

EFEITO RESERVATÓRIO DAS ÁGUAS COSTEIRAS DO SUL DO BRASIL

Rodolfo José Angulo¹; Maria Cristina de Souza²; Sueli Kimiko Sasaoka³.

¹Dr., Departamento de Geologia, Universidade Federal do Paraná, Centro Politécnico Cxa Postal 19001
Phone: +55 41 361-3135. e-mail: angulo@ufpr.br

²M.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
³Dra., Museu de história natural Capão da Imbuia, Rua Benedito Conceição, 4407

RESUMO

Para melhorar a precisão temporal das curvas de variação do nível relativo do mar, as idades ¹⁴C convencionais podem ser convertidas para idades calendário que incluem a variação temporal do ¹⁴C atmosférico. Para converter as idades ¹⁴C convencionais para anos calendário é necessário primeiro corrigir as idades obtidas a partir de amostras de origem marinha pelo efeito reservatório (R). Contudo, existem significativas diferenças regionais do R (ΔR). Este trabalho apresenta seis novas datações que permitiram calcular um ΔR de 33 ± 24 anos para a região sul e, adicionando a idade de nove amostras publicadas anteriormente, calcular um ΔR de 63 ± 29 anos, para a região sul e sudeste do Brasil.

ABSTRACT

To improve the time accuracy of the relative sea-level curves, the ¹⁴C conventional ages need to be converted into calendar ages, that include the ¹⁴C atmospheric variations. To convert the ¹⁴C conventional ages of marine samples into calendar ages it's necessary to correct the reservoir effect (R) before. However, R present significant regional differences (ΔR). This work presents a 33 ± 24 years ΔR estimation for southern Brazil obtained from six marine shell samples collected in the states of Santa Catarina and Paraná. This work also presents a 63 ± 29 years ΔR estimation for the Brazilian coast from the states of Rio de Janeiro to Santa Catarina obtained by adding nine ages published in previous works.

Palavras-Chave: efeito reservatório, sul do Brasil, sudeste do Brasil

1. INTRODUÇÃO

As curvas de variação do nível do mar no Holoceno no Brasil foram construídas com idades ¹⁴C convencionais, corrigidas pelo $\delta^{13}C$, obtidas a partir de amostras de indicadores temporais de paleo-níveis marinhos que incluem restos de organismos continentais, estuarinos, lagunares e marinhos. Para melhorar a precisão temporal das curvas, as idades ¹⁴C convencionais podem ser convertidas para idades calendário que incluem a variação temporal do ¹⁴C atmosférico (Stuiver & Braziunas 1993). Porém para converter as idades ¹⁴C convencionais para anos calendário é necessário primeiro corrigir as idades obtidas a partir de amostras de origem marinha pelo efeito reservatório (R). Stuiver & Braziunas (1993) recomendam a diminuição de 360 anos para as amostras marinhas do hemisfério sul, que seria o valor médio do efeito reservatório para águas superficiais deste hemisfério. Contudo, existem significativas diferenças regionais do efeito reservatório (ΔR), que podem alcançar valores de até 885 ± 45 anos como no Mar de Ross (Stuiver et al. 1986). Deste modo, é necessário conhecer o ΔR regional para converter as idades ¹⁴C convencionais em idades calendário das amostras de origem marinha.

Até 2002 não existiam valores publicados de R para as águas superficiais costeiras do Brasil. Eastoe et al. (2002) publicaram os primeiros dados sobre o efeito reservatório das águas costeiras do Atlântico Sul a partir de amostras provenientes de Santa Catarina e Rio de Janeiro. Os dados incluíam amostras de conchas atuais e conchas antigas obtidas em sambaquis e conchas atuais de Santa Catarina datadas por Nadal de Masi (1999 *apud* Eastoe et al. 2002). Os dados apresentaram alta variabilidade dos valo-

res de R (97 até 527 anos), inclusive seis amostras coletadas no mesmo ano e no mesmo local forneceram idades de R entre 192 e 527 anos. Eastoe et al. (2002) concluíram que o R é variável no tempo e que a idade das amostras marinha somente podem ser corrigida após se conhecer a variabilidade temporal do R. Segundo estes autores, amostras atuais e com idades entre 2.500 e 1.595 anos ¹⁴C convencionais, do litoral de Santa Catarina, poderiam ser corrigidas por um R de 220 ± 20 anos, porém outras amostras atuais dos litorais de Santa Catarina e Rio de Janeiro teriam que ser corrigidas por um R de 510 ± 10 anos. Segundo os autores, as diferenças de envelhecimento das amostras poderiam ter sido originadas por variações do R de curto período (sazonais a decadais) nas águas costeiras causadas por fenômenos de ressurgência.

