

## VARIABILIDADE CLIMÁTICA DURANTE O QUATERNÁRIO, CABO FRIO, RIO DE JANEIRO, BRASIL.

Alice Cruz Candido da Silva<sup>1</sup>; Mônica Paez Iglesias<sup>2</sup>; Ana Luiza Spadano Albuquerque<sup>3</sup>; Claudia Guterres Vilela<sup>4</sup>; Oscar Ströenchen Jr.<sup>5</sup>; Michelle Morata de Andrade<sup>2</sup>; Márcio Braz Oeiras Soares<sup>6</sup>; Abdelfettah Sifeddine<sup>3,7</sup>.

<sup>1</sup> Mestranda em Geoquímica Ambiental, Programa de Pós-Graduação de Geoquímica, Instituto de Química, Universidade Federal Fluminense. Outeiro São João Batis, s/n Niterói, RJ.

Phone: + 55 21 2717-4189. E-mail: jadda @terra.com.br

<sup>2</sup> Mestranda em Geoquímica Ambiental, Programa de Pós-Graduação de Geoquímica, Instituto de Química, Universidade Federal Fluminense.

<sup>3</sup> Professora do Programa de Pós-graduação de Geoquímica. Instituto de Química, Universidade Federal Fluminense.

<sup>4</sup> Departamento de Geologia. Instituto de Geociências. Universidade Federal do Rio de Janeiro

<sup>5</sup> Centro de Pesquisa e Desenvolvimento da PETROBRAS

<sup>6</sup> Iniciação científica. Universidade Federal Fluminense

<sup>7</sup> Institut de Recherche pour le Development – IRD/France

### RESUMO

A variabilidade climática ocorrida no final do Quaternário parece estar relacionada à formação da Zona de Convergência do Atlântico Sul (ZCAS). É provável que ZCAS exerça um papel importante no que se refere ao fenômeno da ressurgência na região de Cabo Frio, litoral do Estado do Rio de Janeiro, já que atua fortemente intensificando as condições necessárias a sua ocorrência. Este estudo pretende verificar as mudanças climáticas/oceanográficas na região de Cabo Frio durante o final do Quaternário utilizando foraminíferos planctônicos. Perfis sedimentares marinhos foram coletados usando um *Gravity core*. Os testemunhos foram abertos e as suas litologias descritas, datações de <sup>14</sup>C também foram realizadas. Os primeiros resultados mostram as ocorrências de *Globigerinoides ruber* e *Gs sacculifer* como bioindicadores de massas de águas quentes da Corrente do Brasil; *Globigerina bullouides* e *Globigerinita sp.* como bioindicadores de águas mais frias.

### ABSTRACT

The climatic variability occurred during the end of Quaternary shows be related to the formation of the Convergence Zone of South Atlantic (CZSA). Probably CZSA have an important role on the Cabo Frio upwelling processes. This study intent verify the climatic/oceanography changes on Cabo frio region along the end of Quaternary using planctonic formainifers. Marine sediment cores were drilled using gravity corer. Cores were opened and their lithologies were described. Radiocarbon dating were also performed. The first results shows the occurrence of *Globigerinoides ruber* and *Gs acculifer* which mark hot waters from Brazil current; *Globigerina bulloides* and *Globigerinita sp.* as bioindicators of coldes waters.

Palvras-Chave: foraminíferos, ressurgência, Cabo Frio

### INTRODUÇÃO

As principais regiões de ressurgência estão situadas ao longo do litoral oeste dos continentes, onde atuam ventos predominantemente oriundos da circulação atmosférica geral, em torno de centros de alta pressão situados no meio dos oceanos (Valentin, 1994).

O Estado do Rio de Janeiro (fig. 1), devido ao fato da costa formar um cotovelo, os ventos do quadrante NE, gerados pelo anticiclone tropical do Atlântico Sul, forçam as massas de águas a se deslocarem na superfície para alto mar, criando um vazio junto a costa, o que permite um afloramento das massas d'água fria do fundo (André, 1990).

