

## INVERSÃO DE IDADES $^{14}\text{C}$ NA BARREIRA REGRESSIVA HOLOCÊNICA DE PARANAGUÁ, SUL DO BRASIL

Maria Cristina de Souza<sup>1</sup>; Rodolfo José Angulo<sup>2</sup>; Mario Luis Assine<sup>3</sup>; Luiz Carlos Ruiz Pessenda<sup>4</sup>; Sibelle Trevisan Disaró<sup>5</sup>.

<sup>1</sup> M.Sc., Pós-Graduação em Geologia, Departamento de Geologia, Universidade Federal do Paraná, Centro Politécnico Cxa Postal 19001 -Phone: +55 41 361-3135. e-mail: [cristina@geologia.ufpr.br](mailto:cristina@geologia.ufpr.br)

<sup>2</sup> Dr., Departamento de Geologia, Universidade Federal do Paraná, Centro Politécnico Cxa Postal 19001 Phone: +55 41 361-3135. e-mail: [angulo@ufpr.br](mailto:angulo@ufpr.br)

<sup>3</sup> Dr., Departamento de Geologia Aplicada, Universidade Estadual de São Paulo, Avenida 24A e-mail: [assine@rc.unesp.br](mailto:assine@rc.unesp.br)

<sup>4</sup> Dr., Laboratório de 14C CENA, Universidade de São Paulo, Av. Centenário, 103 e-mail: [Luiz.Pessenda@cena.usp.br](mailto:Luiz.Pessenda@cena.usp.br)

<sup>5</sup> M.Sc., Centro de Estudos do Mar, Universidade Federal do Paraná, Av. Beira Mar, s/n e-mail: [tredisar@cem.ufpr.br](mailto:tredisar@cem.ufpr.br)

### RESUMO

Em um setor da barreira regressiva holocênica de Paranaguá, sul do Brasil, foram realizadas 16 datações  $^{14}\text{C}$  e surpreendentemente as amostras mais profundas resultaram mais jovens que as mais superficiais. O objetivo deste trabalho é propor uma explicação para estes resultados. Para isto foram consideradas: (a) as fácies da barreira, principalmente seu conteúdo fossilífero, suas estruturas sedimentares e as direções das paleocorrentes; (b) as características dos sedimentos de fundo da plataforma interna atual e (c) a variação do nível relativo do mar durante os últimos 7.500 anos. Concluiu-se que as amostras mais jovens e mais profundas correspondem a moluscos em posição de vida ou depositados após escasso transporte, e que as amostras mais antigas e mais superficiais, constituídas por detritos vegetais, são provenientes de amplos estuários e foram transportadas por correntes de maré vazante até a plataforma interna, durante período em que o mar tinha níveis semelhante ou superior ao atual e posteriormente os detritos vegetais foram retrabalhados e transportados em direção à costa por ondas de tempestade e correntes costeiras durante a queda do nível do mar após o máximo da transgressão.

### ABSTRACT

In a sector of the Paranaguá Holocene regressive barrier, southern Brazil, 16 samples were dated by the  $^{14}\text{C}$  method. Surprisingly the samples from lower layers presented younger ages than the ones from upper layers. The aim of this work is to propose an explanation to these age inversions. For that the following was considered: (a) the barrier facies characteristics, mainly its fossils contents, sedimentary structures and paleocurrent patterns; (b) the present inner shelf sedimentary characteristics and (c) relative sea-level variations on the last 7.500 years. It was concluded that the younger samples obtained from lower layers composed of molluscs shells were in living position or were deposited after short transport. On the other hand, the older samples composed of vegetal debris and sampled from upper layers were probably provided by wide estuaries and transported to the shelf by ebb tidal currents when sea-level was similar or higher than the present one. When sea-level fell, after the maximum, the vegetal debris were reworked and transported onshore by storm waves and littoral currents.

Palavras-Chave: barreira regressiva, datações  $^{14}\text{C}$ , inversão de idades  $^{14}\text{C}$ , Paraná,

### 1. INTRODUÇÃO

Em um setor da barreira regressiva de Paranaguá foram datadas amostras pelo método do  $^{14}\text{C}$ . Surpreendentemente as amostras mais profundas resultaram mais jovens que as mais superficiais. O objetivo deste trabalho é propor uma explicação para estes resultados

### 2. MATERIAIS E MÉTODOS

Em um setor da Planície costeira de Paranaguá, próximo a Praia de Leste foi realizado um levantamento de perfis estratigráficos a partir de descrições de afloramentos e testemunhos de sondagem de vibro-testemunhador (Souza et al., 2003) (Figura 1). Nos perfis foram obtidas 16 amostras que foram datadas pelo método do  $^{14}\text{C}$ , sendo 15 pelo método convencional no Laboratório de  $^{14}\text{C}$  do

Centro de Energia Nuclear na Agricultura da Universidade de São Paulo e uma pelo método AMS (accelerator mass spectrometry) nos Laboratórios Geochron dos Estados Unidos. Foram datadas amostras de conchas (*Tivela foresti*, *Anomalocardia brasiliensis* e *Amiantis purpuratus*), fragmentos de conchas diversas, detritos vegetais, fragmentos de madeira e lama orgânica.