Utilizando apenas amostras marinhas atuais publicadas por Eastoe et al. (2002), Reimer & Reimer (2003) calcularam um valor médio do ΔR para o Atlântico SW de 89 ± 46 anos.

2. OBJETIVOS E METODOLOGIA

Para tentar melhorar a determinação do ΔR das águas costeiras do sul do Brasil foram obtidas amostras de conchas da coleção do Museu de História Natural Capão de Imbuia, com datas de coleta anteriores as explosões nucleares na atmosfera e que não apresentassem evidências de desgaste. Foram datadas duas amostras obtidas de conchas dos bivalves *Macrocallysta maculata* e *Raeta plicatella* e três dos gastrópodes *Janthina janthina*, *Pugilina moreo* e *Nassarius vibex*, coletadas entre 1933 e 1944, nos litorais dos estados do Paraná e de Santa Catarina. Também foi datada uma amostra de cirripédio incrustado na concha de *Pugilina moreo*.

As idades ^{14}C foram determinadas pelo método AMS (*accelerator mass spectrometry*) nos laboratórios Geochron.

Os valores de R e ΔR foram calculados no Department of Geological Sciences and Quaternary Research Center, University of Washington.

3. RESULTADOS

As datações forneceram idades ^{14}C convencionais entre 580 ± 40 e 410 ± 40 anos antes do presente (A.P.), com idade média em torno dos 500 anos A.P.; valores de R entre 392 ± 42 e 233 ± 42 anos e valores de ΔR entre 112 ± 41 e -5 ± 41 anos (Tabela 1 e Figura 1).

Tabela 1: Idades ^{14}C convencionais corrigidas pelo $\delta^{13}\text{C}$, efeito reservatório (R) e variação regional do efeito reservatório (ΔR) de amostras de conchas marinhas coletadas nos litorais dos estados do Paraná e de Santa Catarina entre 1933 e 1944.

Gênero e espécie	Classe	Ano de coleta	Local, Estado	Latitude	Idade ^{14}C convencional (anos)	$\delta^{13}\text{C}$ (‰)	R (anos)	ΔR (anos)
<i>Macrocallista maculata</i>	Pelecípoda	1944	Ilha do Francês, Santa Catarina	27°25'	580 ± 40	+ 0,3	392 ± 42	112 ± 41
<i>Raeta plicatella</i>	Pelecípoda	1940	Campeche, Santa Catarina	27°41'	550 ± 40	- 0,9	373 ± 42	85 ± 41
<i>Janthina janthina</i>	Gastrópoda	1940	Ilha do Francês, Santa Catarina	27°41'	500 ± 40	- 1,3	323 ± 42	35 ± 41
<i>Pugilina moreo</i>	Gastrópoda	1940	Ilha do Mel, Paraná	25°30'/35'	410 ± 40	- 0,6	233 ± 42	-55 ± 41
<i>Cirripédio</i>	Artrópoda	1940	Ilha do Mel, Paraná	25°30'/35'	460 ± 40	- 1,3	283 ± 42	-5 ± 41
<i>Nassarius vibex</i>	Gastrópoda	1933	Mar de Dentro, Ilha do Mel, Paraná	25°31'/34'	490 ± 40	+ 0,4	321 ± 42	30 ± 40



Figura 1: Locais onde foram obtidas amostras para determinação do efeito reservatório, nos litorais de Paraná e Santa Catarina, sul do Brasil.

