

# Comparação tafonômica entre duas concentrações fossilíferas (*shell beds*) da Planície Costeira do Rio Grande do Sul, Brasil

**Renato Pereira Lopes**

FZBRS/Seção de Paleontologia, Museu de Ciências Naturais. Rua Dr. Salvador França, 1427, 90690-000, Porto Alegre, RS, Brasil. paleonto\_furg@yahoo.com.br

**Francisco Sekiguchi de Carvalho Buchmann**

UNESP/Câmpus São Vicente. Praça Infante D. Henrique, s/n, 11330-900, São Vicente, SP, Brasil. buchmann@csv.unesp.br

## RESUMO

As características tafonômicas nas assembléias fósseis são condicionadas pelo ambiente deposicional em que os restos foram preservados. São aqui testados dentro desta ótica os depósitos de bioclastos compostos por moluscos marinhos em duas concentrações fossilíferas (*shell beds*) distintas, presentes nas áreas do sul da Planície Costeira do Rio Grande do Sul, uma delas conhecida como “concheiros”, e situada na atual área de praia, e outra identificada no Passo da Lagoa, a sul da margem da lagoa Mangueira, mais interiorizada e mais elevada, ambas distando entre si, cerca de 6 km. Os fósseis foram analisados e comparados quanto a sua integridade física, abrasão, bioerosão, dissolução e quanto a sua composição taxonômica, que inclui as formas de icnofósseis responsáveis pelos processos de bioerosão. As similaridades tafonômicas observadas sugerem que estes depósitos foram originados em uma dinâmica costeira similar e em ambiente praiado e estão relacionados às oscilações eustáticas ocorridas durante o final do Pleistoceno e Holoceno na região. Este estudo representa a primeira abordagem tafonômica sistemática envolvendo os bioclastos provenientes destes importantes depósitos que marcam a porção sul da PCRS.

**Palavras-chave:** tafonomia, tafofácies, *shell beds*, Icnofácies *Entobia*, Planície Costeira do Rio Grande do Sul.

## ABSTRACT

TAPHONOMIC COMPARISON BETWEEN TWO FOSSILIFEROUS CONCENTRATIONS (SHELL BEDS) FROM THE COASTAL PLAIN OF RIO GRANDE DO SUL STATE, BRAZIL. Taphonomic features on fossils accumulations are the result of the depositional context in which the remains were preserved. Under this focus, two places characterized by the occurrence of shell beds in the southern coastal plain of Rio Grande do Sul State were tested. One of them, known as “concheiros”, is located at the present coastline, and the other, called “Passo da Lagoa”, is exposed near 6 km landwards and in levels 4 m high, separated from “concheiros” by a coastal lake and a sandy barrier formed in the Holocene. The fossil material was analyzed and compared regarding its physical integrity, abrasion, bioerosion, dissolution and taxonomic composition, including the ichnofossils involved in the bioerosional activity. The taphonomic similarities suggested common hydrodynamic process and beach environments to their genesis and their relation with the transgressive events that marks the end of Pleistocene and the beginning of Holocene in the area. The study is the first contribution to taphonomic analyses to those deposits, characteristics of Rio Grande do Sul southern coastal plain.

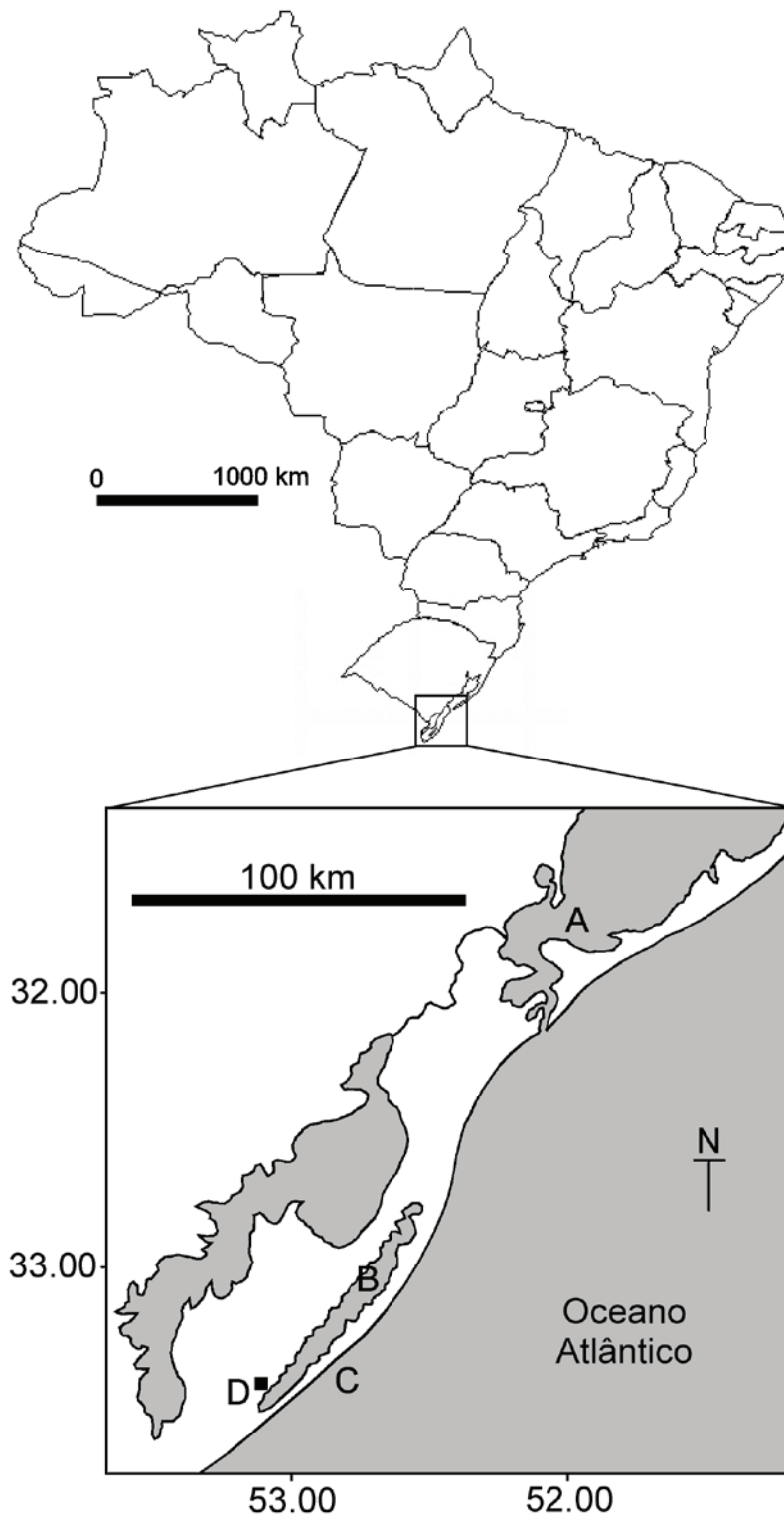
**Key words:** taphonomy, taphofacies, shell beds, bioerosion, *Entobia* Ichnofacies, coastal plain of Rio Grande do Sul State.

## INTRODUÇÃO

Os estudos tafonômicos têm recebido grande atenção nas últimas décadas por sua grande potencialidade no auxílio ao reconhecimento de paleoambientes deposicionais (Speyer e Brett, 1986; Brett e Baird, 1986). No sul da costa gaúcha ocorrem, ao longo da praia, grandes acumulações de conchas de organismos marinhos e fósseis de vertebrados. Depósitos similares

também foram registrados às margens da lagoa Mangueira, situada mais para o interior do continente (Figura 1). Esses depósitos enquadram-se no que Kidwell (1986) denominaram concentrações fossilíferas, referindo-se a acumulações relativamente densas de partes duras de origem biológica, independente da natureza taxonômica de seus componentes a taxonomia, estado de preservação ou grau de alteração pós-morte.

Os bioclastos presentes no ambiente praiado constituem a deposição aqui denominada como “concheiros” e se estende por cerca de 40 km, a uma distância de 150 km do sul do estuário da laguna dos Patos (Figura 2). Este depósito foi descrito pela primeira vez por Figueiredo (1975) como “manchas” esparsas de bioclastos com até 3 cm de espessura e atualmente se distribui de forma contínua, atingindo por vezes



**Figura 1.** Localização da porção sul da Planície Costeira do Rio Grande do Sul com as localidades e ambientes envolvidos neste estudo: estuário da lagoa dos Patos (A), lagoa Mangueira (B), “concheiros” (C) e Passo da Lagoa (D).

**Figure 1.** Southern part of the Coastal Plain of Rio Grande do Sul and the localities and environments involved in this study: Patos Lagoon estuary (A), Mangueira Lagoon (B), “concheiros” (C), and Passo da Lagoa (D).

mais de 2 m de espessura (Asp, 1996). Essas concentrações não existiam até o início da década de 1970, segundo informação de moradores locais. Observações feitas ao longo de 10 anos por um dos autores deste trabalho (FSCB) têm evidenciado a gradativa extensão mais para o norte da distribuição destes depósitos de conchas. A origem destes bioclastos foi atribuída às grandes concentrações de camadas de conchas existentes ao longo da plataforma continental adjacente, em profundidades entre 0 a 40 m (Figueiredo, 1975), e sua concentração em ambiente praiar, como resultado da ação de ondas de tempestade durante o inverno, que removeriam e transportariam os bioclastos desde estes depósitos submersos (Buchmann, 2002).

Grande parte do material original, coletado diretamente na plataforma, exibe um grau de fragmentação e desgaste que indica seu retrabalhamento, mesmo nos ambientes praiar pretéritos (Asp, 1999). Datações por  $^{14}\text{C}$  nos bioclastos mostraram idades entre 16 ka e mais de 38 ka (limite máximo do método), o que possibilita classificar esses biodetritos como palimpsestos, isto é, sedimentos-relíquia (*sensu* Emery, 1968) retrabalhados pela dinâmica atual (Swift *et al.*, 1971).

