

SÍNTESE SOBRE PROVÁVEIS NÍVEIS RELATIVOS DO MAR ACIMA DO ATUAL NO PLEISTOCENO DO BRASIL

Kenitiro Suguio^{1,2}; Alcina M. F. Barreto³; Francisco H.R. Bezerra⁴; Paulo Eduardo de Oliveira¹
¹Centro de Pós-Graduação, Pesquisa e Extensão, UnG; ²Instituto de Geociências, USP;
³Depto.de Geologia, UFPE; ⁴Depto. de Geologia, UFRN

Abstract. Probable Pleistocene relative sea level records, above present level, were first recognized in 1978 at Cananéia Island (state of São Paulo). The age of these records were obtained from charcoal fragments as minimum radiocarbon age. Relative sea level, during this transgressive event, was situated 8 ± 2 m above present level. It was recognized along the coast of Bahia, where five coral samples dated by the Io/U method yielded an average age of 123.5 ± 5.7 ky B.P. This sea-level stand has been with the Riss-Würn (North European), Eemien (Scandinavian) and Sangamon (North American), interglacial episodes from the Northern Hemisphere, whose culmination stage occurred about 120 ky ago. In Brazil this event has been called Cananéia transgression, but it is equally referred to as Penultimate transgression. Presently it is assumed that this sea-level record extends at least from the state of Rio Grande do Sul to the state of Rio Grande do Norte. Pleistocene relative sea levels older and higher than the ones mentioned above were identified in 1986 at the strandplain in the state of Rio Grande do Sul. Their absolute ages have not yet been measured until now. According to some authors, tentative correlation with $\delta^{18}\text{O}$ isotopic stages chronostratigraphic scale, indicated ages ranging from 325 ky (high level II) to 400 ky (high level I). At the beginning of the present century (XXI), thermoluminescence (TL) and optically stimulated luminescence (OSL) ages confirmed Io/U ages of the 120 ky culmination stage, throughout the states of Rio Grande do Norte, Paraíba and Pernambuco. Two sea-level highstands older than 120 ky, dated as 210 ky and 310 ky, have been obtained. However, the available data are not sufficiently numerous to delineate any relative sea-level curve for the Brazilian Pleistocene.

Palavras-chave: Pleistoceno, costa brasileira, mudança de nível relativo do mar.

1. Introdução

1.1. Trabalhos Prévios

Embora C. R. Darwin (1809 – 1883), já em 1841 tivesse mencionado, pela primeira vez, que as rochas praias do litoral pernambucano representavam uma prova de flutuações recentes de nível do mar, essas pesquisas foram muito escassas no litoral brasileiro até a década de 70 do século XX (Suguio, 1977).

Os estudos pioneiros envolvendo idades absolutas são devidos a Laborel e colaboradores (Van Andel & Laborel, 1964;

Delibrias & Laborel, 1971). Progressos mais significativos foram conseguidos através de estudos sistemáticos iniciados em 1974, que culminaram com melhores conhecimentos sobre a história dos níveis relativos do mar, principalmente nos últimos 7.000 anos na porção central da costa brasileira (Suguio et al., 1985; Martin et al., 1996). Foram realizadas mais de 700 datações pelo método do radiocarbono nesses estudos.

Quando se inclui o nível relativo do mar dos últimos 7 000 anos o mais

recente dos níveis pleistocênicos mais altos tem sido denominado de penúltimo. A origem marinha dos depósitos arenosos representativos deste evento foi confirmada pela presença de tubos fossilizados de *Callichirus* (Suguio & Martin, 1976), estruturas de habitação (Domicnia) do icnogênero denominado *Ophiomorpha* Lundgren, bem como pela ocorrência de estruturas sedimentares típicas (Suguio & Tessler, 1987). As areias são comumente brancas em superfície, mas, em subsuperfície, mostram cor marrom escura devida à impregnação por ácidos húmicos e/ou fúlvicos. Na localidade de Olivença (BA) foram encontrados restos de corais relativamente bem preservados, que foram coletados na porção basal do terraço marinho. Eles pertencem ao gênero *Siderastrea*, onde somente cinco deles, compostos de aragonita pura, foram datados pelo método U/Th (Martin et al., 1982; Bernat et al., 1983), segundo a Tabela 1.

