

UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA
INSTITUTO DE BIOCÊNCIAS
CAMPUS DE BOTUCATU

**FIDELIDADE COMPOSICIONAL DE ASSEMBLÉIAS DE BRAQUIÓPODES
(RHYNCONELLIFORMEA) NA PLATAFORMA E TALUDE CONTINENTAL:
IMPLICAÇÕES PALEONTOLÓGICAS E GEOLÓGICAS**

MARCELA DE MORAES AGUDO

ORIENTADOR: PROF. DR MARCELLO GUIMARÃES SIMÕES

Artigo apresentado ao Departamento de Zoologia
do Instituto de Biociências da UNESP - Campus de
Botucatu, para obtenção do título de Bacharel em
Ciências Biológicas.

Botucatu – SP
2010

FICHA CATALOGRÁFICA ELABORADA PELA SEÇÃO TÉC. AQUIS. TRATAMENTO DA INFORM.
DIVISÃO DE BIBLIOTECA E DOCUMENTAÇÃO - CAMPUS DE BOTUCATU - UNESP
BIBLIOTECÁRIA RESPONSÁVEL: ROSEMEIRE APARECIDA VICENTE

Agudo, Marcela de Moraes.

Fidelidade composicional de assembléias de braquiópodes
(Rhynchonelliformea) na plataforma e talude continental: implicações
paleontológicas e geológicas / Marcela de Moraes Agudo. - Botucatu, 2010

Trabalho de conclusão de curso (bacharelado - Ciências Biológicas) -
Instituto de Biociências de Botucatu, Universidade Estadual Paulista, 2010
Orientador: Marcello Guimarães Simões
Capes: 20303025

1. Braquiópode. 2. Geologia estratigráfica – Holoceno. 3. Sedimentos
(Geologia).

Palavras-chave: *Bouchardia rosea*; Braquiópodes; Fidelidade
composicional; Holoceno; Sedimento.

Este artigo segue as normas editoriais da Revista Brasileira de Paleontologia.

Fidelidade Composicional de Assembléias de Braquiópodes (Rhynchonelliformea) na Plataforma e Talude Continental: Implicações Paleontológicas e Geológicas

MARCELA DE MORAES AGUDO

MARCELLO GUIMARÃES SIMÕES

UNESP - Campus de Botucatu, Caixa postal: 510, Distrito de Rubião Júnior, s/n, marcelamagudo@gmail.com;

btsimoes@ibb.unesp.br, CEP: 18618-970, Botucatu / SP.

RESUMO - O presente artigo tem como objetivo estabelecer a Fidelidade Composicional em assembléias de braquiópodes, dominadas por *Bouchardia rosea*, da plataforma externa e talude continental ao longo do Estado de São Paulo, a partir das coleções obtidas pelo programa Revizee-Score-Sul-Benthos. As estações amostradas compreendem as isóbatas entre 90 e 600 metros de profundidade, abrangendo, do ponto de vista fisiográfico, a plataforma continental externa, a quebra da plataforma e a parte superior do talude continental. As estimativas de fidelidade foram obtidas diretamente pela comparação entre a biota viva e as conchas mortas, das mesmas estações de coleta. As amostras examinadas provem de 66 estações de coleta e, do total de indivíduos coletados de *Bouchardia rosea* (n= 2393), a grande maioria é representada por espécimes mortos (n= 2342, 97,9%), sendo apenas 51 correspondentes a espécimes vivos. Juntando os dados de todas as estações de coleta a frequência morto/vivo é de apenas 2,1%. A ocorrência de *Bouchardia rosea* em fundos siliciclásticos é reduzida e indivíduos vivos não foram encontrados neste tipo de substrato no período representado pelas coletas aqui realizadas. Esses resultados sugerem fidelidade composicional (vivo-morto) baixa para as tanatocenoses de *Bouchardia rosea*, apontando para um declínio recente das populações desta espécie. Prováveis fatores que direcionam a esta baixa fidelidade composicional das assembléias de *Bouchardia rosea* na plataforma externa são: mudanças na temperatura da água do mar, relativa disponibilidade de nutrientes e história populacional.

Palavras-chave: fidelidade composicional, braquiópodes, *Bouchardia rosea*, sedimento, Holoceno.

ABSTRACT - QUANTITATIVE FIDELITY OF BRACHIOPOD ASSEMBLAGES

(RHYNCHONELLIFORMEA) ON CONTINENTAL SHELF AND SLOPE: GEOLOGIC AND

PALEONTOLOGICAL IMPLICATIONS. This paper deals with the Compositional Fidelity of the

brachiopods assemblages, dominated by *Bouchardia rosea*, on the outer shelf and continental slope along

São Paulo State. Samples were obtained during the Revizee-Score-Sul-Benthos program. The sampled

stations are in sites as depth as 90 to 600 meters, along the outer continental shelf, the shelf break and the top

of continental slope. The fidelity estimates were obtained directly from the comparisons between living biota

and dead shells, from the same collecting stations. Data come from 66 sampling stations, and the vast

majority of the *Bouchardia rosea* individuals collected (n=2393) were dead (n = 2342, 97.9%). Only 51

individuals were collected alive. When pooling the data from all collecting stations the dead/live frequency is

of 2,1% only. The occurrences of *Bouchardia rosea* shells in siliciclastic bottoms are reduced and living

individuals were not found on this type of bottom, at least during the sampling program. These results

suggest low compositional fidelity (live-dead) or high compositional mismatch, pointing to a recent decrease

in this specie population. The low compositional fidelity of the *Bouchardia rosea* assemblages in outer shelf

sites may be due to changes in seawater temperature, nutrient availability and population history. All these

issues must be investigated in the near future.

Keywords: quantitative fidelity, brachiopods, *Bouchardia rosea*, sediment, Holocene.

INTRODUÇÃO

A fidelidade do dado paleontológico, ou seja, “o grau de correspondência no qual os fósseis refletem a biota original” é uma medida primordial da qualidade do registro fóssil (Donovan & Paul, 1998).