4. DISCUSSÃO E CONCLUSÕES

Um dos problemas das amostras utilizadas para determinar o R é que a data de coleta pode não corresponder à data da morte do organismo, pois não há especificação no livro tomo se a concha foi obtida a partir de um espécime coletado vivo ou morto. Para contornar este problema foram escolhidas conchas que não tivessem sinais de abrasão. A melhor amostra sob este aspecto é a de *Janthina janthina* pois este gastrópode tem concha frágil e vive flutuando no mar, sendo pouco resistente ao transporte (Figura 2A). Como os exemplares da coleção não apresentavam nenhuma evidência de abrasão e ainda tinham a coloração púrpura característica, que se perde após a morte do organismo quando exposto ao sol, considerou-se que, neste caso, a idade da morte seria próxima à idade de coleta. Ademais, Goffergé (1950), que é o coletor da amostra datada, refere que em Santa Catarina coletou vários exemplares vivos que flutuavam sobre as águas do

mar. As conchas do bivalve *Raeta plicatella* também são frágeis e pouco resistentes ao transporte, sendo provável que a data da morte seja próxima a data de coleta (Figura 2B). Outra concha propícia para datação foi a de *Pugilina moreo* que ainda apresentava parte do perióstraco, que é uma camada orgânica de fácil deterioração após a morte do organismo (Figura 2C). Por outro lado, embora a concha datada de *Macrocallista maculata* não tivesse sinais de abrasão, ela foi obtida num lote de conchas que incluía exemplares com incrustações de cirripédios e ostras juvenis na parte interna da valva, indicando um lapso de tempo entre a morte do organismo e a sua coleta (Figura 2D). Embora a idade de 580 ± 40 anos A.P. seja um pouco superior ao das outras amostras, ela é compatível com as idades fornecidas pelas conchas de *Janthina janthina* e *Raeta plicatella*.

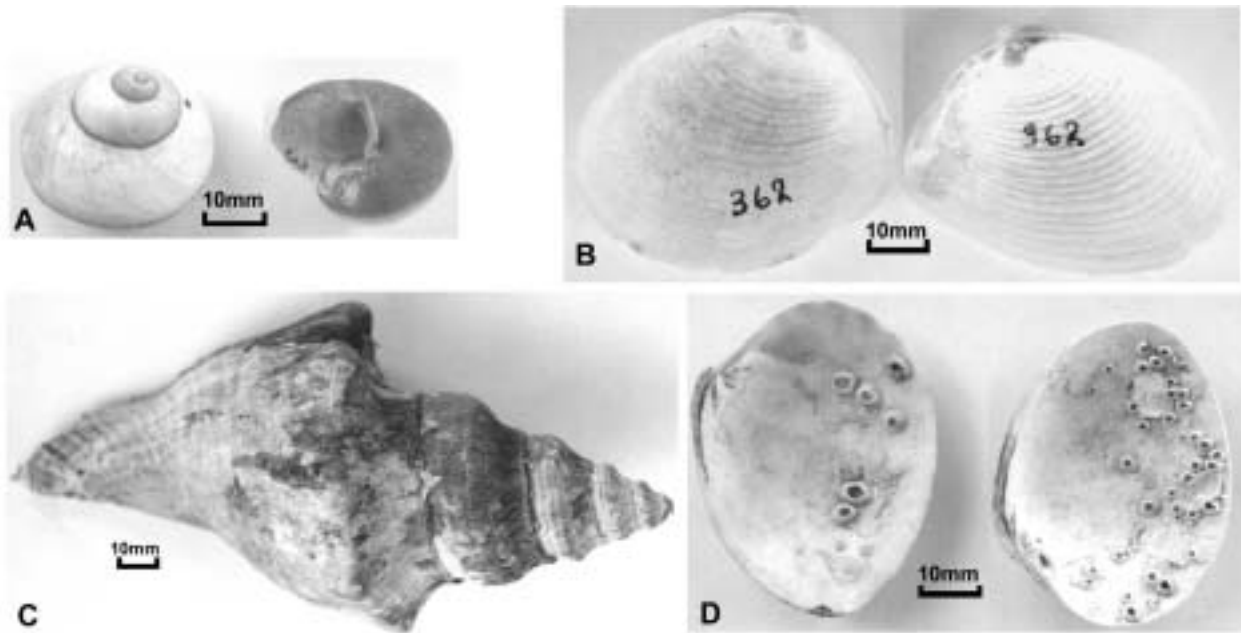


Figura 2: Exemplos das conchas datadas: (A) Conchas de *Janthina janthina*. (B) Conchas de *Raeta plicatella*. (C) Concha de *Pugilina moreo* - As partes mais escuras da concha correspondem ao perióstraco preservado. (D). Concha de *Macrocallista maculata* com incrustações de cirripédios e ostras juvenis, indicando um lapso de tempo entre a morte do organismo e a coleta da concha.

