

CONDIÇÕES PALEOREDOX NA PLATAFORMA CONTINENTAL DO PERU INFERIDAS ATRAVÉS DE FORAMINÍFEROS BENTÔNICOS PARA OS ÚLTIMOS 500 ANOS

Carine M. Almeida^{1,6}; Nina M. Bilton^{2,6}; Jorge C. Cardich^{3,6}; Maria C. Morales^{4,6}; Catia F. Barbosa^{1,6}; Renato Salvatelli^{1,6}; Frederico Velazco^{3,6}; Felix Arturo Campusano Baltazar³; Dimitri Gutierrez^{3,6}; Abdelfettah Sifeddine^{1,5,6}
carinebiouff@yahoo.com.br

¹Departamento de Geoquímica Universidade Federal Fluminense, Brasil- ²Faculdade Maria Theresa, Brasil- ³Instituto del Mar Del Peru, Peru- ⁴INGEMMET, Peru- ⁵IRD, França- ⁶PALEOTRACES/IRD, Brasil-França

Palavras-chave: foraminíferos bentônicos; Pacífico leste; disoxia

1. INTRODUÇÃO

A margem central peruana é caracterizada por possuir sedimentos laminados, formados sob condições oceanográficas específicas (intensa ressurgência, disoxia e alta razão de sedimentação) (Gutierrez *et al.*, 2009; Sifeddine *et al.*, 2008). Nesta região, a presença da Zona Mínima do Oxigênio (ZMO), inibe a bioturbação e facilita a preservação de registros proporcionando um enorme potencial para estudos paleoceanográficos de alta resolução, principalmente para períodos curtos de variabilidade climática. Para os últimos 1000 anos estas variabilidades vêm sendo alvo principal de estudos, principalmente por corresponder a importantes eventos climáticos recentes, tais como; 1) O Optimum Medieval Climático (OMC) (800 a 1400 A.D.), que refere-se a um período durante o qual as temperaturas da Europa e proximidades excederam as temperaturas do século 20 (Bradley, 2000; Bradley, *et al.*, 2003) e 2) Pequena Idade do Gelo (PIG), aproximadamente entre 1400 a 1800 A.D, considerada como um período mais frio, o qual foi associada a mudanças na atividade solar e atividades vulcânicas no Hemisfério Norte (Nesje e Dahl, 2003; Meyer e Wagner, 2008).

Acredita-se que tais variações das condições climáticas, como o OMC e PIG afetaram também as zonas tropicais. Estudos recentes de registros sedimentares da costa leste do Pacífico, coletados na plataforma central do Peru e na plataforma Norte do Chile tem revelado mudanças consideráveis na biogeoquímica e na paleoceanografia regional para os últimos 1000 anos (Morales *et al.*, 2006; Sifeddine *et al.*, 2008; Valdez *et al.*, 2008; Gutierrez *et al.*, 2009). Durante a PIG, estas mudanças seriam devido ao deslocamento da Zona de Convergência Intertropical (ZCIT) em direção ao sul que poderiam estar sendo controladas por mecanismos globais ligados a diminuição da insolação no Hemisfério Norte.

Durante os 400 anos da PIG a produtividade primária foi baixa nesta região e a abundância de pequenos peixes pelágicos foi fortemente reduzida (Salvatelli, 2008; Gutierrez *et al.* 2009). A partir de 1820, houve a intensificação da ZMO, aumento dos teores de matéria

orgânica e de pequenos peixes pelágicos (Gutierrez *et al.*, 2008; Sifeddine *et al.*, 2008). Apesar das evidências de deslocamento da ZCIT e variações de ressurgência para o leste do Pacífico durante a PIG, ainda hoje há escassez de registros de temperaturas, condições redox e paleo-productividade ocorridas para essa escala de tempo nas regiões tropicais do lado Pacífico que possam auxiliar na compreensão deste cenário.

Neste contexto, o estudo de foraminíferos bentônicos como *proxy* paleoceanográfico vêm sendo amplamente utilizado. O uso destes microfósseis é baseado em observações ecológicas, padrões faunísticos, presença e ausência de indivíduos, além de espécies indicadoras e análises isotópicas e geoquímicas das testas, os quais refletem principalmente aos estudos de água de fundo, propriedades de massas de água conteúdo de oxigênio nas águas de fundo e volume e/ou sazonalidade do fluxo orgânico para o fundo oceânico (Gooday, 2003; Jorrißen *et al.*, *in press*). Portanto, o objetivo deste trabalho foi utilizar a assembléia de foraminíferos bentônicos como *proxy* para avaliar as fases de maior ou menor oxigenação e condições redox na interface sedimento /água da ZMO, durante os últimos 500 anos.