Uma associação semelhante foi identificada no Passo da Lagoa (Figura 3), cerca de 6 km a oeste em linha reta, junto à margem da lagoa Mangueira (Lima e Buchmann, 2005). Seu conteúdo em fósseis foi descoberto durante a construção de canais de irrigação na margem sudoeste da lagoa, quando da remoção do material e mostrou que se estende até cerca de 2 m de profundidade. Durante a época de seca, com o nível da água mais baixo, é possível coletar o material diretamente do leito da lagoa. Assim como nos “concheiros”, os bioclastos encontrados no Passo da Lagoa são de origem marinha e estão associados a fósseis de mamíferos terrestres (ossos de xenartros, litopternos, toxodontídeos, proboscídeos, carnívoros, artiodáctilos e roedores), quelônios e aligatorídeos, além de outros vertebrados (aves, cetáceos, elasmobrânquios e peixes teleosteos) e invertebrados marinhos (crustáceos),

identificados nos inúmeros trabalhos realizados na área (Paula-Couto, 1939; Buchmann, 2002; Lopes, 2006; Hsiou e Fortier, 2007).

A identidade de tipos presentes nestas duas áreas sugere um contexto

deposicional semelhante, condição que será aqui testada. Este setor da costa brasileira teve sua gênese a partir dos processos resultantes das variações cíclicas do nível do mar no Quaternário e, a partir daí, manteve-se profunda-

mente influenciado por elas (Villwock *et al.*, 1986). A possibilidade de avaliar a relação desses depósitos biodetríticos com os eventos de variação eustática do nível do mar, não apenas amplia seu conhecimento, como permite acompanhar sua resposta a esses episódios e as mudanças no padrão deposicional daí resultante. Neste trabalho serão apresentados os resultados da análise comparativa dos aspectos tafonômicos envolvidos na deposição das conchas de moluscos destas concentrações, buscando avaliar se compartilham uma origem comum e resultaram de uma dinâmica costeira similar.

Representa a primeira abordagem tafonômica sistemática envolvendo bioclastos provenientes dos depósitos fossilíferos do sul da costa do Rio Grande do Sul. Análises geoquímicas e comparações com amostras coletadas em áreas mais profundas da plataforma continental, ou em depósitos encontrados em outras localidades, permitirão futuramente reconhecer diferenças e similaridades com relação à preservação dos restos, possibilitando reconhecer padrões relacionados com distintos paleoambientes.



**Figura 2.** Aspecto da acumulação de bioclastos ao longo da praia, conhecida por “concheiros” (foto de Felipe Caron).  
**Figure 2.** View of the bioclastic accumulation named “concheiros”, along the recent shore (photo by Felipe Caron).



**Figura 3.** Aspecto da concentração de bioclastos no Passo da Lagoa.  
**Figure 3.** Parcial view of the bioclastic accumulation in the “Passo da Lagoa”, located at the marginal area of Mangueira Lagoon.

## CONTEXTO GEOLÓGICO

A Planície Costeira do Rio Grande do Sul (PCRS) foi estruturada ao longo do Terciário e Quaternário em resposta ao retrabalhamento dos sedimentos da porção superior da Bacia de Pelotas pelas sucessivas oscilações do nível do mar. Esse processo resultou na formação de dois ambientes deposicionais distintos: o Sistema de Leques Aluviais e a Barreira Múltipla Complexa. Esta compreende quatro sistemas deposicionais do tipo laguna-barreira, formados durante os três grandes eventos de transgressão marinha do Pleistoceno e o Holoceno (Figura 4), datados com tendo ocorrido em 400 ka, 325 ka e 120ka (Villwock e Tomazelli, 1995). O último deles, iniciado há cerca de 6 ka e com um máximo transgressivo em 5 mil anos, ainda está ativo e foi responsável pelo isolamento entre a lagoa Mangueira e o mar (Toma-

zelli *et al.*, 2000), pela formação de um esporão arenoso de sentido NE-SW (Buchmann, 1997).

Morfológica e geologicamente, a porção sul da PCRS é caracterizada pela justaposição lateral de duas barreiras pleistocênicas (barreiras II e III) e uma holocênica (Barreira IV), cada uma indicando um máximo transgressivo marinho (Tomazelli *et al.*, 2000). O espaço entre as barreiras II e III é hoje ocupado por ambientes fluviais e palustres, enquanto aquele entre as barreiras III e IV, é ocupado por diversas lagoas costeiras, entre eles, a lagoa Mangueira (Figura 1). Os sedimentos que constituem os sistemas laguna-barreira são essencialmente siliciclásticos, com elevada maturidade e granulometria fina a média. Ao contrário do restante da costa gaúcha, no setor sul a declividade da praia é mais acentuada e a areia mais grosseira (Calliari e Klein, 1993), com expressiva participação de níveis carbonáticos de origem biogênica resultantes das concentrações de bioclastos. O acúmulo de restos, formados majoritariamente por conchas de moluscos (*shell beds*) são conhecidos tanto na faixa de praia, como formando bancos (parcéis) na plataforma continental (Buchman, 2002).

A Figura 5 mostra o posicionamento dos dois locais estudados dentro deste contexto e permite avaliar a situação topograficamente mais elevada de grande parte do atual fundo da lagoa Mangueira em relação ao nível do mar atual.

## DINÂMICA DEPOSICIONAL DAS CONCENTRAÇÕES FOSSILÍFERAS

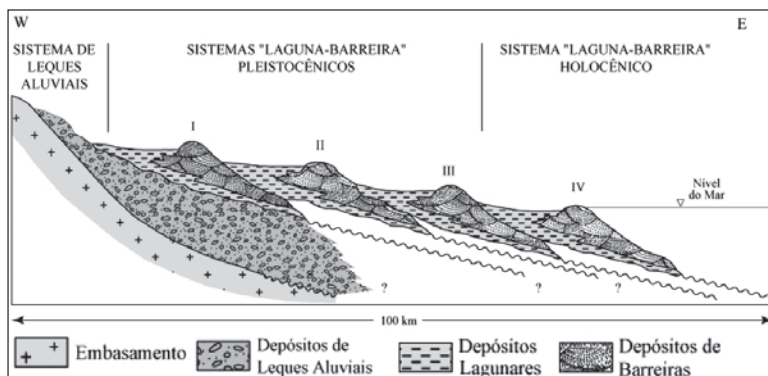
A geometria e características físicas dos “concheiros” no sul da PCRS acompanham as das restingas e cordões de dunas, todos conformados pela ação hidráulica das ondas e em resposta aos ventos predominantes e suas alterações.

Em termos regionais, por sua localização latitudinal (29° e 43° S) e proximidade do mar, a costa sul-riograndense está incluída Zona Subtropical, um sistema de ventos controlados pelas massas de ar marítimas ora provenientes dos trópicos, ora dos polos. O clima na região ainda é controlado por dois outros centros de maior amplitude e de alta pressão, o Anticiclone Semi-Fixo do Atlântico Sul e o Anticiclone Migratório Polar. O primeiro, mais permanente em seu posicionamento entre os 18° e 35° de latitude sul, forma uma massa de ar tropical marítima de temperatura e umidades elevadas. Durante seu predomínio, as condições de tempo ficam mais estáveis. Já o Anticiclone Móvel Polar é alimentado pelas massas de ar frio provenientes da Antártica que se deslocam no sentido SW-NE, em direção ao território sul-brasileiro. O choque entre os dois centros origina uma zona depressionária que causa a convergência dos ventos, instabilidade e precipitação pluviométrica (Nimer, 1977; Tessler e Goya, 2005).

Mas, na dinâmica hidráulica dos “concheiros”, o maior controle é exercido pelas variações climáticas ao longo do ano. Durante o outono e inverno, quando domina o Sistema Anticlonal Polar, os ventos sopram do quadrante S-SE e originam subidas e descidas bruscas da linha de costa, que causam o avanço da água sobre a praia e, a seguir, forte ressaca. Na primavera e no verão, quando o sistema anticlonal enfraquece, dominam os ventos de NE que mobilizam as areias das dunas próximas e as fazem migrar, recobrando as conchas (Arejano, 1999; Toldo Jr. *et al.* 2006). A partir daí os fragmentos orgânicos resultantes das ressacas são continuamente retrabalhados pelas ondas na zona intermarreal e fragmentados, muitos se reduzindo a fragmentos de tamanho areia.

De acordo com Villwock e Tomazelli (1995), a costa atual do Rio Grande do Sul é submetida basicamente a três tipos de ondas: ondulações (*swell waves*) e vagas (*sea waves*), permanentes ao longo do ano, e ondas de tempestade (*storm waves*) que atuam no outono-inverno. Este último tipo parece ser o grande responsável pela remoção do material biodetrítico dos depósitos submersos e seu aporte na praia, mas é de ocorrência esporádica e associada à atuação das frentes frias. No restante do ano, o material trazido à praia é apenas retrabalhado pelas ondulações e vagas. O grau de retrabalhamento condiciona a distribuição transversal dos biodetritos ao longo da praia. Desde a zona de intermaré até a linha que demarca o nível máximo de ação das ondas de tempestade, concentram-se os restos de maior tamanho e melhor preservados. Já os biodetritos menores e mais leves costumam ser carregados pelo vento em direção ao continente e encontrados como areia carbonática nas dunas frontais.

O caráter cíclico destes processos é visível nas escarpas escavadas pelas ondas e sangradouros na face praial (sangradouros), que expõem sucessivas intercalações de camadas de areia e biodetritos.