Para verificar a compatibilidade de idades de organismos de espécies diferentes foi datada uma amostra dos cirripédios incrustados na concha de *Pugilina moreo*. A idade desta amostra (460 ± 40 anos A.P.) foi superior à da concha sobre a qual estava incrustada (410 ± 40 anos A.P.), porém dentro da margem de erro de determinação do método. Assim, as idades ^{14}C convencionais seriam compatíveis.

Pode-se concluir que as datas de coleta das amostras datadas são provavelmente próximas das idades da morte dos organismos.

Com relação aos valores de R obtidos por Eastoe *et al.* (2002) a partir de conchas de sambaquis, cabe considerar que eles podem estar influenciados por águas continentais, pois as amostras são provenientes do Sambaqui de Jabuticabeira, localizado na margem de uma paleolaguna (Martin *et al.* 1988), com importante aporte fluvial do Rio Tubarão. Assim, os valores de R poderiam não ser representativos das águas marinhas costeiras.

Eastoe *et al.* (2002) atribuem as diferenças R encontradas nas amostras antigas e atuais a fenômenos de ressurgência sazonais a decadais. Para as amostras antigas, é difícil explicar como estes fenômenos podem influenciar lagunas com forte influência fluvial. Para as amostras atuais, embora as diferenças possam ser atribuídas a fenômenos de ressurgência, é arriscado atribuir as diferenças de R, encontradas entre amostras de conchas coletadas no mesmo local (Ponta das Canas, Santa Catarina) e no mesmo ano (1942), a uma mudança sazonal de R, pois a idade de coleta das amostras pode ser diferente da idade da morte do organismo.

Pode-se concluir que uma média dos valores de R obtidos a partir de conchas atuais, coletadas antes das explosões nucleares na atmosfera, podem fornecer uma estima-

tiva aceitável do R regional. Considerando os dados apresentados neste trabalho, o ΔR para os estados de Paraná e Santa Catarina é de 33 ± 24 anos. Já, considerando os dados deste trabalho e os de nove amostras marinhas atuais apresentadas por Eastoe *et al.* (2002) o ΔR médio é de 63 ± 29 anos.

AGRADECIMENTOS

Ao CNPq pelas bolsas de doutorado e produtividade em pesquisa e pelo projeto individual processo 460134/00-0, às biólogas Gilda Maria Siqueira Tebet, Chefe de Divisão, e Dra. Teresa Cristina Castellano Margarido, Chefe do Serviço de Administração e Manutenção de Coleções, do Museu de História Natural Capão de Imbuia, pelo auxílio na obtenção das amostras, e a Fundação Araucária pelo apoio financeiro através do projeto Protocolo 451, chamada 001/2000

A Dra. Paula Reimer do *Department of Geological Sciences and Quaternary Research Center, University of Washington*, pelos cálculos dos R e ΔR das amostras.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- EASTOE C.J., FISH P., DULCE GASPAR M., LONG A. 2002. Reservoir corrections for marine samples from the south Atlantic coast, Santa Catarina State, Brazil. *Radiocarbon*, 44(1):145-148.
- GOFFERJÉ C. N. 1950. Contribuição à zoogeografia da malacofauna do litoral do Estado do Paraná. *Arq. Museu Par.*, Curitiba, 8:221-282.
- MARTIN L., SUGUIO K., FLEXOR J. M., AZEVEDO A. E. G. 1988. Mapa geológico do Quaternário costeiro dos Estados do Paraná e Santa Catarina. *Série Geol. DNPM*. Brasília, n.28. 40p. 2 mapas.

- REIMER P. & REIMER R. 2003. Marine Reservoir Correction Database. <http://depts.washington.edu/qil/marine>. Acesso em 13/06/2003.
- STUIVER M. & BRAZIUNAS T.F. 1993. ^{14}C Ages of marine samples to 10,000 BC. Radiocarbon, 35(1) 137-189.
- STUIVER M., PEARSON G.W., BRAZIUNAS T. 1986. Radiocarbon age calibration of marine samples back to 9,000 cal years B.P. Radiocarbon, 28(2B):980-1021.