### 3. RESULTADOS

As datações forneceram idades  $^{14}\text{C}$  convencionais, corrigidas pelo  $\delta^{13}\text{C}$ , que podem ser agrupadas em: (a) idades do Pleistoceno >30.000 anos A.P. (antes do presente) e (b) idades do Holoceno entre  $2.750 \pm 60$  e  $7.580 \pm 80$  anos A.P (Tabela 1).

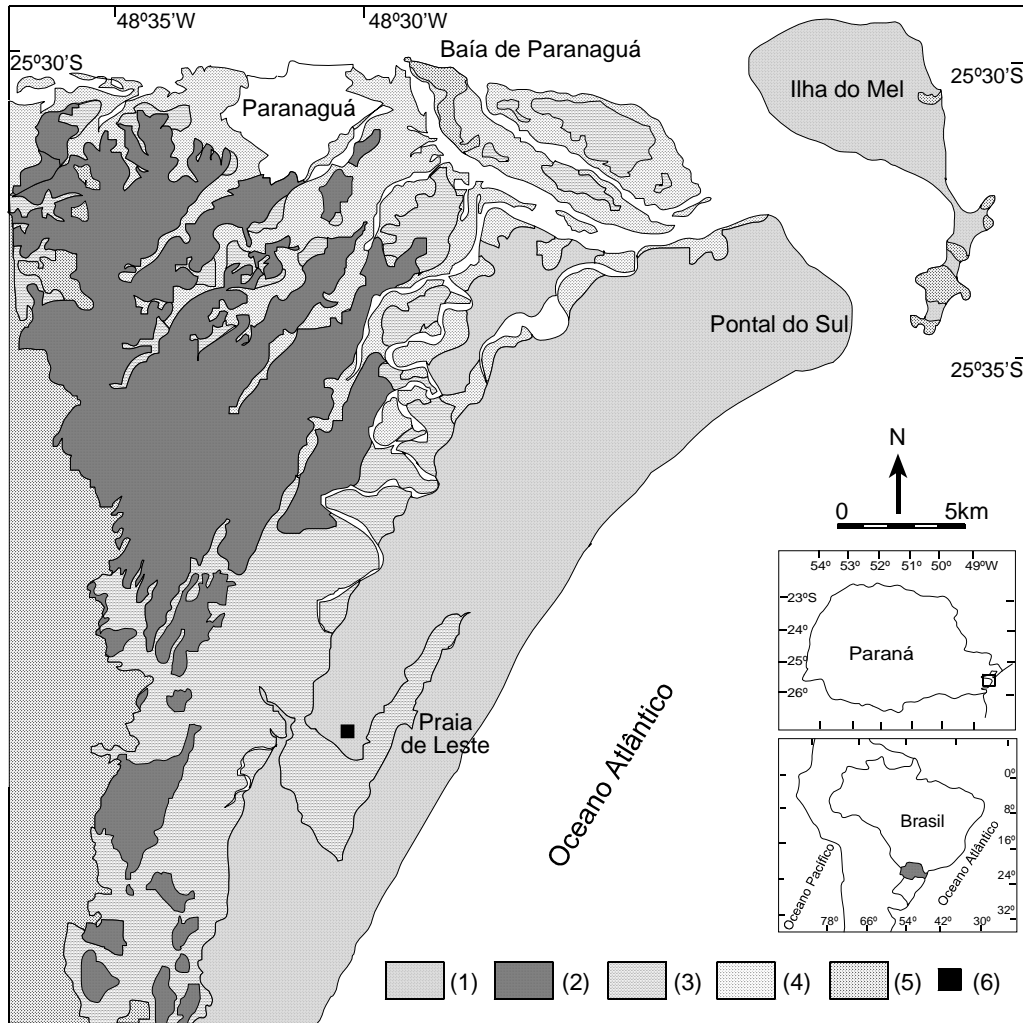


Figura 1: Localização da planície costeira de Paranaguá, sul do Brasil. 1) barreira holocênica; 2) barreira pleistocênica; 3) sedimentos paleolagunares; 4) mangues; 5) embasamento; 6) local de levantamento dos perfis estratigráficos.