As amostras CP-1, CP-2, CP-6 e CP-8 indicaram idades relativamente próximas à média de 123,5±5,7 ka A.P. Somente a amostra CP-7 mostrou idade pouco mais antiga, talvez devido a alguma contaminação. Portanto é possível considerar que a penúltima culminação de nível relativo do mar tenha ocorrido há cerca de 123 ka A.P., segundo a maioria das idades encontradas em outras partes do mundo. Na época acreditava-se que as evidências deste nível do mar acima do atual estendiam-se, no mínimo, desde os estados do Rio Grande do Sul até Paraíba.

Quanto aos dois outros níveis relativos do mar pleistocênicos mais antigos e mais altos, encontrados no Rio Grande do Sul por Villwock et al., (1986) não se dispõe, até o momento, de datações absolutas (Figura 1). Mas, por tentativas de correlação com estágios de $\delta^{18}\text{O}$, da escala estratigráfica de marcadores globais do tempo geológico (Geyh & Schleicher, 1990) poderiam ser admitidas idades de 325 ka (nível alto II = Barreira II) e 400 ka (nível alto I = Barreira I), segundo Villwock & Tomazelli (1995). Ao longo das planícies costeiras dos estados de Sergipe e Bahia, níveis marinhos

mais antigos que 123 ka A.P. seriam representados por falésias esculpidas na Formação Barreiras (Bittencourt et al., 1979). Por outro lado, ao longo das planícies costeiras de São Paulo, Paraná e Santa Catarina, ocorrem terraços marinhos com altura mínima de 13 m acima do atual nível do mar, que seriam mais antigos que o Barreiras III, registrando provavelmente período transgressivo-regressivo do Barreira II do Rio Grande do Sul (Martin et al. 1988).

1.2. Contribuição deste trabalho

Seis idades por TL (Termoluminescência) e cinco idades por LOE (Luminescência Opticamente Estimulada) foram obtidas em dois depósitos de terraços marinhos ao longo de 340 km da costa do Rio Grande do Norte (Barreto et al., 2002). Essas idades distribuíram-se na faixa entre 220 – 206 ka e 117-110 ka, correlacionáveis a níveis altos de subestágios isotópicos de $\delta^{18}\text{O}$ denominados 7c e 5c, respectivamente. Os depósitos mais antigos ocorrem na costa de direção N-S e variam de altitudes entre 7,5 e 1,3 m. Os depósitos mais recentes situam-se na costa de direção E-W com altitudes entre 1 a 20 m (Tabela 2).

Nas costas de Pernambuco e Paraíba, com cerca de 300 km de extensão, doze idades por TL e LOE foram obtidas em três depósitos de terraços marinhos. As idades são apresentadas nas Tabela 3 (Suguio et al., 2004). Essas idades distribuíram-se na faixa entre 351±31 ka (uma amostra), 264 – 179 ka e 86 -149 ka, correlacionáveis a níveis altos de subestágios isotópicos de $\delta^{18}\text{O}$ denominados de 9c 7c e 5c, respectivamente. As altitudes das bases desses terraços variam entre 2 e 10 m acima do nível do mar atual. Os dois níveis mais recentes são geralmente

marcados por camadas conglomeráticas na base, com seixos de ferricretes da Formação Barreiras. As espessuras médias nos dois depósitos mais novos variam entre 1 a 5 m, passando de 5 m de espessura no terraço mais antigo. Embora descontínuos, podem ter sido preservados e identificados devido à ação de erosão diferencial.

2. Discussões e conclusões

Embora os depósitos de terraços marinhos representem períodos de níveis do mar ainda mais altos que o atual, as idades e as altitudes dos depósitos marinhos aqui apresentados não são muito facilmente correlacionáveis com outros da costa brasileira. Este fato se deve em grande parte ao número ainda limitado de dados numéricos de outros setores da costa brasileira

Até que este problema seja resolvido, pode-se correlacionar provisoriamente os dados encontrados com a curva de estágios isotópicos de oxigênio marinhos (Haddad, 1994), vistos na Figura 2 e com a curva de variações eustáticas de nível do mar das Bermudas (Hearty, 1998), ilustrado na Figura 3. Para se esboçar uma curva completa de variações do nível relativo do mar, por exemplo, de 350 a 7 ka A.P., seria necessário número maior de idades, principalmente sobre níveis abaixo do atual nesta faixa de idade.

