

PALEOTEMPERATURA E PALEOSSALINIDADE NO OESTE DO ATLÂNTICO SUL SUBTROPICAL DURANTE OS ÚLTIMOS 53KA

Rodrigo da Costa Portilho Ramos¹; Cátia Fernandes Barbosa¹

¹Departamento de Geoquímica / UFF (rcpramos@yahoo.com.br)

Resumo. O presente trabalho apresenta a reconstituição da paleotemperatura e paleossalidade ao longo do testemunho JPC-17 com base nas análises de Mg/Ca, $\delta^{18}\text{O}$ e assembléia de foraminíferos planctônicos. Nossos resultados mostram que a temperatura e salinidade exercem grande influência na distribuição dos foraminíferos planctônicos, com desaparecimentos e reaparecimentos regionais de determinadas espécies como os plexos menardiiforme e Pulleniatina, além da redução/aumento da abundância de *Globorotalia inflata* e *Globorotalia truncatulinoides* (espécies de águas frias). Variações na temperatura e salinidade estão possivelmente relacionadas com variações no regime de chuvas na região, fortemente associados a deslocamentos Sul/Norte da ZCIT durante o intervalo de tempo estudado.

Palavras-chave: Foraminíferos planctônicos, Atlântico Sul, razão Mg/Ca, isótopos estáveis, paleoceanografia.

1-INTRODUÇÃO

A razão Mg/Ca em foraminíferos planctônicos tem se firmado como um excelente método na reconstituição da paleotemperatura superficial dos oceanos (Anand et al., 2003; Carlson et al., 2008). Uma vez que o $\delta^{18}\text{O}$ em carbonatos, que corresponde a um tradicional método de paleotermometria, é influenciado pela salinidade e volume de gelo, sua correlação com Mg/Ca fornece estimativa sobre a paleotemperatura e paleossalidade das águas oceânicas. Estes fatores exercem forte controle na distribuição espacial dos foraminíferos planctônicos (Boltovskoy et al. 1996).

Foraminíferos planctônicos são organismos unicelulares altamente sensíveis a variações oceanográficas (Boltovskoy et al. 1996). No Oeste do Atlântico Sul as oscilações climáticas durante o Quaternário, durante os intervalos glaciais e interglaciais, foram registradas através de desaparecimentos e reaparecimentos regionais de determinadas espécies de foraminíferos planctônicos (Portilho-Ramos et al., 2006). Nesse contexto, o objetivo desse trabalho foi reconstituir a paleotemperatura e paleossalidade do testemunho JPC-17 (Oeste

do Atlântico Sul subtropical) através da análise da razão Mg/Ca e isótopos estáveis de Oxigênio ($\delta^{18}\text{O}$), correlacionando-os ao padrão de frequência dos foraminíferos ao longo do testemunho.

2. ÁREA DE ESTUDO

A circulação oceânica superficial que ocorre na margem continental sul brasileira, está sob influência da corrente do Brasil (CB), caracterizada por águas quentes e salinas formada por águas tropicais (temperatura $>20^{\circ}\text{C}$, salinidade $>36\text{‰}$). A Corrente Equatorial Sul (*South Equatorial Current* - SEC) que flui em sentido Oeste se bifurca próximo ao paralelo 10° - 11° S em corrente Norte do Brasil (CNB), à Norte e na Corrente do Brasil (CB) à Sul (Stramma, 1991). Fluindo em sentido Sul, a corrente do Brasil encontra a Corrente das Malvinas (CM), uma corrente fria, e rica em nutrientes que flui em sentido Norte adjacente a margem continental da Argentina. A CM transporta águas subantárticas (temperatura = 5° a 9° C, salinidade = 33 a 34 ‰) originadas por uma parte da Corrente Circumpolar da Antártica (CCA) que migra pra Norte após cruzar a Passagem de Drake (Wainer e Venegas, 2002).

3. MATERIAL E MÉTODOS

O testemunho a pistão JPC-17 ($27^{\circ} 52,73' \text{ S}$ and $46^{\circ} 55,25' \text{ W}$; lâmina d'água de 1627 metros) foi coletado no talude continental Sul brasileiro durante o cruzeiro oceanográfico R/V KNORR 159-5 do Woods Hole Oceanographic Institution (WHOI, EUA) (Fig. 1). O testemunho possui 15 metros de comprimento dos quais somente os 3.5 metros superiores foram usados nesse estudo. O testemunho foi amostrado a cada 10 cm onde 8cm^3 de cada amostra foi lavada sob água corrente em peneira de $62\mu\text{m}$ e posteriormente secada em temperatura ambiente. Em seguida, as amostras foram quarteadas e peneiradas a seco em peneiras e $250\mu\text{m}$ e $150\mu\text{m}$ para triagem e contagem de 300 carapaças de foraminíferos planctônicos. As carapaças foram analisadas sob estereomicroscópio, com aumentos variando de 6 a 66 x.