Tabela 1: Datações  $^{14}\text{C}$  de amostras de planície costeira de Paranaguá, próximo a Praia de Leste, Estado do Paraná.

Perfil	Profundidade <sup>(1)</sup>	Referência laboratório	Idade $^{14}\text{C}$ <sup>(2)</sup> (anos A.P.)	$\delta^{13}\text{C}$	Natureza da amostra
P01	-4,2 a -4,1	CENA-300	3.960 ± 80	+0,99	concha de <i>Tivela foresti</i>
P01	-5,0 a -3,8	CENA-385	3.240 ± 70	-0,40	concha de <i>Amiantis purpuratus</i>
P06	-2,2 a -1,9	CENA-358	6.860 ± 80	-27,50	detritos vegetais
P09	-3,5 a -3,2	CENA-360	6.410 ± 80	-28,00	detritos vegetais
P10	-2,7 a -2,7	CENA-301	6.520 ± 90	-20,05	detritos vegetais
P13	-2,8 a -2,6	CENA-362	7.580 ± 80	-27,90	detritos vegetais
P13	-2,8 a -2,6	CENA-363	7.470 ± 80	-27,50	detritos vegetais
P15	-0,8 a -0,6	CENA-364	2.750 ± 60	-26,80	fragmento de madeira (tronco)
P15	-1,2 a -1,1	CENA-365	6.750 ± 90	-27,60	detritos vegetais
P15	-2,8 a -2,7	CENA-380	3.770 ± 70	+1,10	conchas e fragmentos de conchas <sup>(3)</sup>
P15	-3,3 a -3,1	GX-29115 <sup>(4)</sup>	4.540 ± 40	-25,60	detritos vegetais
P15	-4,3 a -4,1	CENA-366	3.810 ± 70	+0,50	conchas de <i>Anomalocardia brasiliana</i>
P16	-1,4 a -0,8	CENA-370	3.380 ± 60	-28,60	detritos vegetais
P18	-3,5 a -3,1	CENA-432	5.160 ± 70	-28,70	fragmentos de madeira
S01	-10,1 a -10,0	CENA-368	33.900 ± 900	-26,00	lama orgânica, detritos vegetais e fragmentos de conchas
S02	-9,83 a -9,73	CENA-369	37.500 ± 2.900	-25,70	lama orgânica

Observações: <sup>(1)</sup> em relação ao nível médio do mar atual; <sup>(2)</sup> idades  $^{14}\text{C}$  convencionais corrigidas pelo  $\delta^{13}\text{C}$ ; <sup>(3)</sup> Inclui conchas inteiras de adultos e juvenis de *Divaricella quadrisulcata*, *Tivela isabelleana* e *Tivela fulminata* e fragmentos de *Anadara* sp, *Tivela* sp, *Chione* sp ou *Anomalocardia brasiliana*, *Divaricella quadrisulcata*, *Ostreidae*, *Echinodermata* (provavelmente *Mellita quinquesperforata*); <sup>(4)</sup> datação pelo método AMS.

As idades >30.000 anos A.P. correspondem a amostras do substrato pleistocênico sobre o qual a barreira migrou. Como foram obtidas em fácies de plataforma rasa, pode-se inferir que estas se formaram durante um período de mar alto que provavelmente corresponde a penúltima transgressão ocorrida há aproximadamente 120.000 anos A.P. Como as idades  $^{14}\text{C}$  estão muito próximas do limite de detecção do método, a atividade  $^{14}\text{C}$  detectada nas amostras foi atribuída a pequena contaminação com  $^{14}\text{C}$  mais moderno.

Dentre as amostras holocênicas, as compostas por conchas forneceram idades entre  $3.240 \pm 70$  e  $3.960 \pm 80$  anos A.P. e as constituídas por detritos vegetais entre  $3.330 \pm 60$  e  $7.580 \pm 80$ ; sendo que, geralmente, as amostras compostas por detritos estavam em profundidades inferiores às das conchas (Figura 2). No perfil 15, por exemplo, uma amostra de conchas de *Anomalocardia brasiliiana* obtida entre 4,3 e 4,1 m de profundidade forneceu idade de  $3.810 \pm 70$  anos A.P., enquanto que uma

amostra de detritos obtida entre 3,3 e 3,1 m, forneceu idade de  $4.540 \pm 40$  anos A.P. (Tabela 1).