Obviamente, esse dado tem importantes implicações em toda pesquisa paleontológica aplicada ou não

(Behrensmeyer *et al.*, 2000; Kidwell, 2001a; Kowalewski *et al.*, 2003). De fato, determinar o grau de

correspondência (Fidelidade) entre biocenoses (assembléia viva), tanatocenoses (assembléia de mortos) e

tafocenoses (assembléia fóssil preservada) tem constituído um dos problemas centrais da pesquisa tafonômica e paleoecológica, das últimas duas décadas.

Atualmente, o conceito de Fidelidade envolve uma ampla gama de tópicos, incluindo aspectos, tais como, as assinaturas bioquímicas, a completude anatômica, a resolução espaço/temporal, a resolução ecológica e composicional, bem como a completude temporal/estratigráfica do registro fóssil (Kidwell, 2001a; Kowalewski *et al.*, 2003).

Arcabouço Teórico

Uma das maneiras de se obter as estimativas de fidelidade composicional entre biocenoses e tanatocenoses refere-se às análises realizadas através da comparação morto-vivo e vivo-morto (Kidwell & Bosence, 1991; Kowalewski *et al.*, 2003; Simões *et al.*, 2009), a partir de amostras coletadas nos ambientes sedimentares do Recente (interface água/sedimento), onde as amostras da biota “viva” são comparadas com as amostras de material conchífero morto, exatamente dos mesmos ambientes sedimentares. No que tange aos invertebrados bentônicos marinhos, estudos de fidelidade composicional podem incluir todos os macro-organismos presentes, como no caso do clássico estudo de Schopf (1978), ou estarem restritos aos organismos que secretam estruturas biomineralizadas, ou seja, conchas, testas ou tubos (*e.g.*, Cadée, 1968; Carthew & Bosence, 1986; Pandolfi & Minchin, 1995; Greenstein & Pandolfi, 1997; Zuschin *et al.*, 2000; Kidwell, 2001b, 2002, 2007, 2008; Kowalewski *et al.*, 2003; Simões *et al.*, 2009).

No que diz respeito às assembléias de invertebrados bentônicos, nos últimos anos, vários estudos sobre fidelidade composicional foram conduzidos em uma ampla gama de ambientes sedimentares, enfocando primariamente conchas de moluscos marinhos (*e.g.*, Cadée, 1968; Carthew & Bosence, 1986; Cummins *et al.*, 1986; Staff *et al.*, 1986; Palmquist, 1993; Zuschin *et al.*, 2000; para maiores detalhes vide Kidwell & Bosence, 1991; Kidwell, 2002). Os dados coletados a partir dessas pesquisas apontam para o fato de que, as tanatocenoses marinhas apresentam, em geral, alta fidelidade taxonômica, com respeito à biocenose original (Kidwell & Bosence, 1991; Kidwell & Flessa, 1995; mas veja Simões *et al.*, 2009, para dado

substancialmente distinto). Nesse contexto, a dominância específica das tanatocenoses parece refletir a da biocenose original (Kidwell, 2001b, 2002).

Conforme destacado por Kowalewski *et al.* (2003), os dados acima possuem elevado significado conceitual, tanto do ponto de vista tafonômico, como paleobiológico. Em outras palavras, muitas das tanatocenoses e tafocenoses oferecem dados confiáveis para estudos macroecológicos e macroevolutivos (Kidwell, 2001b). Contudo, a despeito desses avanços no entendimento da Fidelidade Composicional, o conhecimento sobre esse problema continua limitado, por estar restrito às biocenoses, tanatocenoses e tafocenoses compostas primariamente por conchas de moluscos (Kowalewski *et al.*, 2003). Trata-se de um conhecimento não apenas “moluscocêntrico”, mas, principalmente, “bivalvecêntrico”. Por exemplo, grupos paleontologicamente importantes, tais como os cnidários e equinodermas, receberam, pouca atenção (Nebelsick, 1992; Greenstein & Pandolfi, 1997; Pandolfi & Greenstein, 1997; Greenstein *et al.*, 1998). Finalmente, outros grupos, como os braquiópodes e briozoários permanecem ainda hoje virtualmente não estudados (veja também Behrensmeyer *et al.*, 2000; Kidwell, 2002). De fato, com relação aos braquiópodes apenas dois artigos existem na literatura, tratando dessas questões (Kowalewski *et al.*, 2003; Simões *et al.*, 2009), ambos a partir de amostragens em ambientes marinhos rasos, plataformais, siliciclásticos.

Em decorrência dos comentários acima, a presente pesquisa está fundamentada no Conceito de Fidelidade oferecido por Behrensmeyer *et al.* (2000), ou seja, “...the quantitative faithfulness of the record of morphs, age classes, species richness, species abundance, trophic structure, etc. to the original biological signals...”. Conforme destacado por Kowalewski *et al.* (2003) o conhecimento mais completo de Fidelidade é um pré-requisito fundamental para todos os tipos de análises numéricas, fundamentadas em amostras com fósseis de invertebrados marinhos, os quais constituem, por sua vez, uma das principais fontes de dados paleobiológicos disponíveis no registro estratigráfico.