As análises de Mg/Ca e $\delta^{18}\text{O}$ foram feitas em carapaças de *Globigerinoides ruber* (branca; $>250\mu\text{m}$). As análises de Mg/Ca seguiram o protocolo de limpeza de Backer et al. (2003) antes de serem medidas no ICP-OES. Para as análises de $\delta^{18}\text{O}$, cerca de 16 carapaças

foram maceradas, homogeneizadas e pesadas (60µg) antes de serem analisadas no espectrômetro de massa “Finnigan” MAT 252 com dispositivo de KIEL. O padrão utilizado foi o Vienna Pee Dee Belemnite (VPDB). Os valores de Mg/Ca foram convertidos em temperatura aplicando a equação de paleotemperatura para *Globigerinoides ruber* ($Mg/Ca = 0.45 \exp(0.09 \cdot SST)$) de Anand et al. (2003), enquanto que a composição isotópica da água do mar ($\delta^{18}O_w$, um *proxy* de salinidade), optou-se por aplicar a equação de paleotemperatura para *Globigerinoides ruber* ($T = -4.44 \delta^{18}O_c - \delta^{18}O_w + 14.20$) de Mulitza et al (2003). A correção do volume de gelo foi baseada em Siddall et al. (2003) e Schrag et al. (2002).

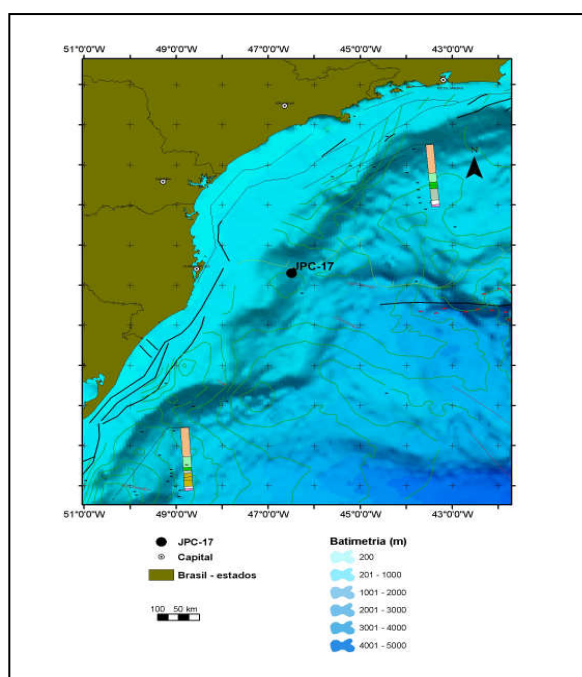


Figura 1: Mapa de localização do testemunho JPC-17 (27° 52,73' S and 46° 55,25' W; lamina d'água de 1627 metros)

O modelo cronológico foi feito através da interpolação linear a partir das três datações por AMS ^{14}C medida em foraminíferos planctônicos auxiliado por resultados bioestratigráficos. As idades foram calibradas (Fairbanks0107) assumindo-se um efeito reservatório de 400. As medidas de AMS ^{14}C foram realizadas no *Laboratoire de Mesure du Carbone 14* (UMS 2572 LMC14 (CEA-CNRS-IRD-IRSN-MCC)).

4-RESULTADOS E DISCURSÕES

A reconstituição da TSM e SSM para os 3.5 metros superiores do testemunho JPC-17 (representando os últimos 53 ka cal. BP) são apresentados na figura 2. Pode-se perceber que

as curvas de TSM e SSM apresentaram o mesmo comportamento durante os últimos 53 ka cal. BP, com uma clara tendência de aumento dos valores em direção ao topo do testemunho. A temperatura mínima registrada no testemunho JPC-17 foi de 20°C durante a glaciação, enquanto a máxima foi de 24.4°C no início do Holoceno, com uma amplitude média de 2°C o que é coerente com outras estimativa (Carlson et al., 2008). Já a curva de SSS ($\delta^{18}\text{O}_w$) apresentou mesmo padrão de flutuação da SST, com valores baixos durante a última glaciação (~0.8‰), e tendência de aumento em direção ao topo do testemunho, chegando ao valor máximo no início do Holoceno (~2.4‰) com posterior queda (figura 2).