As amostras de conchas datadas de *Tivela foresti* (CENA-300) e *Amiantis purpuratus* (CENA-385) correspondiam a exemplares que apresentavam as duas valvas articuladas e o perióstraco preservado indicando que morreram in situ ou sofreram pouco transporte e foram rapidamente soterradas (Figura 3). Uma amostra composta de conchas diversas (CENA-380), incluía exemplares de adultos e juvenis muito frágeis sem sinais de abrasão e algumas conchas articuladas, indicando pouco ou nenhum transporte. Assim, pode-se inferir que as idades fornecida por estas amostras são muito próxima à idade de deposição dos sedimentos das fácies que as contém.

Por outro lado, os detritos vegetais e fragmentos de madeira apresentavam evidências de desgaste e arredondamento, indicando intenso transporte (Figura 4). Apenas um fragmento de tronco, com o córtex preservado, cuja datação forneceu idade  $2.750 \pm 60$  anos A.P. (CENA-364), não apresentava evidências de desgaste (Figura 5).

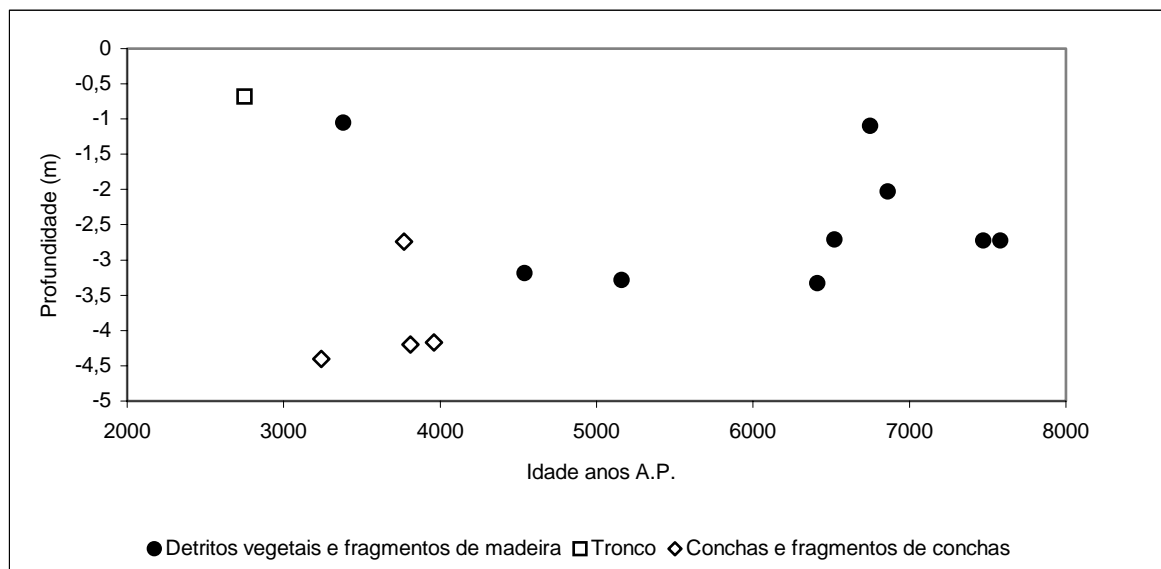


Figura 2: Relação entre a profundidade e a idade  $^{14}\text{C}$  convencional, corrigida pelo  $\delta^{13}\text{C}$ , de amostras de conchas e detritos vegetais da barreira holocênica de Paranaguá, próxima a Praia de Leste, sul do Brasil.



Figura 3: Exemplar de *Tivela foresti* com as valvas articuladas e perióstraco preservado, cuja datação forneceu idade  $^{14}\text{C}$  convencional de  $3.960 \pm 80$  anos A.P. (CENA-300).



Figura 4: Fragmentos de madeira com desgaste e arredondamento cuja datação forneceu idade  $^{14}\text{C}$  convencional de  $5.160 \pm 70$  anos A.P. (CENA-432).

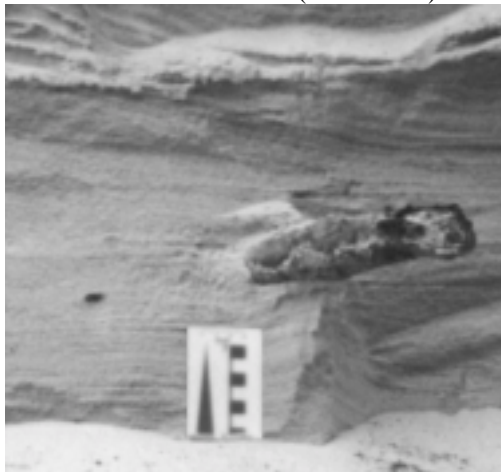


Figura 5: Tronco com o córtex preservado, sem sinais de desgaste cuja datação forneceu idade  $^{14}\text{C}$  convencional de  $2.750 \pm 60$  anos A.P. (CENA-364).