Delimitando o problema

Em recente publicação, Simões *et al.* (2009) demonstraram que estudos de fidelidade composicional, utilizando a relação morto-vivo pode oferecer dados interessantes para o entendimento das mudanças ocorridas nas assembléias de invertebrados bentônicos marinhos, durante o Holoceno. Esses autores documentaram a *Fidelidade Composicional* para assembléias de braquiópodes dominadas por conchas de *Bouchardia rosea* provenientes da plataforma interna, envolvendo ambientes tipicamente siliciclásticos, entre 0 e 45 metros de profundidade. Esses autores amostraram 30 estações de coleta (14 na enseada de Ubatuba, 16 na Enseada de Picinguaba), utilizando amostradores Van Veen e draga (vide Rodrigues, 2006, para detalhes da área de estudo). Dentre as 30 estações amostradas, 22 registraram a presença de conchas de braquiópodes. As estimativas de fidelidade foram obtidas diretamente pela comparação entre a biota viva e as conchas mortas, das mesmas estações de coleta. No total, 6627 conchas de braquiópodes foram coletadas, 5339 (80.6%) na Enseada de Ubatuba e 1288 (19.4%) em Picinguaba. Dessas, 6621 (99.9%) eram conchas mortas, sem sinais de tecido, enquanto apenas seis indivíduos (0.1%) foram coletados vivos, todos em Picinguaba. Esses resultados sugerem *Fidelidade Composicional* (vivo-morto) extremamente baixa, para as tanatocenoses de *B. rosea* (Simões *et al.*, 2009). Os dados espaciais mostram também que as acumulações de conchas de *B. rosea* apresentam distribuição altamente localizada (*patchy*), na área de estudo, enquanto que os dados de fidelidade apontam para um declínio recente das populações de *B. rosea*. Conforme demonstrado por várias linhas de evidências (*e.g.*, datações radiométricas, isótopos estáveis, elementos-traço, metais pesados etc.) mudanças na temperatura da água do mar, disponibilidade de nutrientes, história populacional e poluição são os principais fatores responsáveis pela baixa fidelidade composicional atual das assembléias de *B. rosea*, na plataforma interna.

As tanatocenoses amostradas na plataforma e talude continental, durante o Programa Revizee, Score-Sul, Bentos, ofereceram oportunidade única para estudos de fidelidade composicional em tanatocenoses dominadas por braquiópodes em águas relativamente profundas. A hipótese a ser verificada é a de que na plataforma continental brasileira a fidelidade das tanatocenoses de braquiópodes é, no geral, extremamente baixa. Assim sendo, o presente estudo investiga a *Fidelidade Composicional* (vivo-morto) de tanatocenoses

de braquiópodes rinchonelliformes (=antigo Articulata) provenientes da plataforma e talude continental ao longo do Estado de São Paulo e compara os resultados com aqueles obtidos por Simões *et al.* (2009) para a plataforma interna (águas rasas, ≤ 50 m de profundidade) do Estado de São Paulo.

MATERIAIS E MÉTODOS

A coleção científica estudada e os métodos de coleta

Todas as amostras estudadas são provenientes de coletas realizadas no contexto do Programa REVIZEE (Avaliação do Potencial Sustentável de Recursos Vivos na Zona Econômica Exclusiva), Score Sul, Bentos. Informações detalhadas sobre os procedimentos de coleta desse programa são encontradas em Amaral *et al.* (2004) e Figueiredo & Tessler (2004). As amostras estudadas foram obtidas durante os cruzeiros oceanográficos ao largo da costa do Estado São Paulo, Paraná e Santa Catarina, em profundidades entre aproximadamente 90 e 600 metros. Foram investigadas somente as amostras provenientes da costa do Estado de São Paulo.

O material disponibilizado pela coordenação do programa Revizee provém das seguintes áreas (tabelas 1 e 2): Arredores de Santos-SP (estações 6644 a 6658), Santos-SP a Baía de Ilha Grande-RJ (estações 6659 a 6686), Santos-SP a Baía de Paranaguá-PR (estações 6688 a 6707), Baía de Paranaguá-PR ao Cabo de Santa Marta-SC (estações 6776 a 6801) e Cabo de Santa Marta-SC a Tramandaí-RS (estações 6808 a 6823). Contudo, a coleção mais completa, em termos de representatividade e cobertura das estações é a proveniente dos Arredores de Santos-SP e Santos-SP a Baía de Ilha Grande-RJ e Santos-SP a Baía de Paranaguá-PR. Poucas amostras foram obtidas do setor representado pela Baía de Paranaguá-PR ao Cabo de Santa Marta-SC e Cabo de Santa Marta-SC a Tramandaí-RS. Assim sendo, as análises efetuadas correspondem, maiormente, a área das estações de Santos ao Rio de Janeiro (vide mapas das figuras 1 e 2).

Todo material pertencente à coleção investigada está depositado na Coleção Científica do Laboratório de Paleozoologia Evolutiva do Instituto de Biociências, da Universidade Estadual Paulista/UNESP, campus de Botucatu, sob o código DZP. Dados sobre essa coleção de braquiópodes, talvez a mais importante do

Brasil, aparecem em Kowalewski (2002), Simões *et al.* (2004, 2009), onde são encontradas as informações sobre os procedimentos laboratoriais empregados na separação e identificação dos espécimes presentes.

Para coleta do material bentônico e das amostras de fundo para análises sedimentológicas foram realizados cruzeiros com o Navio Oceanográfico Prof. Wladimir Besnard, durante os quais radiais perpendiculares à costa, espaçadas em aproximadamente 20 milhas náuticas foram empregadas. Foram demarcadas de duas a dez radiais e 15 a 32 estações oceanográficas em cada cruzeiro (Amaral *et al.*, 2004). As coletas envolveram amostras com pegador de fundo do tipo van Veen (0,1 m² de área e com capacidade de 20 l), *Box corer* (0,1 m² de área, 30 x 30 x 60 cm, e 54 l) e draga (boca de 80 x 27 cm de abertura e malha interna entrenós de 0,5 cm) (Amaral *et al.*, 2004). Segundo esses autores, que coordenaram as atividades de coleta, o procedimento amostral foi o seguinte (Amaral *et al.*, 2004):

a- pegador van Veen (0,10 m² de área amostral e com capacidade total de 20 l); uma pegada por estação. Uma pegada foi considerada bem sucedida quando continha um mínimo de 10 l, ou seja, pelo menos a metade da capacidade do amostrador. Esse procedimento foi efetuado sempre que possível e, quando necessário, era repetido o lançamento até no máximo duas vezes; caso ainda não houvesse sucesso, utilizava-se a amostra proveniente da última pegada ou aquela melhor sucedida, anotando-se sempre o volume considerado;

b- pegador box-corer (0,09 m² de área, 30 x 30 x 60 cm e 54 l); uma pegada por estação. O bloco de sedimento coletado era dividido em duas porções; a anterior era preservada para os estudos geológicos e a posterior para os de bentos (0,045 m²). Apenas os primeiros 25 cm de sedimento foram utilizados para o estudo da fauna bentônica. Os pegadores van Veen e *box-corer* foram utilizados em fundos compostos por areia ou lama;

c- draga retangular (abertura de 80 x 27 cm e malha interna entrenós de 0,5 cm); um arrasto com duração de 5 minutos e velocidade de 2 nós foi realizado em cada estação, resultando em áreas varridas de cerca de 500 m². O volume mínimo para a amostra ser considerada operacional foi de 20 l. Utilizada preferencialmente em fundos compostos por cascalho biodetrítico ou areia.