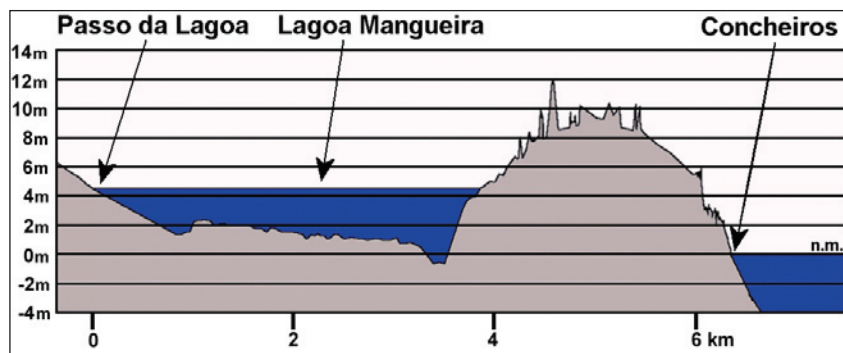


**Figura 4.** Corte esquemático W-E, transversal aos sistemas deposicionais da Planície Costeira, evidenciando os quatro sistemas laguna-barreira (modificado de Tomazelli e Villwock, 2005).

**Figure 4.** W-E schematic section in the Coastal Plain of Rio Grande do Sul, showing the barrier-lagoon systems (modified from Tomazelli and Villwock, 2005).

## MATERIAL E MÉTODOS

A análise aqui feita buscou contemplar as características tafonômicas de



**Figura 5.** Perfil topo-batimétrico de uma transecta entre a lagoa Mangueira e o oceano Atlântico (modificado de Lima e Buchmann, 2005). **Abreviação:** n.m., nível do mar.  
**Figure 5.** Topo-bathymetric profile since the Mangueira Lagoon to the Atlantic Ocean (modified from Lima and Buchmann, 2005). **Abbreviation:** n.m., sea level.

**Tabela 1.** Variáveis tafonômicas analisadas.  
**Table 1.** Taphonomic attributes analyzed.

Variável Tafonômica	Descrição	Origem	Implicações
Integridade Física	grau de fragmentação dos bioclastos	física e/ou biológica	deposição em ambiente de alta energia, predação ou bioturbação
Abrasão	grau de desgaste dos bioclastos	física	movimentação dos bioclastos por ondas e/ou correntes
Bioerosão	incrustação e/ou perfuração dos bioclastos	biológica	tempo de exposição dos bioclastos na interface sedimento/água. Pode fornecer informações sobre a comunidade
Dissolução	alteração textural dos bioclastos devido à corrosão	química e/ou biológica	mudanças no pH ou pCO <sub>2</sub> da água ou resultado de atividade microbiana

450 exemplares de moluscos fósseis provenientes de três amostras pontuais e aleatórias, para cada um dos depósitos.

Em cada um dos pontos foram coletadas, e observadas quanto a sua disposição, amostras superficiais de biodetritos e sedimento, em um quadrado de 1 m<sup>2</sup>.

Para a análise foram considerados apenas os bioclastos que representavam partículas sedimentares de origem orgânica com diâmetro superior a 2 mm, conforme a metodologia proposta por Kidwell e Holland (1991). Os bioclastos foram selecionados e separados da areia e dos fragmentos menores por método de peneiragem em laboratório. Para análise

dos aspectos tafonômicos os bioclastos foram tomados aleatoriamente dentre a amostra peneirada.

As variáveis tafonômicas a serem analisadas foram adaptadas dos atributos definidos por Brett e Baird (1986) e Kidwell (1991) e constam da Tabela 1. Entre as definidas por esses autores, apenas a coloração, fragmentação, abrasão e dissolução puderam ser observadas no material. Mas foram aqui consideradas as atividades de bioerosão sobre os bioclastos.

Cada bioclasto foi medido ao longo de seu eixo maior para determinação do seu tamanho máximo como partícula sedimentar, segundo as classes granulométricas

de Wentworth de modo a permitir as comparações entre as duas áreas (Figura 6). Quando possível, dada à maior integridade do bioclasto, foi realizada a identificação taxonômica, com base na descrição de moluscos marinhos da costa brasileira feita por Rios (1994).

Com relação à fragmentação, os bioclastos foram classificados como inteiros, quebrados (mais de 50% da estrutura original mantida), ou como fragmentos (menos de 50% da estrutura preservada). Quanto à abrasão dos bioclastos, três categorias foram estabelecidas: sem desgaste (abrasão 0), pouco desgastados (estágio 1) ou, muito desgastados (estágio 2), conforme ilustrado na Figura 7.

Os sinais de bioerosão presentes nos bioclastos são resultantes da ação de organismos incrustantes (epiesqueletozoários) ou perfurantes (endoesqueletozoários), segundo Taylor e Wilson (2002), e também, da atividade de predadores. Neste aspecto foram classificadas como ausentes (sem sinais de alteração), poucas (quando a maior parte da estrutura do bioclasto apresentava-se sem alteração) ou intensa (quando o bioclasto apresentava extensas alterações). A Figura 8 ilustra estes principais tipos entre o material encontrado.

Além destas variáveis, durante a análise do material foram observados muitos bioclastos com sinais de dissolução, levando a avaliar também este parâmetro. Para tanto os restos foram classificados como tendo dissolução ausente, pouca (quando apenas parte da estrutura apresentava esses sinais), ou intensa (quando todo o bioclasto exibia dissolução).

## RESULTADOS

Em ambos os depósitos foram encontrados basicamente os mesmos táxons (Tabela 2), excetuando-se a presença exclusiva nos concheiros do neogastrópode *Adelomelon brasiliana*, um predador bentônico (Clédon *et al.*, 2005), e dos bivalvíos *Ostrea cf. puelchana* e *Crasostrea* sp., para o Passo da Lagoa (Figura 9). Todos correspondem a espécies que ainda vivem hoje na região, desde a praia até profundidades máximas de 100 m e em fundos arenosos.

## Depósitos de “concheiros”

Os bioclastos provenientes destas acumulações exibem coloração variada, de amarelados a cinzentos, predominando os de coloração avermelhada. Em nenhum deles foi mantida a coloração original. São bastante resistentes e mineralizados, exibindo sinais de recristalização. Com relação ao tamanho, apresentam-se bem-selecionados, com moda predominante correspondente à classe de tamanho de 16 a 32 mm (Figura 6). Entre o material predominam os pelecípodes com somente três restos de gastrópodes, todos muito fragmentados. Do total, apenas 195 espécimes (43%) puderam ser identificados, sendo *Glycymeris longior* Sowerby a forma mais abundante nas amostras.

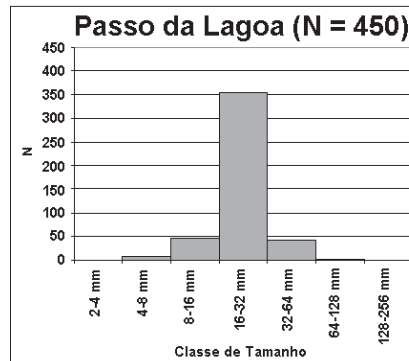
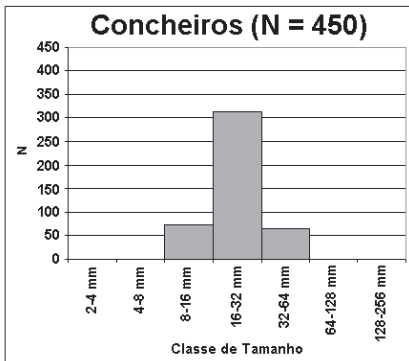


Figura 6. Gráficos de distribuição de tamanho dos bioclastos dos “concheiros” e no Passo da Lagoa.

Figure 6. Size distribution of the analyzed bioclasts in “concheiros” and Passo da Lagoa deposits.

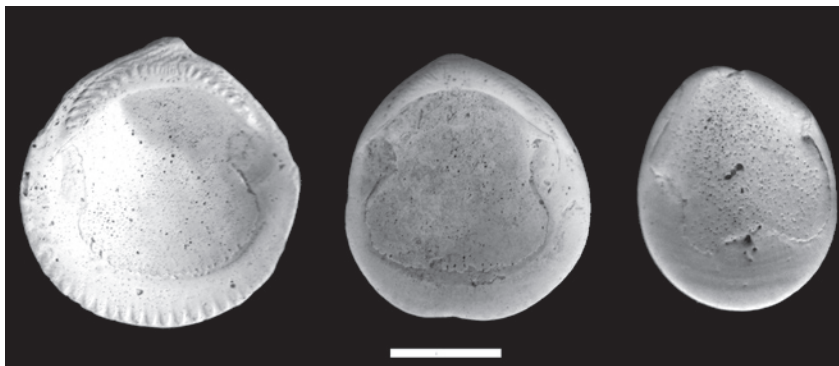


Figura 7. *Glycymeris longior* (Sowerby, 1833), evidenciando os três estágios de abrasão, respectivamente, da esquerda para a direita, entre 0 e 2. Escala = 10 mm.

Figure 7. *Glycymeris longior* (Sowerby, 1833), exhibiting from left to right, the three abrasion stages (0 to 2). Scale bar = 10 mm.