REFERÊNCIAS

- BARRETO, A.M.F.; BEZERRA, F.H.R.; SUGUIO, K.; TATUMI, S.H.; YEE, M.; PAIVA, R.P.; MUNITA, C.S. 2002. Late Pleistocene marine terrace deposits in northeastern Brazil: sea-level change and tectonic implications. **Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology** 179: 57-69.
- BERNAT, M.; MARTIN, L.; BITTENCOURT, A.C.S.P. & VILAS-BOAS, G.S. 1983. Datation ^{10}U du plus haut niveau marin du dernier interglaciaire sur le côté do Brésil. Utilisation du ^{229}Th comme traceur. **Comptes Rendus de l'Académie de Sciences de Paris**, 296, série II: 197-200.
- BITTENCOURT, A.C.S.P.; MARTIN, L.; VILAS-BOAS, G. S. & FLEXOR, J.M. 1979. The marine formations of the coast of the State of Bahia, Brazil. In: K. Suguio; T.R.Fairchild; L. Martin & J.M. Flexor (eds.) 1978. **International Symposium on Coastal Evolution in the Quaternary Proceedings**: 232-253, São Paulo.
- DELIBRIAS, G. & LABOREL, J. 1971. Recent variations of sea-level along the Brazilian coast. **Quaternaria**, 10:45-49.
- GEYH, M.A. & SCHLEICHER, H. 1990. **Absolute age determination**. Berlin: Springer-Verlag, 503p.
- HADDAD, G.A. 1994. Calcium carbonate dissolution patterns at intermediate water depths of the tropical oceans during the Quaternary. Ph.D. Thesis, Rice University, Houston, Texas.
- HEARTY, P.J. 1998. The geology of Eleutra Island, Bahamas: a rosetta stone of Quaternary stratigraphy and sea-level history. **Quat. Sci. Rev.** 17, p 333-355.
- MARTIN, L.; BITTENCOURT, A.C.S.P. & VILAS-BOAS, G.S. 1982. Primeira ocorrência de corais pleistocênicos da costa brasileira: Datação do máximo da penúltima transgressão. **Ciências da Terra**, 3: 16-17.
- MARTIN, L.; SUGUIO, K.; & FLEXOR, J. M. 1988. Hauts niveaux marins pléistocènes du littoral brésilien. **Palaeogeography, Palaeoclimatology y Palaeoecology** 179: 57-69.
- MARTIN, L.; SUGUIO, K.; FLEXOR, J. M.; DOMINGUEZ, J.M.L. & BITTENCOURT, A.C. S. P. 1996.

- Quaternary sea-level history and variations in dynamics along the Central Brazilian coast: consequences on coastal plain construction. **Anais da Academia Brasileira de Ciências**, 68: 303-354.
- SUGUIO, K. 1977. Annotated bibliography (1960-1977) on Quaternary shorelines and sea-level changes in Brazil. **Contribution of Institute of Geosciences, University of São Paulo to IGCP (International Geological Correlation Programme) Project 61**, 35pp.
- SUGUIO, K. 1999. **Geologia do Quaternário e Mudanças Ambientais**. São Paulo: Paulo's Editora, 366p.
- SUGUIO, K. & MARTIN, L. 1976. Presença de tubos fósseis de *Callianassa* nas formações quaternárias do litoral paulista e sua utilização na reconstrução paleoambiental. **Boletim IG-USP, Série Científica**, 7:17 – 26.
- SUGUIO, K; TESSLER, M.G. 1987. Characteristics of a Pleistocene nearshore deposit: an example from Southern State of São Paulo coastal plain. **Quaternary of South America and Antarctic Peninsula**, 5:257-268. Rotterdam: Balkema Publishers.
- SUGUIO, K.; MARTIN, L.; BITTENCOURT, A.C.S.P.; DOMINGUEZ, J.M.L. & FLEXOR, J. M.; 1985. Flutuações do nível relativo do mar durante o Quaternário superior ao longo do litoral brasileiro e suas implicações na sedimentação costeira. **Revista Brasileira de Geociências**, 15:273-286.
- SUGUIO, K; BARRETO, A.M.F.; BEZERRA, F.H.R; TATUMI, S.H.; DE OLIVEIRA P.E. 2004. Níveis marinhos pleistocênicos em Pernambuco e Paraíba. 42º Congresso Brasileiro de Geologia. Bol de resumos. Cdrom.
- VAN ANDEL, T.H. & LABOREL, J. 1964. Recent high sea-level stand near Recife, Brazil. **Science**, 145: 580-581.
- VILLWOCK, J.A. & TOMAZELLI, L.J. 1995. Geologia costeira do Rio Grande do Sul. **Notas Técnicas**, 8: 1-45.
- VILLWOCK, J.A. & TOMAZELLI, L.J; LOSS, E.L; DEHNHARDT, B. A; HORN FILHO, N.O.; BACHI, F.A. & DEHNHARDT, B. A.1986. Geology of the Rio Grande do Sul coastal province. **Quaternary of South America and Antarctic Peninsula**, 4: 79-97. Rotterdam: Balkema Publishers.