É provável que a Zona de Convergência do Atlântico Sul (ZCAS), cuja intensidade sofreu alterações no final do Quaternário, esteja relacionada ao fenômeno de ressurgência em Cabo Frio, já que gera o anticiclone tropical do Atlântico Sul.

A maioria dos conhecimentos sobre mudanças paleoclimáticas ocorridas no Quaternário vem dos estudos das seqüências marinhas (Vicalvi, 1997). No processo de sedimentação marinha, partes fossilizáveis de

microrganismos fornecem um registro ideal para estudo de tais mudanças.

Os foraminíferos planctônicos, devido a sua distribuição principalmente epipelágica, são muito influenciados pelas temperaturas das águas, são sensíveis às variações climáticas respondendo com alterações morfológicas e mudanças em suas associações, apresentando uma distribuição particular para cada uma das distintas zonas climáticas. São uma boa ferramenta, por terem evoluído de modo muito rápido, permitindo assim fácil obtenção de dados biocronológicos precisos, segundo Boltovskoy (1973). Além disso, a composição isotópica do Oxigênio das carapaças é importante em estudos paleoceanográficos, visto que sua variação permite reconstruir, através de fases mais frias e mais quentes, a temperatura (Peeters *et al.*, 2002, Schmidt e Mulitza, 2002).

Foraminíferos planctônicos têm sido, também, utilizados em estudos em áreas de ressurgência refletindo as variações na sua intensidade (Huang *et al.*, 2002; Peeters *et al.*, 2002; Höll e Mücke, 2000; Passos, 2000; Marchant *et al.*, 1999).

Este trabalho visa, portanto, verificar através do estudo de sedimentos marinhos da plataforma continental de Cabo Frio, as mudanças na intensidade da ressurgência local durante o final do Quaternário, correlacionando-a à variação da intensidade da ZCAS, utilizando como principal ferramenta, as associações de foraminíferos planctônicos.



Fig 1. Área de Estudo

#### Ressurgência de Cabo Frio

Ressurgência é o processo pelo qual massas de água subsuperficiais (normalmente de 250 a 300m de profundidade) vêm a superfície e movem-se da área de transporte vertical por fluxo superficial horizontal divergente. O fenômeno se inicia com o afastamento da massa superficial da costa, induzindo transporte ascendente vertical para substituir as águas movidas para mar aberto (André, 1990).

No Atlântico Sul, a plataforma continental brasileira é coberta pela corrente do Brasil, massa d'água tropical quente que serpenteia ao longo do talude continental. Essa corrente vem do Equador e flui para o sul bordejando o continente sul-americano até a região de Convergência Subtropical, onde conflui com a Corrente das Malvinas e se separa da costa. Completando com a corrente de Benguela, de direção sul-norte ao longo da África e a corrente Equatorial, de direção leste-oeste, o sistema de circulação ciclônica do Atlântico Sul. Na convergência subtropical, parte das águas da corrente das Malvinas, mergulha por baixo da corrente do Brasil, constituindo a Água Central do Atlântico Sul (ACAS), entre a corrente do Brasil e a Água Antártica Intermediária (Valentin, 1994). A ACAS (temperatura entre 6 e 18°C e salinidade entre 35 e 36) ressurge na plataforma continental de Cabo Frio devido a dois fatores aliados: fator topográfico, a costa sofre uma inflexão, gerando uma zona de divergência entre a costa e a corrente do Brasil e a predominância dos ventos NE que afastam as águas da costa. O fenômeno da ressurgência influencia as

condições de nutrição, a temperatura e as correntes e tem conseqüências de aspectos ecológico, econômico e social.

#### ÁREA DE ESTUDO

A área selecionada para este estudo, Arraial do Cabo/Cabo Frio, localiza-se no litoral centro-sul do Brasil, Estado do Rio de Janeiro. É particularmente interessante por apresentar uma brusca inflexão na linha de costa, de direção N-S passa a E-W.