Com relação à variável integridade física predominam os da classe fragmentos (41%), seguidos pelos bioclastos quebrados e, em menor quantidade, os inteiros. Esta condição dificultou a identificação taxonômica, que, na maior parte das vezes, só pôde ser feita a partir das feições dos dentes de articulação das valvas. Fragmentos de *Glycymeris* foram relativamente mais fáceis de identificar devido à característica ornamentação da superfície externa das valvas. A maioria absoluta dos bioclastos neste depósito apresenta sinais de abrasão, predominando aqueles classificados como pertencentes ao estágio 2 (abrasão intensa), outro fator que impediu sua atribuição taxonômica mais precisa. Nos bioclastos desgastados a superfície externa se apresenta polida e sem perióstraco, embora na superfície

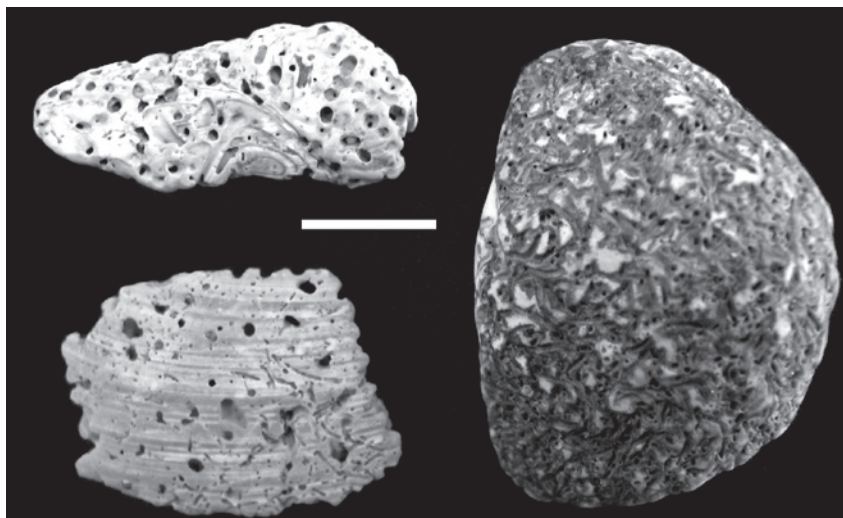
interna das valvas ainda possam ser vistas a linha palial e as cicatrizes dos músculos adutores (Figura 7).

A análise da bioerosão (Tabela 3) mostrou um predomínio dos bioclastos não afetados por este tipo de atividade (63%), sendo raros aqueles que mostram bioerosão intensa (Figura 8). Também estão praticamente ausentes os sinais de ocupação por epiesqueletozoários (incrustantes), como cirripédios ou vermetídeos. A distribuição das perfurações não é uniforme, sendo mais concentrados na porção interna das valvas, próximo ao umbo. Em 1% dos espécimes a bioerosão ocorre na face externa e em 30% foi observada em ambas as faces.

Cinco icnogêneros foram identificados, *Pennatichnus* isp., *Maeandropolydora* cf. *M. sulcans*, e *Oichnus* isp., ?*Gastrochaenolithes* isp., e prováveis *Entobia*. As perfurações relacionadas com *Entobia* (Figura 10A) têm diâmetros de 0,1 a 1 mm. A origem destas feições de bioerosão é atribuída a esponjas entolíticas (e.g. *Cliona* sp.), que escavam galerias no interior do substrato (Farinati e Zavala, 2002). As estruturas atribuídas a *Pennatichnus* são caracterizadas por um túnel estreito e longo (túnel primário), a partir dos quais se ramificam túneis secundários mais curtos (Figura 10B). Este icnogênero indica a ocupação por briozoários ctenostomados (Parras e Casadío, 2006). *Maeandropolydora* aparece na forma de galerias escavadas na superfície dos bioclastos (Figura 10C). São estruturas atribuídas a poliquetas da Família Spionidae (Gibert *et al.*, 2007) e apenas este icnogênero foi observado na face externa das valvas.

Um fragmento de *Amiantis purpuratus* exibe duas perfurações aqui associadas com alguma incerteza, dada a impossibilidade de visualizar toda a perfuração, ao icnogênero *Gastrochaenolithes* (Figuras 10D; 11A), uma atividade biogênica de moradia de moluscos pelecípodes (e.g. *Litophaga litophaga*), que igualmente atuam sobre substratos duros (Farinati e Zavala, 2002).

Um único traço foi atribuído ao gênero *Oichnus*, característico de atividade



**Figura 8.** Bioclastos dos “concheiros”, mostrando bioerosão intensa. Escala = 10 mm.  
**Figure 8.** Bioclasts from the “concheiros”, showing an intensive bioerosion. Scale bar = 10 mm.

predatória de gastrópodes (Aitken e Risk, 1988).

Em nenhum dos bioclastos analisados houve a manutenção do perióstraco. A maioria (65%) exibe textura superficial polida, e as poucas irregularidades presentes provêm dos próprios ornamentos originais da concha. Em 35% dos espécimes foi observada textura áspera devido à presença de minúsculas depressões irregulares, atribuídas à dissolução parcial da superfície do bioclasto, sempre na face côncava das valvas.

### Passo da Lagoa

Todos os bioclastos coletados neste depósito exibem coloração branca. Como nos concheiros, predominam os bioclastos de pelecípodes desarticulados, com distribuição unimodal de tamanho e a moda coincidindo com a classe de tamanho entre 16 e 32 mm. Dentre o material analisado, apenas 123 espécimes (27%) puderam ser identificados taxonomicamente, mostrando o predomínio de *Amiantis purpuratus*.

Houve um único registro do gênero *Crassostrea* sp.

Os bioclastos do Passo da Lagoa são mais frágeis quando comparados aos depósitos dos concheiros, fragmentando-se com relativa facilidade. Porém, em termos de sua integridade física, apresentam padrão similar, com predomínio dos fragmentos (67%). A proporção relativa, contudo, é diferente, havendo consideravelmente menos bioclastos inteiros. Aqui também a fragmentação dificultou em grande parte a identificação taxonômica. Com relação à abrasão, dominaram os do estágio 1 (48% dos espécimes analisados) e, de modo comparável aos concheiros, ainda estão mantidos detalhes anatômicos, tais como a ornamentação externa, a linha palial e as cicatrizes dos músculos adutores nos bioclastos classificados nos estágios 0 e 1. A maioria dos bioclastos quebrados ou fragmentados exibe planos de fratura suavizados pela abrasão posterior.

O padrão de bioerosão exibe predominância de bioclastos sem sinais aparentes de ocupação por organismos incrustantes ou perfurantes (78% da assembléia). A bioturbação é intensa, mas mais uma vez restrita a organismos endoesqueletozoários. As perfurações similares às inseridas no icnogênero *Entobia* são as mais abundantes, seguidas de *Maeandropolydora*, *Pennaticbnus* e prováveis formas associadas no momento

**Tabela 2.** Táxons identificados nos depósitos fossilíferos dos “concheiros” e Passo da Lagoa, indicando sua abundância relativa nos depósitos estudados e as profundidades em que hoje vivem.

**Table 2.** Mollusk shells identified in both deposits, their relative abundance and modern ecological affinities (deep and sediments).

Espécies presentes	concheiros (N=195)	P. da Lagoa (N=123)	Distribuição ecológica moderna	
			Substrato	Profund.
<i>Amiantis purpuratus</i> White (Bivalvia, Veneridae)	19%	49%	arenoso	0 - 2 m
<i>Mactra isabelleana</i> d'Orbigny (Bivalvia, Mactridae)	1%	1%	arenoso	0 - 25 m
<i>Pitar rostratus</i> Koch (Bivalvia, Veneridae)	6%	24%	areno-lamoso, cascalho biotetrítico	10 - 100m
<i>Glycymeris longior</i> Sowerby (Bivalvia, Glycymeridae)	72%	18%	areno-lamoso	10 - 75 m
<i>Ostrea</i> cf. <i>O. puelchana</i> d'Orbigny (Bivalvia, Ostreidae)	0	4%	rochoso/cascalho	10 - 100 m
? <i>Crassostrea</i> sp. (Bivalvia)	0	1%	rochoso	?
<i>Adelomelon brasiliiana</i> Lamarck (Neogastropoda)	1%	0	arenoso	25 - 77 m
<i>Olivancillaria urceus</i> Roding (Neogastropoda)	1%	3%	arenoso	0 - 30 m