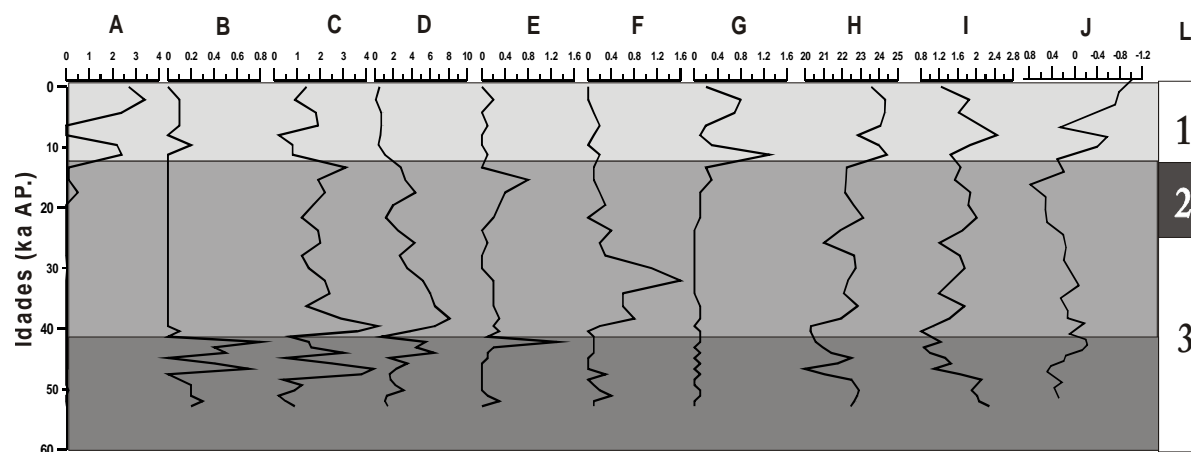


Figura 2: Correlação entre o padrão de frequência dos táxons de foraminíferos planctônicos e estimativas de paleotemperatura e paleossalidade do JPC-17 em função da idade em Ka AP. (A) plexo menardiforme; (B) plexo Pulleniatina; (C) *G. inflata*; (D) *G. truncatulinoides*; (E) *G. crassaformis*; (F) *N. dutertrei*; (G) *O. universa*; (H) TSM estimada; (I) SSM estimada; (J) $\delta^{18}\text{O}$; e (L) Marine Isotopic Stage.

A assembléia de foraminíferos planctônicos acompanhou com forte coerência as variações na paleo TSM e SSM (figura 2). Durante a última glaciação, houve um aumento dos táxons representantes de águas frias como *G. truncatulinoides* e *G. inflata* e um desaparecimento regional do plexo menardiforme os quais habitam águas quentes tropicais, o que corrobora com a baixa TSM. Nossos resultados mostram que no Oeste do Atlântico Sul o plexo *Pulleniatina* tem preferência por águas de baixa temperatura e baixa salinidade e que o desaparecimento do plexo por volta de 42ka AP está fortemente relacionado ao aumento da

paleo TSM e SSM (figura 2). O plexo menardiforme permaneceu ausente durante o glacial, porém apresenta forte ocorrência durante o Holoceno, quando a TSM esteve mais alta (24⁰C) ao longo de todo testemunho. Pode-se notar que o intervalo de ausência do plexo menardiforme dentro do Holoceno (~8ka AP.) ocorre simultaneamente com uma queda de 1⁰C da TSM (fig. 2), evidenciando a forte influencia da temperatura na frequência desse plexo, que prefere águas com temperatura mais elevadas (>24⁰C ou Mg/Ca >3.5mmol/mol).

Variações na TSM e SSM observadas durante os últimos 53ka AP podem estar relacionadas à mudanças no regime de chuvas na região. Nossos resultados são coerentes com os encontrados por Cruz et al. (2007), os quais indicam aumento da precipitação durante a última glaciação provocada pela intensificação da monção de verão da América do Sul, como reflexo do deslocamento da Zona de Convergência Intertropical (ZCIT) para Sul. A intensificação da precipitação durante o glacial aumentou a contribuição de água doce para o Atlântico Sul, reduzindo a paleoTSM e paleoSSM. Durante o Holoceno a ZCIT voltou para a posição atual, reduzindo a precipitação e o aporte de água doce para o oceano, o que é evidenciado pelo aumento da TSM e SSM no início do Holoceno. Porém, no topo do testemunho, a TSM e SSM apresentam comportamento diferente, com a TSM permanecendo constante enquanto a SSM reduz, o que indica influencias globais, como aumento da temperatura do planeta e redução do volume de gelo. Este registro pode possivelmente ser condicionado pelo parâmetro orbital de obliquidade que gera mudança no angulo de inclinação do eixo da Terra e portanto fortemente influenciador do clima.