Durante as coletas, os dados hidrográficos (*e.g.*, profundidade, temperatura, condutividade e luz) para cada estação foram obtidos através do lançamento do CTD e a amostragem para fauna bentônica foi efetuada após posicionamento com GPS. Para denominar as divisões fisiográficas da plataforma foi utilizada a nomenclatura proposta por Zembruscki (1979). A área entre a zona de arrebentação e 50m de profundidade foi denominada plataforma interna, entre 50 e 100m, plataforma média, entre 100 e 200m plataforma externa e entre 200 e 500m, talude superior. O setor de plataforma externa entre 150 e 200m foi denominado área de quebra de plataforma.

Em razão do gradiente batimétrico amostrado a coleção estudada abrange fundos da plataforma e do talude continental, tanto siliciclásticos, como carbonáticos ou mistos (vide mais adiante). Nas tabelas 1 e 2 estão plotadas as estações amostradas ao longo da margem continental contígua aos estados do sul e sudeste do Brasil. De particular interesse, dada a presença de braquiópodes, são as estações de coleta, cuja distribuição espacial aparece nos mapas das figuras 1 e 2, conforme já comentado acima.

A área de estudo

A região em estudo da qual procedem as amostras examinadas no presente projeto de pesquisa abrange as coordenadas de 25°45'80"S-45°11'77"W a 25°11'89"S-47°08'09"W (Arredores de Santos-SP), 24°20'527"S-43°46'759"W a 25°35'986"S-45°13'571"W (Santos-SP a Baía de Ilha Grande-RJ) e 25°08'00"S-47°12'00"W a 25°37'05"S-45°50'14"W (Santos-SP a Baía de Paranaguá-PR) (Figs. 1 e 2). Essa área compreende, maiormente, a margem continental contígua ao Estado de São Paulo. As estações amostras compreendem as isóbatas entre 90 e 600 metros de profundidade, abrangendo, do ponto de vista fisiográfico (Heezen *et al.*, 1959; Zembruscki, 1979), a plataforma continental externa, a quebra da plataforma e a parte superior do talude continental (Figueiredo & Tessler, 2004).

De acordo com Amaral *et al.* (2004), a distribuição vertical da temperatura e da salinidade na região estudada apresenta, nos primeiros 200 metros, o domínio de águas quentes (20°C) e salinas (36,4) da Água Tropical (AT), fluindo em direção sul. Essas águas ocorrem na camada superior da Corrente do Brasil (CB),

sendo caracterizada pela baixa concentração de nutrientes e alta de oxigênio. Entre os 200 e 750 m, a temperatura varia entre 6° e 20°C graus e a salinidade entre 34,6 e 36,0, valores característicos da Água Central do Atlântico Sul (ACAS). Tais águas fluem também em direção sul, porém, em posição inferior à Corrente do Brasil (Amaral et al., 2004). No verão, ela pode penetrar na plataforma continental e contribuir com a riqueza em nutrientes. A partir dessa profundidade, nota-se sucessivamente a Água Intermediária Antártica (AIA) (3° - 6°C e 34,2 - 34,6), que se estende até os 950 m de profundidade, e a Água Profunda do Atlântico Norte (APAN) (3° - 4°C e 34,6 - 35,0), entre 1500 e 3000 metros, dirigindo-se para o sul até cerca de 32°S (Almeida, 2001).

Na área de estudo, especialmente ao norte, há constante influência de águas frias de origem oceânica sobre a plataforma, combinada com o processo de ressurgência costeira, cujos efeitos para fauna de braquiópodes já foram discutidos por Kowalewski *et al.* (2002) e Simões *et al.* (2004). Esses fenômenos representam um importante mecanismo de suprimento de águas ricas em nutrientes e oxigênio para as camadas de superfície até 100 metros (Miranda, 1985), o qual propicia alta produtividade, constituindo condições adequadas para o desenvolvimento da fauna bentônica (Amaral *et al.*, 2004).

Na área de procedência das amostras estudadas, a plataforma continental apresenta cerca de 140 km da costa até o talude, alcançando, mais ao sul, aproximadamente 190 km (Lana *et al.*, 1996; Figueiredo & Madureira, 2004; Figueiredo & Tessler, 2004). De um modo geral, na região considerada, a declividade da plataforma é constante, menor que 2 m/km, sendo que o talude apresenta declividades acentuadas (Figueiredo & Tessler, 2004). Toda essa área (plataforma e talude) apresenta cobertura sedimentar complexa, com predomínio de lamas, principalmente a partir dos 100 metros de profundidade e lamas arenosas ao longo do talude (Fig. 3). Areias finas e muito finas estão localizadas na plataforma média e interna, principalmente ao sul da área de estudo.

No que diz respeito à composição dos sedimentos (Fig. 4), um importante parâmetro ambiental para fauna de braquiópodes (vide mais adiante), conforme classificação de Larssonneur (1977) na área mais ao norte predominam os sedimentos bioclásticos (percentagem de carbonatos maior que 70%), litobioclásticos

(teor de carbonatos superior a 30% e inferior a 50%) e litoclásticos (teor de carbonatos superior a 30%). A presença de sedimentos biolitoclásticos (teor de carbonatos maior que 50% e menor que 70%) é subordinada. Já ao sul da área de estudo, ocorrem principalmente sedimentos litoclásticos e bolsões de sedimentos biolitoclásticos e litobioclásticos (Fig. 4).