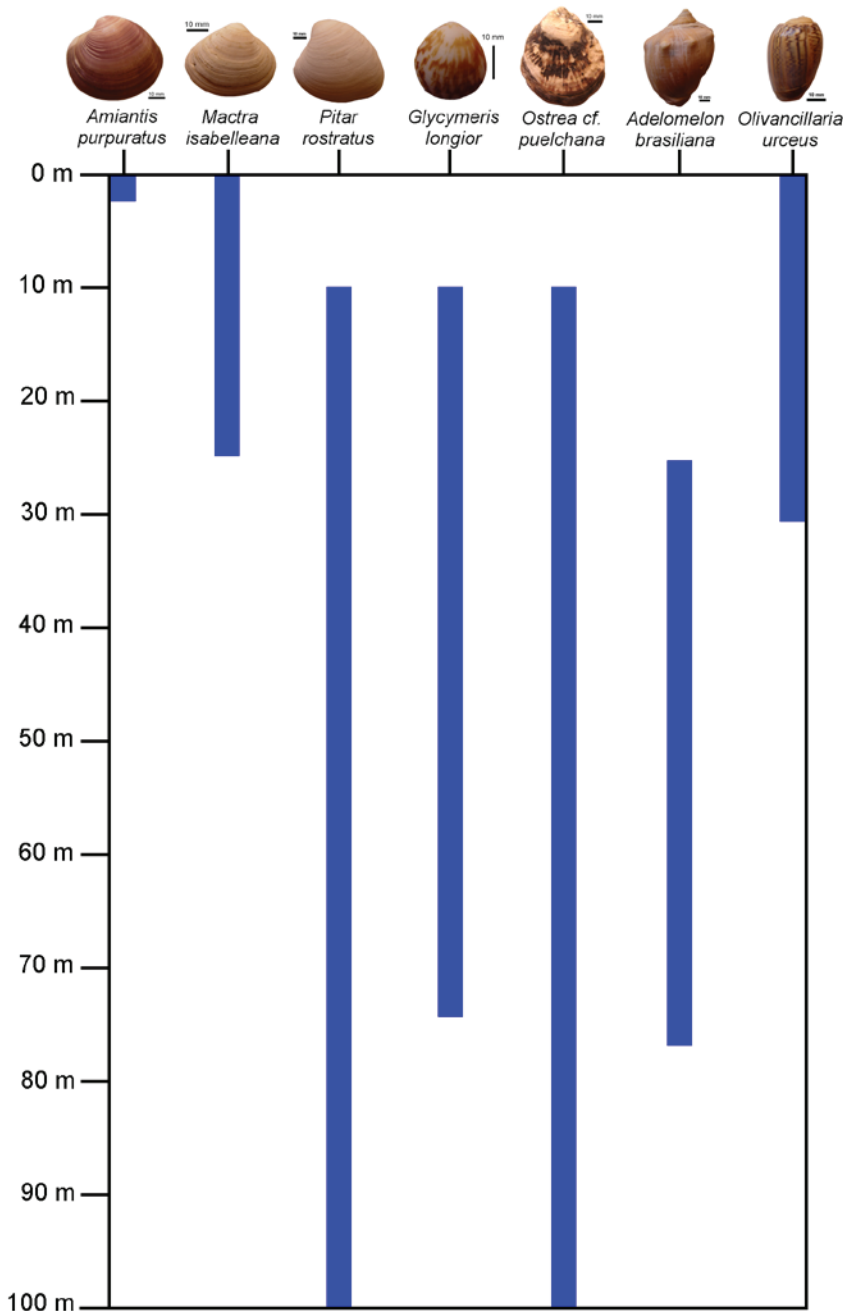


Figura 9. Distribuição batimétrica atual e para a costa do Rio Grande do Sul, dos moluscos identificados nas concentrações fossilíferas.

Figure 9. Batymetric distribution of the mollusks identified in the fossil accumulations.

ao icnogênero *Gastrochaenolites*, este com apenas um registro (Figura 11A). Uma única outra perfuração, formando galerias curtas e paralelas com uma crista central longitudinal entre ambas, foi classificada como *Caulostrepsis* (Figura 11B). A Tabela 3 evidencia a identidade de formas com aquelas presentes nos concheiros.

Com relação à posição em que ocorrem os sinais de bioerosão, em 48,5% das valvas se observa em ambas as superfícies, em 33% apenas na face externa e em 18,5% apenas na interna. Embora a maioria dos sinais de bioerosão na face interna das valvas esteja concentrada na região do umbo, em alguns bioclastos observa-se também

bioerosão nas margens das valvas (Figura 11C). Em alguns bioclastos, as galerias internas associadas a *Entobia* encontram-se expostas apenas superficialmente, principal causa para a incerteza de atribuição, devido à abrasão ou dissolução parcial da concha (Figura 11D).

A variável tafonômica que apresenta maior diferença em relação ao material dos concheiros é a que se refere aos teores de dissolução. Todos os bioclastos do Passo da Lagoa foram considerados dissolvidos, com base em sua textura superficial, relativamente áspera, similar à do gesso. O fato daqueles considerados muito dissolvidos (Figura 11E) exibirem ainda intacta a ornamentação superficial descarta uma origem física (e.g. abrasão) para essas características, e sugere que resulte de ação química sobre o material calcáreo das conchas.

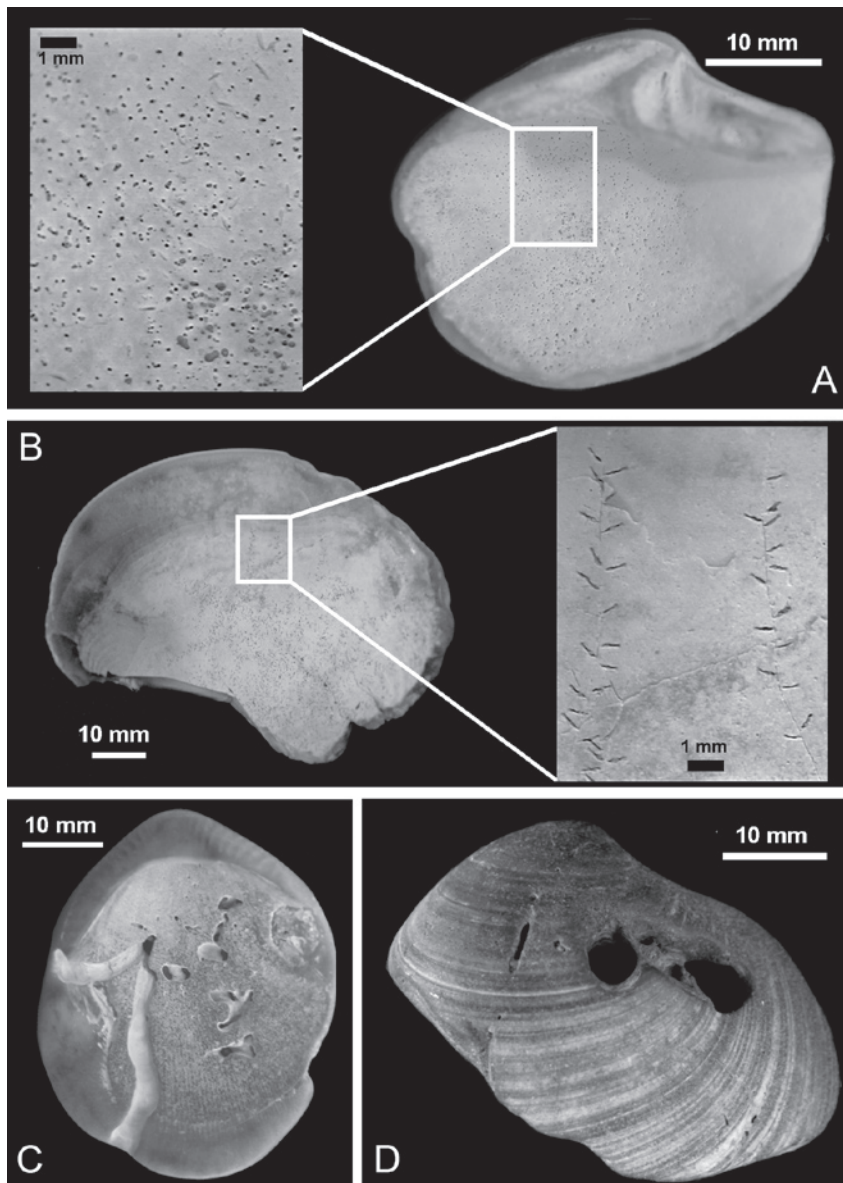
Os resultados das análises foram plotados em tafogramas (Figura 12), de modo a facilitar a comparação e discussão das similaridades e diferenças encontradas.

## DISCUSSÃO

A análise da distribuição dos diferentes parâmetros avaliados para as concentrações fossilíferas dos dois locais estudados mostra um padrão muito similar, especialmente quanto ao tamanho dos bioclastos (Figura 12). A diferença mais evidente se refere à cor, com colorações esbranquiçadas exclusivas da assembléia de conchas do Passo da Lagoa, resultado provavelmente de uma maior dissolução do carbonato causada pelo baixo pH da lagoa Mangueira devida a mais intensa decomposição da matéria orgânica vegetal.

Por outro lado, as variações de coloração observadas entre os bioclastos dos concheiros parecem refletir a incorporação de elementos diversos durante a diagênese, uma situação análoga ao que é observado com os ossos de vertebrados deste mesmo depósito (Lopes *et al.*, 2008). Foraminíferos retirados de testemunhos da porção superior da Bacia de Pelotas exibem coloração avermelhada, resultante da presença de minerais glauconíticos oxidados (Coimbra *et al.*, 2007), similar à coloração observada





**Figura 10.** Bioclastos dos depósitos de “concheiros” e os icnogêneros presentes. A. cf. *Entobia*; B. *Pennatichnus*; C. *Maeandropolydora*; D. ?*Gastrochaenolites*.  
**Figure 10.** Bioclasts from the “concheiros” deposits showing the distinct ichnogenera. A. cf. *Entobia*; B. *Pennatichnus*; C. *Maeandropolydora*; D. ?*Gastrochaenolites*.

nos bioclastos de moluscos. Dillenburg *et al.* (2000) propuseram que os minerais glauconíticos encontrados nos sedimentos pleistocênicos teriam se formado a maiores profundidades na plataforma continental e posteriormente transportados para a antepraia. Análises químicas poderão esclarecer se a coloração avermelhada predominante nos bioclastos é originária da incorporação destes minerais durante a diagênese.

Em ambos os locais os bioclastos são bem selecionados, com uma dis-

tribuição unimodal e moda entre 16 e 32 mm. Segundo Davies *et al.* (1989) a distribuição de tamanho dos bioclastos é uma função do regime hidráulico e do ambiente final de deposição. Assim, o padrão similar de tamanho sugere que o regime hidráulico foi semelhante para as duas deposições.

Em termos da composição taxonômica é importante destacar que todas as formas identificadas ainda hoje habitam a mesma região, sugerindo um caráter

sub-Recente para os materiais que formam os dois depósitos.

A ocorrência de organismos que vivem na zona intermareal (*Amiantis purpuratus*), associados àqueles que habitam áreas mais profundas (*Glycymeris longior*) atesta a condição parautoctones e do tipo alogênica do material bioclástico (Kidwell, 1986).

A pequena proporção relativa de táxons adaptados a fundos compostos por materiais mais grosseiros, tais como, *Pitar rostratus* e *Ostrea cf. puelchana*, e a ausência de incrustantes, como cracas, esponjas e briozoários, indica a pequena participação da retroalimentação tafonômica (*tafonommic feedback*) sobre a fauna bentônica.

À exceção de *Ostrea*, *Crassostrea*, *Adelomelon* e *Olivancillaria*, todos os táxons presentes são integrantes da infauna e habitam substratos inconsolidados. Em termos teóricos, a concentração de cascalho biodetrítico deveria modificar a estrutura da comunidade bentônica devido à maior dureza do substrato, prejudicando os organismos da infauna de fundos inconsolidados (Kidwell, 1985). A ausência desse padrão sugere que outros processos influenciaram a deposição.