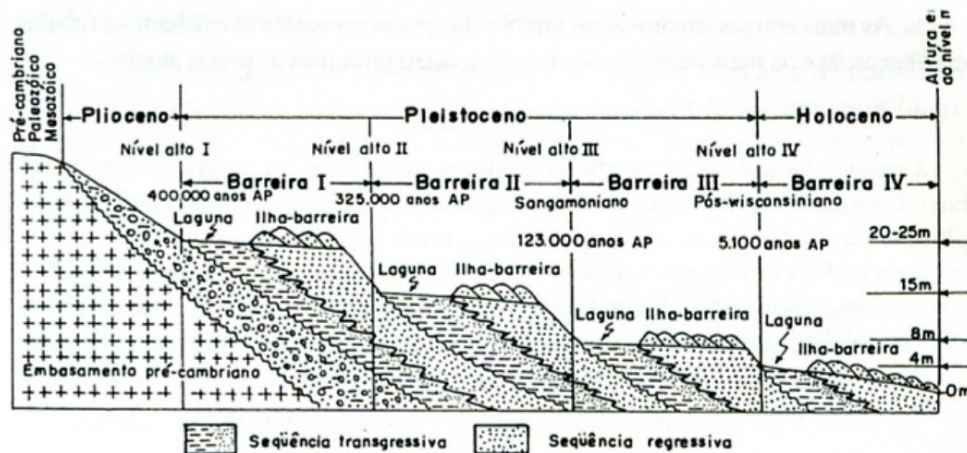


Figura 1 – Sequência de quatro terraços marinhos, constituindo sistemas de ilhas-barreira/lagoas, formados sob condições de níveis marinhos mais altos que o atual Modificado de Villwock et al. (1986, in Suguio 1999).

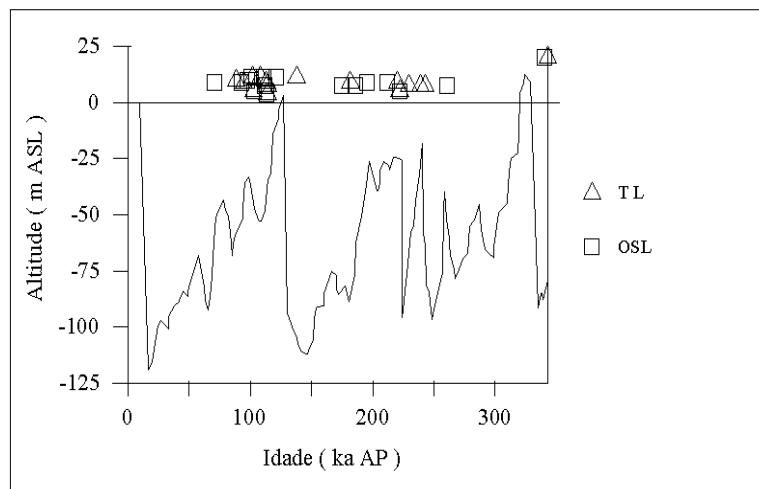


Figura 2 - Flutuações eustáticas do nível do mar nos últimos 350.000 anos a partir de isótopos de oxigênio (Haddad, 1994) e comparação com os níveis de mar alto do Rio Grande do Norte, Paraíba e Pernambuco. Modificado de Barreto et. al.(2002).