Procedimentos laboratoriais

Inicialmente, ainda no campo, após coleta seguindo os passos já comentados nas seções acima, as amostras da macrofauna bentônica foram lavadas a bordo do navio oceanográfico, com água do mar, em peneiras com malhagem de 2,0, 1,0 e 0,5 mm. Os animais maiores foram previamente separados e fixados em formol a 4% e acondicionados em frascos próprios. Já no laboratório, o material foi lavado com água doce, transferido para álcool a 70%, triado sob microscópio estereoscópico e identificado quanto aos táxons presentes. Assim sendo, existem amostras de uma mesma estação de coleta contendo material coletado, amostrados por van Veen, *box-corer* e draga.

No contexto deste estudo, foram identificados (veja Kowalewski *et al.*, 2002; Simões *et al.*, 2004) e contados os espécimes de braquiópodes dos frascos de cada estação de coleta, por amostrador. Para as análises a preferência é pelas amostras do tipo van Veen e *box-corer*, quando disponíveis, visto que o material obtido via draga contem mistura espacial de táxons provenientes do fundo oceânico da área dragada, o que não é desejável para a abordagem metodológica aqui utilizada. Porém, quando o número de espécimes era muito baixo, inferior a 70 indivíduos (veja procedimento em Kidwell 2001b), por exemplo, as contagens envolveram todas as amostras de uma dada estação de coleta. Por outro lado, quando o número de indivíduos era muito grande, por exemplo, superior a 1000, optou-se por subamostras, com até 150 indivíduos (veja procedimento em Kidwell, 2001b).

Para cada estação de coleta e amostrador foram separados e contados os indivíduos coletados vivos (com tecidos) e mortos (veja procedimento em Simões *et al.*, 2009). Em alguns casos a identificação dos elementos coletados vivos pode ser feita pela presença de pedículo nas conchas, em outros, é possível

observar os tecidos (principalmente o lofóforo), pois as conchas são transparentes. Importante destacar que, no caso dos braquiópodes, a presença de conchas articuladas fechadas por si só, não é garantia de que o animal estivesse vivo, no momento da coleta.

As atividades de laboratório envolveram ainda a confecção de fotografias digitais, com câmera acoplada ao estereomicroscópio Zeiss (modelo Stemi SV 6) (vide figura 5).

RESULTADOS

Observações gerais

Na área de estudo, em sua maior parte, referente à margem continental contígua ao Estado de São Paulo, o total de amostras examinadas provem de 66 estações de coleta, isso é: as estações 6644 a 6707 (tabelas 1 e 2), além das estações 6787, 6793 e 6808 (tabelas 1 e 2) envolvendo fundos da plataforma externa até talude continental superior. Notavelmente, nessa área os braquiópodes são mais abundantes que moluscos bivalves e gastrópodes combinados (Kowalewski *et al.*, 2002; Simões *et al.*, 2004). Entretanto, a diversidade é baixa, com a presença de *Bouchardia rosea* (Família Bouchardiidae), *Platidia anomioides* (Família Platidiidae), *Argyrotheca cf. cuneata* (Família Megathyrididae) e *Terebratulina* sp. (Família Cancellothyrididae) (Simões *et al.*, 2004) (Fig. 6).

A fauna de braquiópodes é mais abundante entre 100 e 200 metros de profundidade (vide figura 2) e sua distribuição está fortemente associada aos tipos de fundo, especialmente os carbonáticos. Assim, por exemplo, *Bouchardia rosea*, a espécie mais abundante na plataforma continental, ocorre preferencialmente em locais com fundos bioclásticos, biolitoclásticos ou litobioclásticos, cuja granulometria dos sedimentos é grossa e o teor de carbonato de cálcio (CaCO_3) entre 40 a 70%. Outras espécies também abundantes, tais como *Terebratulina* sp. e *Argyrotheca cf. cuneata* ocorrem em locais de fundo com teor de CaCO_3 da ordem de 70 a 95% (Fig. 7).

Das quatro espécies encontradas, *Bouchardia rosea* é a mais abundante (vide tabela 3), com 2393 indivíduos, seguida de *Argyrotheca* cf. *cuenata* (n= 366), *Platidia anomioides* (n= 259) e *Terebratulina* sp. (n= 136).

Análise da correspondência (vivo/morto) para as assembléias de *Bouchardia rosea*

As análises deste estudo estão preferencialmente concentradas nos indivíduos dessa espécie, não apenas por ser comum na área de estudo, mas por ser também a mais abundante na plataforma interna da costa do Estado de São Paulo, comparecendo em 21, das 66 estações de coleta amostradas. No total foram obtidos 2393 espécimes, mas sua distribuição e abundância não são homogêneas ao longo do gradiente batimétrico investigado.

As ocorrências de *Bouchardia rosea*, na plataforma externa e talude superior, se dão em locais de fundo biolitoclástico (7 ocorrências, 33,3%), litoclástico (6 ocorrências, 28,6%), litobioclástico (4 ocorrências, 19%) e bioclástico (4 ocorrências, 19%) (tabela 4). Porém, as ocorrências em substrato litoclástico estão relacionadas a número muito reduzido de indivíduos, normalmente apenas 1 e, excepcionalmente, até 46 indivíduos, em uma estação (vide tabela 4). No total, foram verificados 51 indivíduos nesse substrato, cujo teor de carbonato de cálcio é sempre inferior a 30% (tabela 4). Do total de indivíduos coletados (n= 2393), 2342 (97,9%) ocorrem em fundos carbonáticos. Entretanto, as ocorrências realmente significativas dessa espécie, ou seja, aquelas com número ≥ 70 indivíduos, são registradas nas áreas de fundos biolitoclásticos (3 ocorrências), litobioclásticos (2 ocorrências) e bioclástico (1 ocorrência) (tabela 4). Conforme pode ser verificado na tabela 4, a maior abundância se dá nas estações onde o fundo apresenta teor de CaCO_3 igual ou superior a 40%.