Os dados vistos ainda apóiam uma deposição em ambiente praial, de material biodetrítico removido da plataforma continental, tanto para os depósitos dos concheiros, como para o passo da Lagoa. Para Kidwell (1991), isto confere o caráter de concentrações compostas ou resultantes de eventos múltiplos para as assembléias aí presentes.

O padrão de integridade física também se mostrou comparável em ambos os depósitos, com predomínio dos fragmentos não-identificáveis. Figueiredo (1975) relata que entre os bioclastos coletados na plataforma a profundidades entre 20 e 40 m, 70% dos fragmentos apresentavam a mesma característica.

A proporção similar entre bioclastos inteiros, quebrados e fragmentos, observada nos concheiros indica que existe um aporte contínuo de material proveniente dos depósitos biodetríticos. Caso isso não estivesse ocorrendo, seriam encontrados apenas fragmentos extremamente retrabalhados pelas ondas. Já a maior

quantidade proporcional de material fragmentado nos concheiros (Figura 12), possivelmente resulta de certo grau de retroalimentação tafonômica. Kidwell e

Bosence (1991) argumentam que ondas e correntes são mais eficientes como agentes fragmentadores quando atuam sobre substratos duros ou consolidados.

A presença de uma maior quantidade de bioclastos na zona intermareal aumenta a dureza do substrato, acelerando o processo de redução dos fragmentos a partículas de tamanho inferior a 2 mm.

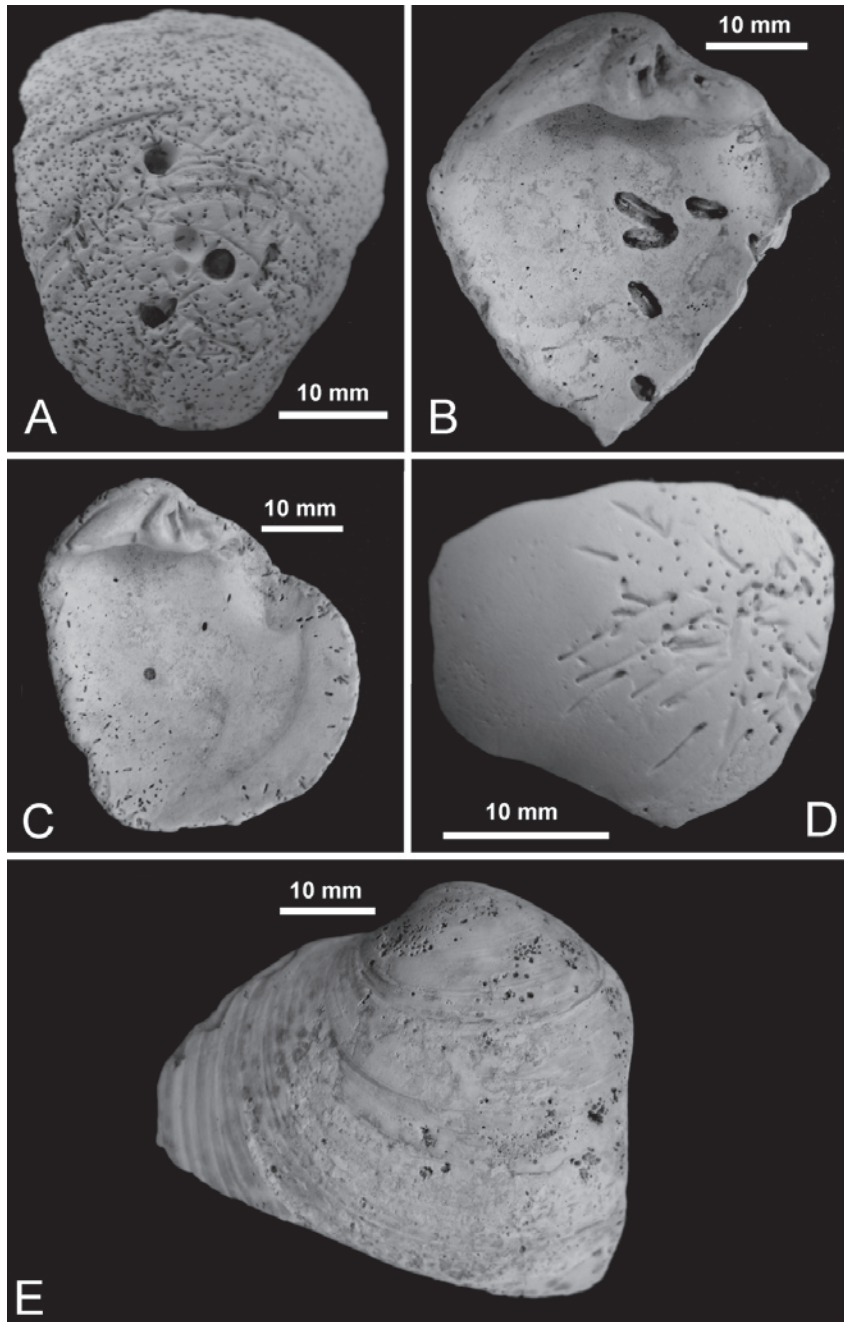
No Passo da Lagoa a dragagem do fundo poderia ter colaborado para a destruição mecânica de parte do material. No entanto, a suavização dos planos de fratura na maior parte dos bioclastos quebrados/fragmentados sugere um desgaste por abrasão mecânica, impossível na dinâmica hidráulica atual da lagoa e, portanto, resultante de re-trabalhamento mecânico no momento da gênese do depósito. Deve-se ressaltar que, além da ação mecânica das ondas, outros fatores, como a abrasão (Driscoll, 1967) e bioerosão (Rodrigues *et al.*, 2005) podem contribuir para destruição dos bioclastos.

Quanto ao desgaste, os teores maiores (estágio 2) foram encontrados nos depósitos dos concheiros e parecem bastante coerentes com a maior energia ambiental aí presente, com exposição à atividade das ondas (Aguirre e Farinatti, 1999). As feições de desgaste concentram-se ao redor das margens e na porção convexa das valvas e são características de bioclastos que permanecem junto à zona de arrebanção, sujeitos à ação abrasiva dos sedimentos em suspensão (Driscoll, 1967).

No que diz respeito à bioerosão, mais uma vez as duas áreas mostram um padrão similar, com domínio de bioclastos pouco alterados e sem evidências da presença atividade de epiesqueletozoários. Estão também ausentes as perfurações feitas por organismos pastadores, como gastrópodes e equinodermos (Bromley e Asgaard, 1993).

O exclusivo caráter endobiontico das perfurações evidencia ainda que a colonização ocorreu após a morte dos moluscos, quando as conchas permanecem assentadas no fundo e promovem um micro-hábitat abrigado a outros organismos do benton, possibilitando a ocupação por endoesqueletozoários sésseis (Holz e Simões, 2002). Entre estes estão os briozoários ctenostomados, responsáveis por *Pennaticlchnus* (Parras e Casadío, 2006).

O conjunto de elementos e o padrão da bioerosão identificado permitem



**Figura 11.** Bioclastos do Passo da Lagoa e as evidências de bioerosão. A. *?Gastrochaenolites*; B. *Caulostrepsis*; C. Sinais de bio-erosão na margem da valva; D. Perfurações do tipo *Entobia* com as galerias internas expostas devido à abrasão do bioclasto; E. Sinais de extensa corrosão superficial.

**Figure 11.** Bioclasts from the Passo da Lagoa showing the distinct kinds of bioerosion. A. *Gastrochaenolites*; B. *Caulostrepsis*; C. Bioerosion along the rim of the valve; D. *Entobia*-like borings with galleries exposed by abrasion processes; E. Extensive surface corrosion.

associar as concentrações fossilíferas dos concheiros e do Passo da Lagoa à icnofácies *Entobia*, caracterizada por perfurações profundas e realizadas sobre substratos duros, livres de sedimento (Bromley e Aagaard, 1993). Gibert *et al.*

(1998) observaram que esta icnofácies predomina em substratos instáveis, frequentemente movidos (conchas, fragmentos de rochas) e que ficam pouco tempo expostos à interface sedimento-água. Isto é suportado também pela ausência

dos animais que realizam sua atividade sobre os bioclastos, como vermetídeos e cirripédios, indicativos de pouco tempo de exposição dos fragmentos de concha à interface sedimento-água, de onde provavelmente eram removidos pelas ondas até o pós-praia. O mesmo padrão é observado nos fósseis de vertebrados, onde apenas aqueles coletados em níveis indicativos de maior profundidade exibem colonização por esses organismos (Lopes *et al.*, 2008).