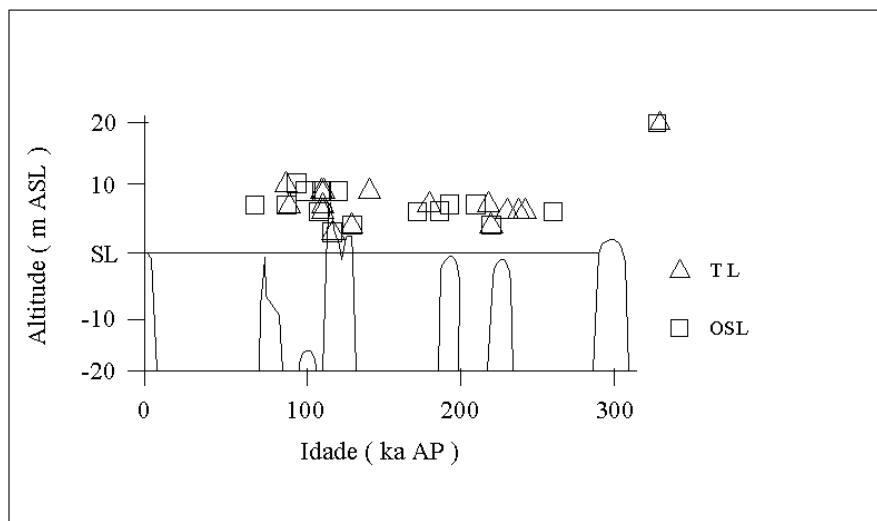


Figura 3 - Flutuações eustáticas do nível do mar nos últimos 350.000 anos em Pernambuco, Paraíba e Rio Grande do Norte em comparação com as obtidas nas Bahamas, por Hearty (1998). Modificado de Barreto et. al. (2002).

Tabela 1 – Idades U/Th de amostras de corais de Olivença (BA) segundo Martin et al., (1982).

Amostra	CP-1	CP-2	CP-6	CP-7	CP-8
$^{234}\text{U}/^{238}\text{U}$	1,07	1,08	1,11	1,11	1,08
U(ppm)	2,59	2,70	3,09	2,58	2,56
^{234}U (dpm/g)	2,08	2,17	2,57	2,14	2,30
^{230}Th (dpm/g)	1,43	2,42	1,85	1,61	1,60
Idades ka A.P.	122±6,1	116±6,9	132±9,0	142±9,7	124±8,7

Tabela 2 – Idades TL por dose aditiva (1) e por branqueamento total (2), e LOE de terraços marinhos do Rio Grande do Norte, segundo Barreto et al., (2002).

Amostra	Idade TL 1 (ka)	Idade TL 2 (ka)	Idade LOE (ka)
5 –97	215±7	213±2	220± 2
6 – 97	221±31	215±4	207±4
15 – 98	206±11	206±5	210±2
32– 98	117±10	117±10	117±4
38 – 98	188±11	189±11	186±10
39 – 98	110±10		

Tabela 3 – Idades LOE e TL de terraços marinhos de Pernambuco e Paraíba (Suguoio et al., 2004).

Amostra	Localização UTM	Idade LOE (ka)	Idade TL (ka)
PE 03C	28457/9095816	113± 8	109±8
PE 13	276856/905435	97±2	86±7,5
PE 23	300393/915771	144±20	149±22
PB 10A	301166/920971	110±20	108±8
PB 10B	301166/920971	120±5	138±5
PB 12	301123/919348	103±6	103±14
PB 17	300668/917396	100±11	101±9
PE 9B	269430/903521	182±28	179±20
PE 10B	276976/904006	174±20	246±26
PB 11	301718/920496	186±14	230±6
PB 15	301487/918502	220±22	220±26
PE 25	291451/914979	346±31	351±31