Do total de indivíduos dessa espécie coletados (n= 2393), a esmagadora maioria é representada por espécimes mortos (n= 2342, 97,9%) e apenas 51 correspondem a espécimes vivos. Ou seja, juntando os dados de todas as estações de coleta a frequência morto/vivo é de apenas 2,1% (vide tabela 5). Conforme acima mencionado, a ocorrência de *Bouchardia rosea* em fundos siliciclásticos não é apenas reduzida (tabela

4), mas indivíduos vivos não são encontrados nesse tipo de substrato (tabela 5), ao menos no período representado pelas coletas aqui realizadas (data do período total de coleta, vide tabela 1).

Restringindo-se as análises às estações que contem 70 ou mais indivíduos (vide tabela 6), é observado que em todas elas existem indivíduos vivos, a despeito da baixa correspondência morto/vivo, que varia de 1,1 a 4% (tabela 6). De fato, juntando-se os dados dessas estações o número de elementos vivos não ultrapassa 33 espécimes (1,5%).

Outro aspecto interessante refere-se à distribuição batimétrica das tanatocenoses contendo indivíduos vivos, pois essas estão concentradas nos fundos em águas entre 100 a 200 metros de profundidade (i.e. plataforma externa) (tabela 7). Das ocorrências com mais de 70 indivíduos e espécimes vivos, a maior frequência morto/vivo se dá em fundos biolitolásticos, litobioclásticos e bioclásticos (tabela 6). Porém, chamam a atenção também os dados provenientes da estação de coleta 6698 (vide tabela 5), pois embora o número de exemplares seja pequeno nessa estação (inferior a 70 indivíduos), a correspondência morto/vivo é de 23,3%, ou seja, a maior entre todas as localidades estudadas. Em outras palavras, a melhor correspondência morto/vivo se dá no talude superior, sob condições de fundo litobioclástico (tabela 5).

A tabela 8 mostra a correspondência morto/vivo para as estações de coleta contendo espécimes de *Bouchardia rosea* e outros braquiópodes em número igual ou superior a 70. Note que em ambos os casos a correspondência morto/vivo é muito reduzida, assim como nas tanatocenoses onde *Bouchardia rosea* ocorre sozinha (estações 6644, 6651, 6652, 6653, 6669, 6674, 6695, 6698, 6703, 6704, 6706), formando concentrações monoespecíficas.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Conforme evidenciado pelos dados acima descritos, as tanatocenoses (assembléias de mortos) aqui estudadas apresentam baixíssima concordância, com respeito à relação morto/vivo, para a espécie *Bouchardia rosea*. Essa espécie de braquiópode é a mais abundante na margem continental contígua a região sudeste e sul do Brasil (Kowalewski *et al.*, 2002; Simões *et al.*, 2004). Vários são os fatores (a) naturais, (b)

antropogênicos e (c) metodológicos que podem contribuir para a baixa fidelidade dessas assembléias, com respeito às comunidades viventes locais. De um modo geral, esses fatores incluem o transporte *post-mortem*, mudanças ambientais naturais ou influenciadas pela ação antrópica e amostragens inadequadas.

Análises recentes indicam que, na plataforma interna, na costa norte do Estado de São Paulo, as populações de *Bouchardia rosea* apresentam baixíssima fidelidade morto/vivo. Assim, por exemplo, na enseada de Ubatuba conchas vivas de *Bouchardia rosea* são extremamente raras (Simões *et al.*, 2009), embora as assembléias possam conter milhares de espécimes. Localmente, essa espécie parece estar extinta ou ausente das comunidades marinhas bentônicas. Fundamentado em dados de mais de 10 anos de coleta, relatos históricos, análises geocronológicas (datação de conchas individuais por C14-MAS e racemização de aminoácidos) e geoquímicas (isótopos estáveis de C e O), Simões *et al.* (2009) demonstraram que essa baixíssima fidelidade morto/vivo para as tanatocenoses de *Bouchardia rosea* decorre de (a) mudanças ambientais naturais (tipo de fundo, temperatura da água e, possivelmente, produtividade primária), (b) acentuada mistura temporal (*time-averaging*), (c) acentuada mistura espacial (transporte *post-mortem*) e (d) ação antrópica (eutrofização, poluição). De fato, conforme demonstrado por Kidwell (2007), baixa fidelidade morto/vivo é notada nas assembléias de moluscos, por exemplo, de ambientes transicionais a marinhos rasos impactados pela ação antrópica.

No contexto acima, os dados obtidos pelo Programa Revizee Score Sul Bentos são extremamente interessantes, visto que os ambientes plataformais, especialmente plataforma média e externa e talude continental são ou estão menos propensos às mudanças ambientais decorrentes da ação antrópica (vide Kidwell, 2008). Exatamente por essa razão, as medidas de fidelidade morto/vivo nas assembléias amostradas nessas áreas são mais propensas a oferecer dados que podem ser utilizados para análises paleoecológicas (vide Kidwell, 2008, por exemplo) e revelar ou sugerir que mudanças naturais sejam responsáveis pelos padrões observados. Em outras palavras, “... *death assemblages on open shelves are thus generally good samplers of living community diversity and composition under natural conditions, and where the community is undergoing anthropogenic modification, retain a strong record of the precursor community*”. Assim

sendo, quais são as possíveis causas para a baixíssima fidelidade morto/vivo observada nas assembléias estudadas, da plataforma externa e talude continental?

Conforme demonstrado por Simões *et al.* (2009), para os ambientes de plataforma interna, a resposta para essa questão não é simples e precisa estar apoiada em outros dados (geoquímicos/geocronológicos), para melhor compreensão. Em primeiro lugar, a mistura temporal, supostamente maior nos habitats de plataforma (vide discussão em Holz & Simões, 2002), pode contribuir significativamente para o processo. Para se ter uma idéia, nos ambientes de águas da plataforma interna, as assembléias de *Bouchardia rosea* apresentam mistura temporal da ordem de 20.000 anos. Ou seja, se teoricamente na plataforma externa a mistura temporal é maior, em decorrência de vários fatores, como por exemplo, as baixas taxas de sedimentação que contribuem para longo período de residência dos bioclastos na interface água/sedimento, então talvez a mistura temporal possa atingir algo entre 10^2 a 10^4 anos, tendo dados de literatura como exemplos (vide discussão em Carroll *et al.*, 2003). Por outro lado, é interessante observar que, todos os exemplares examinados são de indivíduos de pequeno porte, algo em torno de 2 mm ou menores. Nas águas rasas, a despeito da baixa fidelidade morto/vivo, muitos espécimes apresentam dimensões “normais”, ou seja, comprimento da concha superior a 1 cm. Em outras palavras, as tanatocenoses contendo *Bouchardia rosea*, na plataforma externa e talude continental talvez estejam mostrando alta mortandade de indivíduos jovens nas populações.