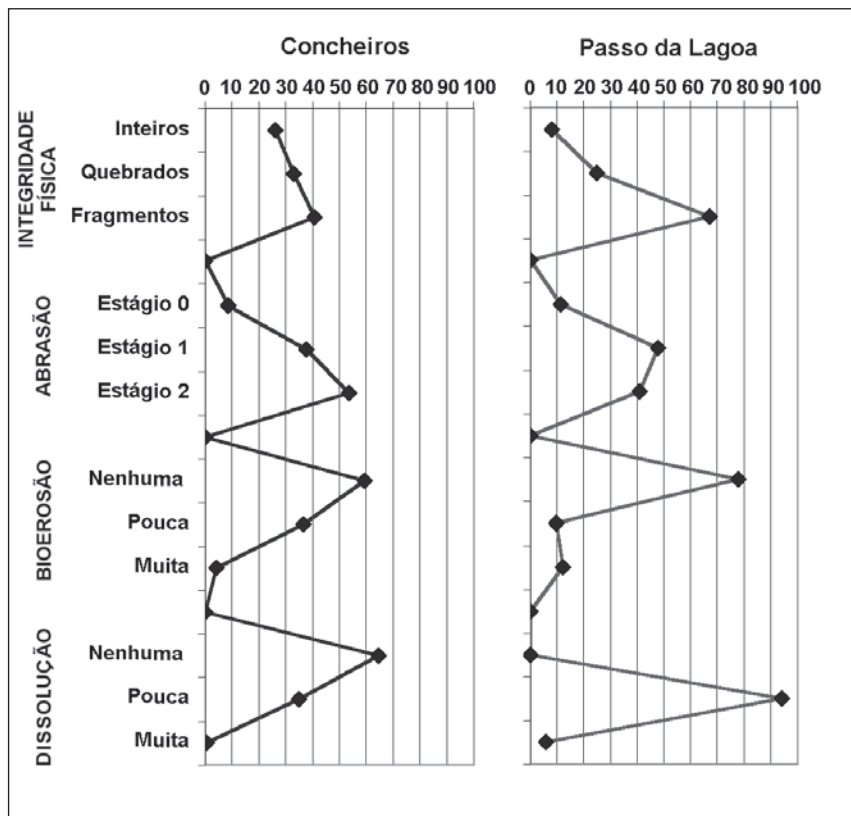
**Tabela 3.** Tipos de icnofósseis observados nas conchas dos moluscos, descrição da morfologia, prováveis organismos produtores e a proporção de cada um nos locais estudados. **Table 3.** Kinds of ichnofossil observed in the mollusk shells, gross description of their morphology and activity, their probable producers and the proportion in each place studied.

Icnogênero	Descrição	Organismo responsável	“CONCHEIROS”	PASSO DA LAGOA
cf. <i>Entobia</i>	furos de 0,5 a 2 mm	esponjas clionídeas	36%	49%
<i>Maeandropolydora</i>	sulcos	poliquetas espionídeos	29,5%	42,6%
<i>Pennatichnus</i>	túneis ramificados	brizoários ctenostomados	34,3%	8%
? <i>Gastrochaenolites</i>	furos de 0,5 a 1 cm	biválvios mitilídeos	0,2%	0,2%
<i>Oichnus</i>	furos de 0,5 cm	gastrópodes	0,2%	0
<i>Caulostrepsis</i>	galerias curtas, com crista central	poliquetas espionídeos	0	0,2%

Por outro lado, a presença dos traços fósseis da classe etológica *Domichnia* (moradia permanente) indica que certa estabilidade era mantida de tempos em tempos, permitindo a ocupação dos fragmentos de conchas do fundo. Os padrões hidrodinâmicos sazonais indicam que bioclastos permanecem estáveis durante a maior parte do ano, abaixo do nível de base das ondas; com o rebaixamento desse nível em resposta às tempestades de inverno, os biodetritos são removidos e transportados até a praia.”

Associações iconfossilíferas similares já foram registradas em outros níveis costeiros pretéritos no Brasil. O icnogênero *Entobia* foi identificado nas formações Estiva e Gramame, do Cretáceo, e Maria Farinha (Paleoceno) da Bacia de Pernambuco-Paraíba. *Gastrochaenolites* ocorre nestas duas últimas unidades e no Oligoceno-Mioceno da Formação Pirabas, no Pará. Na Formação Maria Farinha também foi registrada a ocorrência de *Caulostrepsis* (Fernandes *et al.*, 2002; Almeida, 2007).

Finalmente, no que respeita às idades, os bioclastos coletados na plataforma continental, entre 20 e 40 m de profundidade, indicaram um intervalo entre 16 mil até mais de 38 mil anos (Figueiredo, 1975), confirmando a mistura temporal aqui manifestada pelos bioclastos, da ordem de  $2 \times 10^4$  anos, no mínimo. Flessa e Kowalewski (1994) mostraram que depósitos de plataforma, entre 10 e 600 m de profundidade costumam apresentar  $10^4$  anos ou mais de mistura temporal (*time-averaging*), enquanto em ambiente raso (*nearshore*, de +1 m a -10 m) esse tempo é de no máximo  $10^3$  anos, devido à maior destruição dos bioclastos por abrasão, dissolução, ação mecânica ou bioerosão.



**Figura 12.** Tafogramas comparativos das variáveis tafonômicas observadas. **Figure 12.** Taphograms showing the results of the taphonomic analyses.

Ainda não é conhecida a idade do depósito do Passo da Lagoa, e, assim como nos concheiros, a mistura de materiais representativos de distintos episódios deposicionais não fornece no momento dados mais conclusivos sobre a época de sua formação. A cota altimétrica em que estão posicionados, cerca de 2 a 4 m acima do nível médio atual do mar, sugere que sua origem, tanto poderia estar relacionada à transgressão pleistocênica de 123 ka, como à holocênica, de 6 ka, conforme as curvas eustáticas para a costa brasileira apresentadas por Angulo e Lessa (1997). De qualquer modo, e no que diz respeito a esta concentração fossilífera, constitui um bom registro de um ambiente praial mais antigo, relacionado a um episódio transgressivo e que informa sobre até que nível da costa teria chegado o avanço do mar.

## CONCLUSÕES

As características tafonômicas similares observadas nos bioclastos dos concheiros e do passo da Lagoa sugere uma origem comum e a partir de concentrações fossilíferas da antepraia, retrabalhadas e concentradas em um ambiente praial pela dinâmica costeira. A ocorrência de bioclastos fragmentados e desgastados a maiores profundidades, na plataforma continental e antepraia, indica que as concentrações fossilíferas foram produzidas por múltiplos eventos ao longo do Pleistoceno e Holoceno, relacionadas às oscilações eustáticas.

A formação dos depósitos seria resultado de dois processos principais: a remoção e transporte dos bioclastos desde os depósitos submersos até a praia durante as tempestades de inverno, e seu contínuo retrabalhamento na zona intermareal pelas ondas durante o resto do ano. A posição topográfica mais elevada do Passo da Lagoa em relação aos concheiros é indicativa de um paleo-nível marinho durante um evento transgressivo pretérito.

A mistura de táxons que habitam diferentes níveis batimétricos, incluindo espécies exclusivas da zona de arrebenção (*Amiantis purpuratus*, *Maetra*

*marplatensis*) e outras que ocorrem a maiores profundidades (*Pitar rostratus*, *Glycymeris longior*), indicam que ambas as assembléias fossilíferas são parautóctones e alógenas, formadas por bioclastos transportados e concentrados no mesmo local por processos físicos, não refletindo, portanto, a comunidade original e um único contexto paleoecológico.

A pequena proporção relativa de bioclastos de organismos que tem como hábitat os substratos formados por material de granulometria grossa indica pouca retroalimentação tafonômica sobre a comunidade bentônica que constitui a área-fonte dos depósitos. A ocorrência de bioclastos colonizados por organismos epiesqueletozoários de águas mais profundas, abaixo do nível de base de ação das ondas, sugere que a instabilidade dos bioclastos nas áreas mais rasas seja o principal agente que impede a sua colonização por macroinvertebrados. Os mesmos tipos de icnofósseis são encontrados nos bioclastos das duas assembléias, e inclui estruturas associadas à icnofácies *Entobia*, característica de substratos duros e instáveis, rapidamente colonizados. A ausência de perfurações atribuídas a organismos pastadores de algas (e.g. *Radulichnus*) sugere uma deposição abaixo da zona fótica, embora a turbidez da água na região também possa contribuir para esse padrão.

## AGRADECIMENTOS

A Mariano Verde, da Universidad de la República, Uruguay, e Renata Guimarães Netto, da Universidade do Vale do Rio dos Sinos, pelas auxílios na identificação de algumas feições de bioerosão e outros icnofósseis. Aos revisores anônimos que muito contribuíram para aprimorar este trabalho.

## REFERÊNCIAS

AGUIRRE, M.L.; FARINATTI, E.A. 1999. Taphonomic processes affecting Late Quaternary molluscs along the coastal area of Buenos Aires Province (Argentina, Southwestern Atlantic). *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology*, **149**:283-304.

AITKEN, A.E.; RISK, M.J. 1988. Biotic interactions revealed by macroborings in Arctic

bivalve mollusks. *Lethaia*, **21**:339-350.

ALMEIDA, J.A.C. 2007. *ICnofósseis de macrobioerosão na Bacia da Paraíba (Cretáceo Superior-Paleógeno), nordeste do Brasil*. Recife, UFPE, Tese de Doutorado, 216 p.

ANGULO, R.J.; LESSA, G.C. 1997. The Brazilian sea level curves: A critical review with emphasis on the curves from Paranaguá and Cananeia regions. *Marine Geology*, **140**:141-166.

AREJANO, T.B. 1999. *Análise do regime de ventos e determinação do potencial de deriva de areia no extremo sul do litoral do Rio Grande do Sul, Brasil*. Porto Alegre, UFRGS, Tese de Mestrado, 42 p.

ASP, N.E. 1996. *Avaliação da potencialidade de depósitos de calcário biotritico da Plataforma Interna e linha de costa do sul do RS*. Rio Grande, FURG, Monografia de Conclusão, 73 p.

ASP, N.E. 1999. Evidence of pleistocenic and holocenic barriers on the inner continental shelf of Rio Grande do Sul State, Brazil. *Anais da Academia Brasileira de Ciências*, **71**(4):832-833.

BRETT, C.E.; BAIRD, G.C. 1986. Comparative taphonomy: A key to paleoenvironmental interpretation based on fossil preservation. *Palaos*, **1**:207-227.

BROMLEY, R.G.; ASGAARD, U. 1993. Two bioerosion ichnofacies produced by early and late burial associated with sea-level change. *Geologische Rundschau*, **82**:276-280.

BUCHMANN, F.S.C. 1997. *Banhado do Taim e Lagoa Mangueira: evolução holocênica da paleoembocadura da Lagoa Mirim, RS, Brasil*. Porto Alegre, UFRGS, Dissertação de Mestrado, 160 p.