2. MATERIAL E MÉTODOS

O material para este estudo consistiu em um box core; B0506-14 coletado 300 m de profundidade, com um box core tipo Soutar em junho de 2005 (Fig 1 – esquerda). A coleta foi realizada em frente a Pisco, Peru, durante o cruzeiro Paleo II a bordo do navio de Investigação Científica José Olaya do Instituto Del Mar Del Peru (IMARPE). O box-core localiza-se no núcleo da ZMO. Durante procedimento em laboratório, o testemunho foi seccionado em quatro seções verticais (A,B,C,D) e cada seção foi cortada em 7 losas longitudinais (I,II,III,IV,V,VI e VII) de diferentes espessuras (Fig 1 - direita). O box-core foi sub-amostrado de acordo com suas laminações estratigráficas. Para o estudo de foraminíferos utilizou-se a losa III, as sub-amostras foram pesadas utilizando-se um padrão de 3g, colocadas em um copo de precipitação utilizando água destilada, foram aquecidas em banho maria por cinco minutos, foi adicionado 30 ml de uma solução de peróxido de hidrogênio a 35%, água destilada e pirofosfato de sódio, e novamente a solução foi aquecida por cinco minutos e posteriormente foram lavadas utilizando-se a peneira de 63 μ . As amostras foram então analisadas sob lupa binocular, triadas e identificadas utilizando-se bibliografia especializada. Foram calculados índices de diversidade (diversidade de *Shanon-Wiener*, dominância e riqueza de espécies).

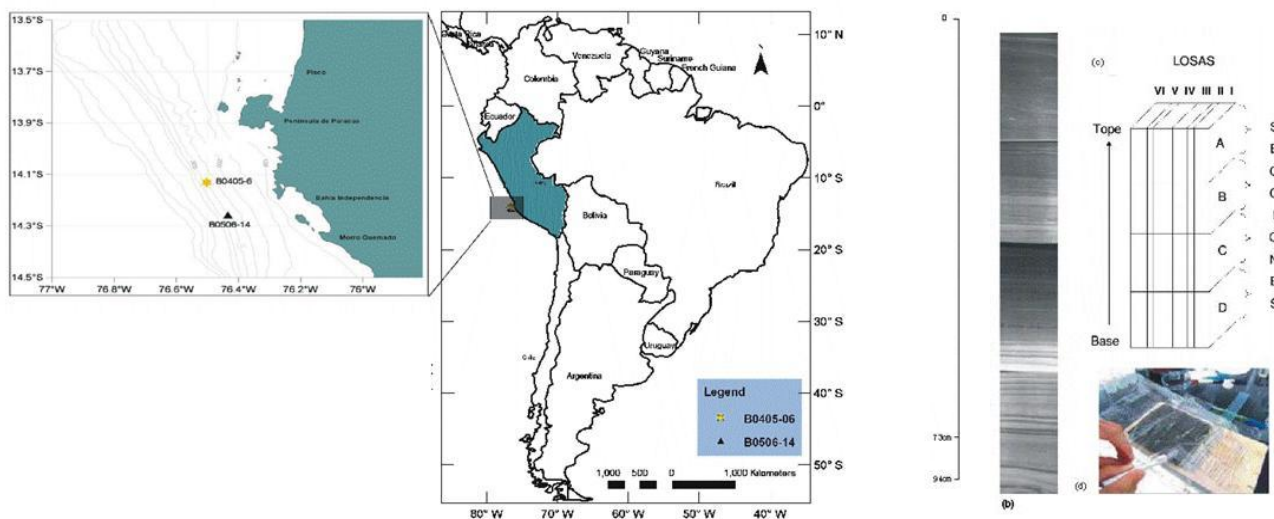


Figura 1: Localização do local de amostragem do Box core B0506-14 (esquerda); Fotografia do box core B0506-14 e figura mostrando o fatiamento do material estudado (direita)

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Comparações entre os padrões faunísticos e os perfis geoquímicos sugerem que as espécies respondem diferentemente como reflexo aos gradientes geoquímicos (ex: disoxia das águas de fundo, H_2S , produtividade...). No box core B0506-14, foram observadas principalmente espécies de foraminíferos calcáreos, com pouca ou nenhuma espécie de foraminíferos aglutinantes. As principais espécies encontradas foram *Bolivina seminuda* e *Bolivina spissa*, onde a primeira foi utilizada como *proxy* para inferir condições paleoredox do ambiente.

Durante as análises no box core observou-se variação na abundância total de foraminíferos, com períodos intermitentes de grande abundância de testas calcáreas ao longo do testemunho e outras onde não há sua ocorrência. A espécie *Bolivina seminuda*, em geral, aumentou da base do core em direção ao presente, principalmente após as mudanças biogeoquímicas ocorridas no final da Pequena Idade do Gelo (~1820). Este fato indicou uma intensificação das condições disóxicas das águas de fundo. Antes e durante a PIG (~1400 a ~1820 AD), a ausência de testas calcáreas é relacionada a processos de dissolução pós deposicional sob condições subóxicas e baixa alcalinidade, houve também ausência de testas de diatomáceas e ocorrência de sedimento terrígeno (Morales et. al 2006; Gutiérrez et al., 2009).