DESAFIOS PARA O FUTURO

No contexto dos dados aqui obtidos, para a Fidelidade Composicional das assembléias de braquiópodes da plataforma externa e talude continental, uma questão crítica a ser respondida diz respeito aos fatores ambientais naturais que podem estar influenciando a baixa correspondência vivo-morto. Desde que a maior parte das ocorrências se dá em locais onde há presença de correntes de ressurgência (veja Kowalewski *et al.*, 2002; Simões *et al.*, 2004), é tentador especular que variações nos parâmetros físico/químicos dessas correntes e mesmo sua intermitência possam estar influenciando o desenvolvimento da fauna de

braquiópodes, contribuindo assim, para o padrão observado. Uma maneira para se investigar esse problema é partir para a análise geoquímica, utilizando os isótopos estáveis de oxigênio e carbono, como indicadores de variações na temperatura das águas, salinidade e produtividade primária. Parcerias estão sendo feitas para viabilizar essas análises que esperamos possam jogar luz a essa problemática tão importante de ser compreendida do ponto de vista (paleo)ambiental.

AGRADECIMENTOS

Gostaria de agradecer ao meu orientador, Prof. Dr. Marcello Guimarães Simões, pelo exemplo profissional e por todo o auxílio durante a realização do projeto; e à FAPESP, pelo apoio concedido em forma de bolsa de Iniciação Científica, processo 2009/18382-1.

REFERÊNCIAS

- Almeida, E.M. 2001. *Estrutura da população, crescimento e reprodução de Maurolicus stehmanni Parin & Kobaliansky, 1993 (Teleostei: Sternoptychidae) na Zona Econômica Exclusiva do Sul e Sudeste do Brasil*. Dissertação de Mestrado, Instituto Oceanográfico, Universidade de São Paulo, 118p.
- Amaral, A.C.Z. & Rossi-Wongtschowski, C.L.D.B. 2004. Biodiversidade bentônica da região Sudeste-Sul do Brasil, plataforma externa e talude superior. In: *Revizee : Score Sul São Paulo*, Instituto Oceanográfico - USP. 216 p (Série documentos Revizee: Score Sul São Paulo).
- Behrensmeyer, A.K.; Kidwell, S.M. & Gastaldo, R.A. 2000. Taphonomy and paleobiology. In D. H. Erwin & S. W. Wing, (Eds) *Deep Time: Paleobiology's Perspective*. Lawrence, Kansas: Allen Press, Paleontological Society, *Paleobiology* (supplement), p. 103-147.
- Cadée, G.C. 1968. Molluscan biocoenoses and thanatocoenoses in the Ria de Arosa, Galicia, Spain. *Zoologische Verhandelingen, Rijksmuseum van Natuurlijke Historie te Leiden*, **95**:1–121.
- Carthew, R. & Bosence, D. 1986. Community preservation in Recent shell-gravels, English Channel. *Palaeontology*, **29**:243–268.

- Carroll, M.; Kowalewski, M.; Simões, M.G. & Goodfriend, G.A. 2003. Quantitative estimates of timeaveraging in brachiopod shell accumulations from a modern tropical shelf. *Paleobiology*, **29**:382-403.
- Cummins, H.; Powell, E.N.; Stanton, R.J., Jr. & Staff, G. 1986. The rate of taphonomic loss in modern benthic habitats: how much of the potentially preservable community is preserved? *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology*, **52**: 291–320.
- Donovan, S.K. & Paul, C.R.C. 1998. *The adequacy of the fossil record*. Wiley, New York, 312 p.
- Figueiredo, A.G. & Tessler, M. G. 2004. Topografia e composição do substrato marinho da região Sudeste-Sul do Brasil. In: *Revizee : Score Sul São Paulo* : Instituto Oceanográfico - USP. 64 p. (Série documentos Revizee: Score Sul São Paulo).
- Figueiredo, A. G. & Madureira, L. S. P. 2004. Topografia, composição, refletividade do substrato marinho e identificação de províncias sedimentares na região Sudeste-Sul do Brasil. In: *Revizee : Score Sul São Paulo* : Instituto Oceanográfico - USP. 64 p. (Série documentos Revizee: Score Sul São Paulo).
- Greenstein, B.J. & Pandolfi, J.M. 1997. Preservation of community structure in modern reef coral life and death assemblages of the Florida Keys: implications for the Quaternary fossil record of coral reefs. *Bulletin of Marine Science*, **61**: 39–60.
- Greenstein, B.J.; Pandolfi, J.M. & Curran, H.A. 1998. The completeness of the Pleistocene fossil record: implications for stratigraphic adequacy. In: S. K. Donovan (Ed.) *The Adequacy of the Fossil Record*. London: Wiley, pp.75-109.
- Heezen, B.C., Tharp, N. & Ewing, M., 1959. *The floor of the oceans. The North Atlantic*. N.York, G.S.A. vol. 1, 122p. (Special paper 65).
- Holz, M. & Simões, M.G. 2002. *Elementos fundamentais de Tafonomia*. 1a ed., Porto Alegre, EDUFRGS, 231 p.