#### 4. DISCUSSÃO E CONCLUSÃO

O conjunto de fósseis de moluscos, equinodermos, foraminíferos e ostracodes encontrado nas fácies da barreira regressiva holocênica, é característico de ambiente de plataforma interna (Souza *et al.* 2003). Já os detritos vegetais são de origem continental e devem ter sido transportados até a plataforma. Assim, a deposição dos detritos deve ser posterior a morte do vegetal que lhe deu origem. Porém, como explicar que os detritos tenham sido depositados centenas e até milhares de anos após a morte dos vegetais que lhe deram origem? Onde permaneceram durante esse tempo?

Os detritos vegetais ocorrem na forma de drapes sobre marcas onduladas e principalmente associados a lâminas frontais e calhas de estratificações cruzadas acanaladas e sigmóides (Souza *et al.* 2003). As direções preferências de paleocorrentes medidas nestas cruzadas foram para

NW; isto é, transversais e para a costa. Frequentemente, as fácies com estratificações cruzadas que contém os detritos estavam limitadas por fácies de areias mais finas com até 5% de finos e intensa bioturbação (icnotramas *ii3* e *ii4*). Por outro lado, na plataforma interna atual, na mesma latitude da área de estudo da barreira holocênica, ocorrem fácies de areias fina a muito fina com teores variáveis de finos e fácies sobrepostas de areia média a grossa com dunas subaquosas (Veiga & Angulo 2003).

Ademais, no Paraná, durante a transgressão pós-glacial, o nível do mar teria alcançado nível semelhante ao atual há aproximadamente 7.500 anos A.P.; atingido seu máximo, em torno de 3 m acima do nível atual, há 5.400-5.000 anos A.P. e descido posteriormente até o seu nível atual (Angulo & Souza 1999).

Considerando: (a) as fácies da barreira holocênica, principalmente seu conteúdoossilífero, suas estruturas sedimentares e as direções de paleocorrentes; (b) as características dos sedimentos de fundo da plataforma interna atual e (c) a variação do nível relativo do mar durante os últimos 7.500 anos; pode-se inferir que, provavelmente, os detritos vegetais provinham dos amplos estuários existentes na região desde que o mar alcançou níveis semelhantes ou superiores ao atual. Os detritos provavelmente foram transportados pelas correntes de maré vazante e posteriormente depositados na plataforma interna, além do alcance de ação das ondas. Após o máximo da transgressão, com a descida progressiva do nível do mar, os detritos teriam começado a ser retrabalhados por ondas de tempestade e transportados por correntes costeiras em direção ao continente, como indicam as direções de paleocorrentes das fácies associadas, e se depositado sobre fácies de plataforma constituídas por sedimentos arenosos mais finos com abundante fauna benthica, formadas em condições de ondas de bom tempo.

#### AGRADECIMENTOS

Ao CNPq pelas bolsas de doutorado e produtividade em pesquisa e pelo projeto individual processo 460134/00-0, e a Fundação Araucária pelo apoio financeiro através do projeto Protocolo 451, chamada 001/2000

#### REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ANGULO R. J. & SOUZA M. C. de 1999. Relative variation curves in sea-level during the last 7000 years in Brazil: a review. In: Fletcher, C. H. and Matthews, J. V. (eds.) 1999. The non-steady state of the inner shelf and shoreline: coastal change on the time scale of decades to millennia in the late Quaternary. Abstracts with Programs, Inaugural Meeting of IGCP Project #437 "Coastal environmental change during sea level highstands", Honolulu, Hawaii, USA, p. 31-34.
- SOUZA M. C. de, ANGULO R. J., ASSINE M. L., DISARÓ S. T., PESENDA L. C. R., ARAUJO A. D., ODRICKI L. L. R., VEIGA F. A., SOUSA S. H. M. 2003. Evolução da barreira holocênica no litoral do Estado do Paraná, sul do Brasil. In: Congresso da Associação Brasileira de Estudos do Quaternário, IX. Recife, neste volume.
- VEIGA F. A. & ANGULO R. J.. 2003 Sedimentologia da plataforma continental interna rasa na porção central da costa paranaense. In: Congresso da Associação Brasileira de Estudos do Quaternário, IX. Recife, neste volume.