Durante a primavera-verão (setembro a março) os ventos E-NE prevalecem e o efeito de Coriolis causam a ressurgência de águas subtropicais (ACAS), resultando em temperaturas menores que 18°C, salinidade menores que 36. O ciclo de ressurgência é interrompido mais freqüentemente durante o inverno (Valentin, 1987).

O afloramento de águas frias e ricas em nutrientes, além de aumentar a produtividade marinha, provoca a existência de um enclave climático na região. Desta forma, dentro dos limites da zona tropical úmida, que caracteriza a região sudeste do Brasil, a região de Cabo Frio é marcada por apresentar um microclima do tipo semi-árido, com baixas precipitações (600-700 mm/ano) e por altas taxas de evaporação (1300-1400mm/ano) (Barbieri, 1997).

#### MATERIAL E MÉTODOS

##### Amostragem dos Sedimentos Marinhos

Para amostragem dos sedimentos marinhos, foram determinados 3 pontos de coleta na plataforma continental de Cabo Frio. Os sítios foram estabelecidos segundo perfis sísmicos previamente obtidos por pesquisadores do LAGEMAR/UFF.

Os testemunhos e suas duplicatas foram coletados com auxílio de *Gravity core*, equipamento do Navio Oceanográfico Astrogaroupa cedido pela Petrobrás, que permitiu uma testemunhagem com recuperação de colunas de sedimentos com até 3 metros em 110, 118 e 138 metros de profundidade.

Os sedimentos marinhos estudados são os provenientes do testemunho denominado CF02-02B, profundidade 118m. Espera-se, a esta profundidade, cobrir todo o Quaternário.

##### Caracterização da Sedimentação Orgânica

Em laboratório, o testemunho foi aberto em seção transversal, descrito quanto à sua litologia e fracionado a cada centímetro.

A qualidade da matéria orgânica depositada na plataforma continental de Cabo Frio está sendo avaliada através da aplicação conjunta de marcadores. Os marcadores geoquímicos, geoquímica orgânica global - isótopos estáveis de carbono e nitrogênio, teor de carbono orgânico total (COT), nitrogênio e enxofre, estão sendo analisados, em resolução a cada centímetro, no Laboratório de Formação Superficiais do IRD - França, através de espectrometria de massa e de analisador automático CHNS.

Para análise dos biomarcadores, foraminíferos planctônicos, foram selecionadas 32 amostras. As amostras lavadas em água corrente, após a secagem,

foram peneiradas, com intuito de identificar a fauna de foraminíferos mais representativa para as determinações de mudanças climáticas, cujo tamanho varia entre 0.250 e 0.125 mm (Vicalvi, 1997).

Para reconstrução da paleotemperatura foram selecionadas carapaças de *Globigerinoides ruber*, para análise do  $^{18}\text{O}$ .

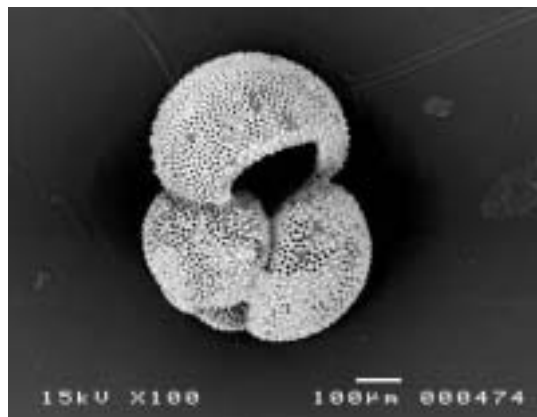


Fig 2. *Globigerinoides ruber*

Estas análises permitirão a caracterização dos depósitos marinhos que através da aplicação conjunta de marcadores poderão estabelecer os balanços de aporte terrestre/marinho, os padrões de paleoprodutividade.