Após 1820 AD, o box core apresentou um contínuo registro, onde foi possível observar um segundo “gap” na sedimentação carbonática, representado pela ausência de testas de foraminíferos e alta presença de diatomáceas. Este segundo período foi associado a um aumento da produtividade na coluna d’água e dissolução ocorrida devido ao retrabalhamento

ocorrido localmente no sedimento de fundo em resposta ao aumento do fluxo de matéria orgânica. A espécie *Virgulina fragilis* foi utilizada como proxy para períodos de condições anóxicas e com H₂S aumentado. A variação na abundância de *B. seminuda* e *V. fragilis* pode estar relacionada à disoxia das águas de fundo e anoxia do sedimento respectivamente (Cardich et al., 2010). Portanto, o período entre 1870 AD e o meio do século vinte pode ser caracterizado por condições anóxicas interdecadais na superfície do sedimento. Além disso alguns indivíduos após 1870 AD apresentaram diferenças na estrutura de suas testas, sugerindo uma alteração do processo de calcificação.

4. CONCLUSÃO

Baseado nos resultados, nós interpretamos que:

1. O aumento na abundância de *B. seminuda* e *V. fragilis* indicou uma intensificação regional nas condições disóxicas da água de fundo desde o final da PIG.
2. As diferenças na estrutura das testas dos foraminíferos sugeriu uma alteração no processo de calcificação após 1870 AD.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Bradley, R. 2000. 1000 Years of Climate Change Science, v.288, p.1353-1354.

Bradley, R. S.; Hughes, M. K.; Diaz, H. F. 2003. Climate in Medieval Time. Science, v.302, p. 404-405, 2003.

Gooday, A.J. 2003. Benthic foraminifera (Protist) as Tools in Deep-water Paleoceanography: Environmental Influences on Faunal Characteristics. Advances in Marine Biology, 46, 0-12.

Gutierrez, D., Sifeddine, A., Field, D.B., Ortlieb, L., Vargas, G., Chacabuz, F., Velasco, F., Ferreira, V., Tapia, P., Salvatelli, R., Boucher, H., Morales, M.C., Valdez, J., Reyss, J.L., Campusano, A., Boussafir, M., Mandeng-Yogo, M., Garc, M., Baumgartner, T. Rapid reorganization in ocean biogeochemistry off Peru towards the end of the Little Ice Age. Biogeosciences Discussions, v.5, p.3919–3943, 2008.

Jorissen, F.J., Fontanier, C. e Thomas, E. in press Paleoceanographical proxies based on deep-sea benthic foraminiferal assemblage characteristics. In: Hillaire-Marcel, C., and De Vernal, A. (eds.): Proxies in Late Cenozoic Paleoceanography. Elsevier Publishers.

Meyer, I e Wagner, S. 2008. The Little Ice Age in southern Patagonia: Comparison between paleoecological reconstructions and downscaled model output of a GCM simulation. Pages News, v. 16 (2), p.12-13.

Morales, M.C., et al. 2006. Variaciones de foraminiferos de los últimos 460 años en sedimentos laminados de la Plataforma Continental Peruana Bol. Soc. geol. Perú. 101, 5-18.

Nesje1, A. e Dahl, S.O. 2003. The 'Little Ice Age' – only temperature? *The Holocene*, v. 13(1) p. 139–145.

Salvatteci, R. 2008. Flujos y preservacion de escamas y restos óseos de peces en la zona de mínimo de oxígeno frente a Pisco, Perú en los últimos 400 años, M. S. thesis, Centro de Investigación y de Educación Superior de Ensenada, México, 89 pp.

Sifeddine, A.; Gutierrez, D.; Ortlieb, L.; Boucher, H.; Velazco, F.; Field, D.; Vargas, G.; Boussafir, M.; Salvatteci, R.; Ferreira, V.; Garcia, M.; Valdes, J.; Caquineau, S.; Mandeng Yogo, M.; Cetin, F.; Solis, S, J.; Soler, P. e Baumgartner, T. 2008. Laminated sediments from de central Peruvian continental slope: A 500 year record of upwelling system productivity, terrestrial runoff and redox conditions. *Progress in Oceanography*, v.79, p.190-197.

Valdes, J., Ortlieb, L., Gutierrez, D., Marinovic, L. Vargas, G., Sifeddine, A. 2008. 250 years of sardine and anchovy scale deposition record in Mejillones Bay, Northern Chile. *Progress in Oceanography*,