5-CONCLUSÕES

Os registros de TSM e SSM no testemunho JPC-17 mostram relação com a distribuição dos foraminíferos planctônicos durante os últimos 53 ka cal. BP, com aumento de *G. truncatulinoides* e *G. inflata* (espécies de águas frias) e redução do plexo menardiforme e *O. universa* (espécies de águas quentes) durante a glaciação, enquanto que o oposto foi observado durante o Holoceno. O plexo *Pulleniatina* apresentou afinidade com águas superficiais de baixa TSM e SSM, estando seu desaparecimento (42ka AP) relacionado ao aumento TSM e SSM. Variações na TSM e SSM possivelmente estão associados a variações

no regime de chuvas da região, no qual é fortemente relacionada a deslocamentos da ZCIT para Sul (Norte) durante o último intervalo glacial (Holoceno).

6-AGRADECIMENTOS

Ao projeto *RETRO* ao Prof. Trond Dokken do Bjercknes Centre for Climate Research (BCCR) Bergen/Noruega pela análises de Mg/Ca e $\delta^{18}\text{O}$.

7-REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Anand, P.; Elderfield, H.; Conte, M.H. Calibration of Mg/Ca thermometry in planktonic foraminifera from a sediment trap time series: **Paleoceanography**, v. 18, doi: 10.1029/2002PA000846. 2003.
- Barker, S.; Greaves, M.; Elderfield, H. A study of cleaning procedures used for foraminiferal Mg/Ca paleothermometry. **Geochemistry Geophysics Geosystems**. v. 4, n. 9. doi:10.1029/2003GC000559. 2003.
- Boltovskoy, E.; Boltovskoy, D.; Correa, N.; Brandini, F. Planktic foraminifera from the southwestern Atlantic (30°-60°S): species-specific patterns in the upper 50m. **Marine Micropaleontology**. v.28, p. 53-72, 1996.
- Carlson, A. E.; Oppo, D. W.; Came, R. E.; Legrande, A.N.; Keigwin, L. D.; Curry, W.B. Subtropical Atlantic salinity variability and Atlantic meridional circulation during the last deglaciation. **Geology**, v. 36; n. 12, p.991-994; doi: 10.1130/G25080A.
- Cruz, F.W.Jr.; Burns, S.J.; Jercinovic, M.; Karmann, I.; Sharp, W. D.; Vuille, M.. Evidence of rainfall variations in Southern Brazil from trace element ratios (Mg/Ca and Sr/Ca) in a Late Pleistocene stalagmite. **Geochimica et Cosmochimica Acta**. V. 71, p. 2250-2263. 2007.
- Mulitza, S.; Boltovskoy, D.; Donner, B.; Meggers, H. Paul, A.; Wefer, G.. Temperature: $\delta^{18}\text{O}$ relationships of planktonic foraminifera collected from surface waters. **Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology**. V. 202, n. 15, p. 143-152. 2003.
- Portilho-Ramos, R. C.; Rios-Netto, A., M.; Barbosa, C. F. Caracterização bioestratigráfica do Neógeno Superior da Bacia de Santos com base em foraminíferos planctônicos. **Revista Brasileira de Paleontologia**. V. 9, n. 3, p. 349-354. 2006.
- Schrag, D.P.; Adkins, J.F.; McIntyre, K.; Alexander, J.L.; Hodell, D.A.; Charles, C.D.; McManus, J.F. The oxygen isotopic composition of seawater during the Last Glacial Maximum: **Quaternary Science Reviews**. v. 21, p. 331-342, doi: 10.1016/S0277-3791(01)00110-X. 2002.
- Siddall, M., Rohling, E.J.; Almogi-Labin, A.; Hemleben, C.; Meischner, D.; Schmelzer, I.; Smeed, D.A. Sea-level fluctuations during the last glacial cycle. **Nature**. v. 423, p. 853-858. 2003.
- Stramma, L. Geostrophic transport of the South Equatorial Current in the Atlantic. **Journal of Marine Research**. v. 49, p. 281-294. 1991.
- Wainer, I.; Venegas, S. A.. South Atlantic Multidecadal Variability in the Climate System Model. **Journal of Climate**. V. 15, p. 1408 - 1420. 2002.