## RESULTADOS PRELIMINARES

Os resultados dos estudos micropaleontológicos, estão sendo obtidos e as espécies identificadas até o momento foram: *Globigerinoides ruber*, *Globigerina bulloides*, *Globigerinoides sacculifer*, *Orbulina universa*, *Hastigerina siphonifera*, *Turborotalita quinqueloba*, *Neogloboquadrina dutertrei*, *Globigerinita sp.*, *Turborotalita sp.*, *Neogloboquadrina sp.*, *Globorotalia sp.*, *Gr obesa*.

Passos (2000) estudou as mudanças ambientais ocorridas entre Abrolhos (BA) e Cabo Frio (RJ) através de um testemunho que apresentava 24 cm de coluna recuperada do talude da área, aqui em questão, utilizando como ferramenta as associações de foraminíferos. Foram apontadas neste estudo, como paleoecologicamente significantes *Gs. ruber*, *Gs. sacculifer* e *Gr. menardii*, como bioindicadoras das águas quentes da Corrente do Brasil, e *G. bulloides*, *Globigerinita sp.*, *Gr. truncatulinoides* como espécies bioindicadoras de águas mais frias.

Os resultados obtidos estão de acordo com Passos (2000), entretanto, o estudo deste referido autor contemplou um perfil curto, enquanto que o presente trabalho obterá resultados de um perfil longo. Espera-se que ao final da análise qualitativa e quantitativa dos foraminíferos planctônicos, aliada aos resultados das análises geoquímicas, seja possível responder às questões levantadas neste trabalho.

## REFERÊNCIA BIBLIOGRÁFICAS

- André, D.L. 1990. Análise dos parâmetros hidroquímicos na ressurgência de Cabo Frio. Tese de Mestrado. Instituto de Geociências. Universidade Federal Fluminense. 203p.
- Barbieri, E.B. 1997. Flutuações climáticas em Cabo Frio. Revista do Departamento de Geografia. 11, 95-112.
- Boltovskoy, E. 1973. Estudio de Testigos Submarinos del Atlantico Suboccidental. Revista del Museo Argentino de Ciencias Naturales "Bernardino Rivadavia", Buenos Aires, Argentina, tomo VII(4):215-340.
- Höll C., Mücke, S.K-v. 2000. Late Quaternary upwelling variations in the eastern Equatorial Atlantic Ocean as inferred from Dinoflagellate cysts, planktonic, and organic carbon content. Quaternary research 54, 58-67.
- Huang, B., Jian, Z., Cheng, X., Wang, P. 2002. Foraminiferal responses to upwelling variations in the South China Sea over the last 220.000 years. Marine Micropaleontology 47, 1-15.
- Marchant, M., Hebbeln, D., Wefer, G. 1999. High resolution planktic foraminiferal record of the last 13.300 years from the upwelling area off Chile. Marine Geology 161, 115-128.
- Passos, R.F. 2000. Mudanças ocorridas entre Abrolhos (BA) e Cabo Frio (RJ) ao longo do Holoceno, e sua resposta nas associações de foraminíferos. Dissertação de Mestrado. Instituto Oceanográfico. Universidade de São Paulo. 136p.
- Peeters, F.J.C., Brummer, G-J.A., Ganssen, G. 2002. The effect of upwelling on the distribution and stable isotope composition of *Globigerina bulloides* and *Globigerinoides ruber* (planktic foraminifera) in modern surface waters of the NW Arabian Sea. Global and Planetary Change 34, 269-291.
- Schimdt, G.A., Mulitza, S. 2002. Global calibration of ecological models for planktic foraminifera from coretop carbonate oxygen-18. Marine Micropaleontology, 44, 125-140.
- Valentin, J.L.V. 1994. A ressurgência. Fonte de vida dos oceanos. Revista Ciência Hoje 18 (102): 19-25.
- Vicalvi, M.A. 1997. Zoneamento bioestratigráfico e paleoclimático dos sedimentos do Quaternário Superior do Talude da Bacia de Campos, RJ, Brasil. B. Geoci. PETROBRAS, Rio de Janeiro, 11(1/2): 132-165.