BUCHMANN, F.S.C. 2002. *Bioclastos de organismos terrestres e marinhos na praia e Plataforma Interna do Rio Grande do Sul: natureza, distribuição, origem e significado geológico*. Porto Alegre, UFRGS, Tese de Doutorado, 108 p.

CALLIARI, L.J.; KLEIN, A.H. 1993. Características morfodinâmicas e sedimentares das praias oceânicas entre Cassino e Chui, RS. *Pesquisas*, **20**(1):48-56.

CLEDÓN, M.; BREY, T.; PENCHASZADEH, P.E.; ARNTZ, W. 2005. Individual growth and somatic production in *Adelomelon brasiliense* (Gastropoda: Volutidae) of Argentina. *Marine Biology*, **147**:447-452.

COIMBRA, J.C.; CARREÑO, A.L.; ANJOS-ZERFASS, G.S. 2007. Biostratigraphy and paleoceanographical significance of the Neogene planktonic foraminifera from the Pelotas Basin, southernmost Brazil. *Revue de Micropaléontologie*, **49**:105-115.

DAVIES, D.J.; POWELL, E.N.; STANTON JR., R.J. 1989. Taphonomic signature as a function of environmental process: Shells and shell beds in a hurricane-influenced inlet on the Texas coast. *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology*, **72**:317-356.

DILLENBURG, S.R.; LAYBAUER, L.; MEXIAS, A.S.; DANI, N.; BARBOZA, E.G.; LUMMERTZ, C.N. 2000. Significado estrati-

- gráfico de minerais glauconíticos da Planície Costeira do Rio Grande do Sul, região da Laguna de Tramandai. *Revista Brasileira de Geociências*, **30**(4):649-654.
- DRISCOLL, E.G. 1967. Experimental field study of shell abrasion. *Journal of Sedimentary Petrology*, **37**(4):1117-1123.
- EMERY, K.O. 1968. Relict sediments on continental shelves of the world. *American Association of Petroleum Geologists Bulletin*, **52**:445-464.
- FARINATI, E.; ZAVALA, C. 2002. Trace fossils on shelly substrate. An example from the Miocene of Patagonia, Argentina. *Acta Geologica Hispanica*, **37**(1):29-36.
- FERNANDES, A.C.S.; BORGHI, L.; CARVALHO, I.S.; ABREU, C.J. 2002. *Guia dos icnofósseis de invertebrados do Brasil*. Editora Interciência, Rio de Janeiro, 260 p.
- FIGUEIREDO, A.G. 1975. *Geologia dos depósitos calcários biodetríticos da Plataforma Continental do Rio Grande do Sul*. Porto Alegre, UFRGS, Dissertação de Mestrado, 72 p.
- FLESSA, K.W.; KOWALEWSKI, M. 1994. Shell survival and time-averaging in nearshore and shelf environment: Estimates from the radiocarbon literature. *Lethaia*, **27**:153-165.
- FREY, R.W.; SEILACHER, A. 1980. Uniformity in marine invertebrate ichnology. *Lethaia*, **13**:183-207.
- GIBERT, J.M.; MARTINELL, J.; DOMÈNECH, R. 1998. *Entobia* ichnofacies in fossil rocky shores, Lower Pliocene, Northwestern Mediterranean. *Palaios*, **13**:476-487.
- GIBERT, J.M.; DOMÈNECH, R.; MARTINELL, J. 2004. An ethological framework for animal bioerosion trace fossils upon mineral substrates with proposal of a new class, Fixichnia. *Lethaia*, **37**:429-437.
- GIBERT, J.M.; DOMÈNECH, R.; MARTINELL, J. 2007. Bioerosion in shell beds from the Pliocene Roussillon Basin, France: Implications for the (macro)bioerosion ichnofacies model. *Acta Palaeontologica Polonica*, **52**(4):783-798.
- HOLZ, M.; SIMÕES, M.G. 2002. *Elementos fundamentais de tafonomia*. Porto Alegre, Ed. Universidade/UFRGS, 231 p.
- HSIOU, A.S.; FORTIER, D.C. 2007. Primeiro registro de *Caiman* (Crocodylia, Alligatoridae) para o Pleistoceno do Estado do Rio Grande do Sul, Brasil. *Gaea*, **3**(1):37-44
- KIDWELL, S. M. 1985. Palaeobiological and sedimentological implications of fossil concentrations. *Nature*, **318**:457-460.
- KIDWELL, S. M. 1986. Taphonomic feedback in Miocene assemblages: Testing the role of dead hardparts in benthic communities. *Palaios*, **1**:239-255.
- KIDWELL, S.M. 1991. The Stratigraphy of shell concentrations. In: P.A. ALLISON; D.E.G. BRIGGS (eds.), *Taphonomy: Releasing the data locked in the fossil record*. New York, Plenum Press, Topics in Geobiology, v. 9, p. 211-289.
- KIDWELL, S.M.; BOSENCE, D.W.J. 1991. Taphonomy and time-averaging of marine shelly faunas. In: P.A. ALLISON; D.E.G. BRIGGS (eds.), *Taphonomy: Releasing the data locked in the fossil record*. New York, Plenum Press, Topics in Geobiology, v. 9, p. 116-209.
- KIDWELL, S.M.; HOLLAND, S.M. 1991. Field description of coarse bioclastic fabrics. *Palaios*, **6**:426-434.
- LIMA, L.G.; BUCHMANN, F.S.C. 2005. Novo afloramento fossilífero (Pleistoceno/Holoceno) no sul da Planície Costeira do Rio Grande do Sul. In: CONGRESSO DA ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE ESTUDOS DO QUATERNÁRIO (ABEQUA), 10, Guarapari, 2005. *Resumos Expandidos*, disponível em: [http://www.abequa2005.geologia.ufrj.br/nukleo/pdfs/00\\_leonardo\\_goncalves\\_de\\_lima\\_abequa.pdf](http://www.abequa2005.geologia.ufrj.br/nukleo/pdfs/00_leonardo_goncalves_de_lima_abequa.pdf).
- LOPES, R.P. 2006. *Os depósitos fossilíferos na porção sul da planície costeira do Rio Grande do Sul: aspectos paleontológicos e estratigráficos*. Rio Grande, FURG, Monografia de Trabalho de Conclusão, 82 p.
- LOPES, R.P.; BUCHMANN, F.S.C.; CARON, F. 2008. Taphonomic analysis on fossils of Pleistocene mammals from deposits submerged along Southern Rio Grande do Sul coastal plain. *Arquivos do Museu Nacional*, **66**(1):213-229.
- NIMER, E. 1977. Clima. In: IBGE – *Geografia do Brasil, Região Sul*. SERGRAF-IBGE, p. 35-79.
- PARRAS, A.; CASADÍO, S. 2006. The Oyster *Crassostrea? Hatcheri* (Ortmann, 1897), a physical ecosystem engineer from the upper Oligocene-Lower Miocene of Patagonia, southern Argentina. *Palaios*, **21**:168-186.
- PAULA COUTO, C. 1939. Paleontologia do Rio Grande do Sul. *Revista do Instituto Histórico e Geográfico do Rio Grande do Sul*, **3**(4):29-90.
- RIOS, E.C. 1994. *Seashells of Brazil*. Editora da FURG, Rio Grande, 368 p.
- RODRIGUES, S.C.; SIMÕES, M.G.; KOWALEWSKI, M. 2005. Fragmentation and bioerosion as taphonomic records of biotic interactions: a case study of extant brachiopods (Bouchardiidae) from Brazil. In: INTERNATIONAL MEETING TAPHOS'05, 2, Barcelona, 2005, *Abstract Volume*, p. 135-136.
- SPEYER, S.E.; BRETT, C.E. 1986. Trilobite taphonomy and Middle Devonian taphofacies. *Palaios*, **1**:312-327.
- SWIFT, D.J.P.; STANLEY, D.J.; CURAY, J.R. 1971. Relict sediments on continental shelves: a reconsideration. *Journal of Geology*, **79**:322-346.
- TAYLOR, P.D.; WILSON, M.A. 2002. A new terminology for marine organisms inhabiting hard substrates. *Palaios*, **17**:522-525.
- TESSLER, M.G.; GOYA, S.C. 2005. Processos costeiros condicionantes do litoral brasileiro. *Revista do Departamento de Geografia (IOUSP)*, **17**:11-23.
- TOLDO Jr., E.E.; ALMEIDA, L.E.S.B.; NICOLLODI, J.L.; ABSALONSEN, L.; GRUBER, N.L.S. 2006. O controle da deriva litorânea no desenvolvimento do Campo de Dunas e da Antepriaia no litoral médio do Rio Grande do Sul. *Pesquisas em Geociências*, **33**(2):35-42.
- TOMAZELLI, L.J.; VILLWOCK, J.A. 2005. Mapeamento geológico de planícies costeiras: o exemplo da costa do Rio Grande do Sul. *Gravel*, **3**:109-115.
- TOMAZELLI, L.J.; DILLENBURG, S.R.; VILLWOCK, J.A. 2000. Late Quaternary geological history of Rio Grande do Sul coastal plain, southern Brazil. *Revista Brasileira de Geociências*, **30**(3):474-476.
- VILLWOCK, J.A.; TOMAZELLI, L.J. 1995. Geologia costeira do RS. *Notas Técnicas*, **8**:27-29.
- VILLWOCK J.A.; TOMAZELLI L.J.; LOSS E.L.; DEHNHARDT E.A.; HORN P.N.O.; BACHI F.A.; DEHNHARDT B.A. 1986. Geology of the Rio Grande do Sul coastal province. In: J. RABASSA (ed.), *Quaternary of South America and Antarctic Peninsula*. Rotterdam, Balkema, p.79-97.

Submitted on April 08, 2008  
Accepted on December 11, 2008