- 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 Data Locked in the Fossil Record*. New York: Plenum Press, *Topics in Geobiology*, **9**: 115-209.
- Kidwell, S.M. & Flessa, K.W. 1995. The quality of the fossil record: populations, species, and communities. *Annual Reviews of Ecology and Systematics*, **26**: 269-299.
- Kidwell, S.M. 2001a. Major biases in the fossil record. In: D.E. G. Briggs & P. R. Crowther (Eds) *Palaeobiology II*. London: Blackwell, pp. 297-303.
- Kidwell, S.M. 2001b. Preservation of species abundance in marine death assemblages. *Science*, **294**: 1091-1094.
- Kidwell, S.M. 2002. Mesh-size effects on the ecological fidelity of death assemblages: a meta-analysis of molluscan live-dead studies. *Geobios*, **35**: 107-119.
- Kidwell, S.M. 2007. Discordance between living and death assemblages as evidence for anthropogenic ecological change. *Proc. Nat. Acad. Science, USA*, **104**: 17701-17706.
- Kidwell, S.M. 2008. Ecological fidelity of open marine molluscan death assemblages: effects of post-mortem transportation, shelf health, and taphonomic inertia. *Lethaia* **41**: 199-217.
- Kowalewski, M.; Gürs, K.; Nebelsick, J.H.; Oschmann, W.; Piller, W.E. & Hoffmeister, A.P. 2002. Multivariate hierarchical analyses of Miocene mollusk assemblages of Europe: Paleogeographic, paleoecological, and biostratigraphic implications. *Geological Society of America Bulletin*, **114**: 239-256.
- Kowalewski, M.; Carroll, M., Casazza, L.; Gupta, N.; Hannisdal, B.; Hendy, A.; Krause, R.A., Jr.; LaBarbera, M.; Lazo, D.G.; Messina, C.; Puchalski, S.; Rothfus, T.A.; Sälgeback, J.; Stempien, J.; Terry, R.C. & Tomasovych, A. 2003. Quantitative fidelity of brachiopod-mollusk assemblages from modern subtidal environments of San Juan Islands, USA. *Journal of Taphonomy*, **1**:43-65.
- Lana, P.C.; Camargo, M.G.; Brogim, R.A. & Isaac, V.J. 1996. *Os Bentos da Costa Brasileira: avaliação crítica e levantamento bibliográfico*. Rio de Janeiro, FEMAR, 432 p.

- Larsonneur C. 1977. La cartographie des dépôts meubles sur le plateau continental français: méthode mise au point et utilisée en Manche. *J. Rech. Oceanogr.* **2**: 34-39.
- Miranda, L.B. 1985. Forma da correlação T-S de massas de água das regiões costeira e oceânica entre o Cabo de São Tomé (RJ) e a Ilha de São Sebastião (SP), Brasil. *Boletim do Instituto Oceanográfico*, São Paulo, **33(2)**: 105-119.
- Nebelsick, J. H. 1992. Echinoid distribution by fragment identification in the northern Bay of Safage, Red Sea, Egypt. *Palaios*, **7**: 316–328.
- Pandolfi, J. M. & Minchin, P. R. 1995. A comparison of taxonomic composition and diversity between reef coral life and death assemblages in Madang Lagoon, Papua New Guinea. *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology*, **119**: 321–341.
- Pandolfi, J. M. & Greenstein, B. J. 1997. Preservation of community structure in death assemblages of deep water Caribbean reef corals. *Limnology & Oceanography*, **42**: 1505–1516.
- Rodrigues, S.C. 2006. *Tafonomia de moluscos bivalves e braquiópodes das enseadas de Ubatuba e Picinguaba, norte do Estado de São Paulo: implicações do uso de assinaturas tafonômicas no reconhecimento de gradientes ambientais*. Programa de Pós-graduação em Geologia Sedimentar e Ambiental, Universidade São Paulo, Tese de Doutorado, 118 p.
- Schopf, T.J.M. 1978. Fossilization potential of an intertidal fauna: Friday Harbor, Washington. *Paleobiology*, **4**: 261–70.
- Simões, M.G.; Kowalewski, M.; Mello, L.H.C.; Rodland, D. & Carroll, M. 2004. Recent brachiopods from the Southern Brazilian shelf: palaeontological and biogeographical implications. *Palaeontology*, **47**: 515-533.
- Simões, M.G.; Rodrigues, S.C. & Kowalewski, M. 2009. *Bouchardia rosea*, a vanishing brachiopod species of the Brazilian platform: taphonomy, historical ecology and conservation paleobiology. *Historical Biology*, **21**: 1-14.

- Staff, G.M.; Stanton, R.J., Jr.; Powell, E.N. & Cummins, H. 1986. Time-averaging, taphonomy, and their impact on paleocommunity reconstruction: death assemblages in Texas bays. *Geological Society of America Bulletin*, **97**:428–443.
- Zembruski, S.G., 1979. *Geomorfologia da margem continental sul brasileira e das bacias oceânicas adjacentes*. 7: 129-177, (Série projeto REMAC).
- Zuschin, M.; Hohenegger, J. & Steininger, F.F. 2000. A comparison of living and dead molluscs on coral reef associated hard substrata in the northern Red Sea implications for the fossil record. *Palaeogeography. Palaeoclimatology. Palaeoecology*, **159**:167–190.

Tabela 1. Dados das estações de coleta do programa REVIZEE, setor São Paulo, segundo Amaral *et al.* (2004).

Table 1. Main data of the collecting stations, REVIZEE program, São Paulo sector, according to Amaral *et al.* (2004).

Tabela 2. Dados das estações de coleta do programa REVIZEE, setor Paraná e Santa Catarina, segundo Amaral *et al.* (2004). Destes setores apenas os dados de 4 estações de coleta estão disponíveis e, por esse motivo, não foram utilizados no presente estudo.

Table 2. . Main data of the collecting stations, REVIZEE program, Paraná and Santa Catarina sector , according to Amaral *et al.* (2004). From these sectors only the data from 4 sampling stations are available and were excluded of our study.

Tabela 3. Espécies de braquiópodes encontradas na plataforma e no talude continental superior, na margem continental do Estado de São Paulo e arredores.

Table 3. Brachiopods species found at the shelf and the upper continental slope, at the continental margin in the São Paulo State and surrounding areas.

Tabela 4. Ocorrências de *Bouchardia rosea* na plataforma externa e no talude continental superior, na margem continental contígua ao Estado de São Paulo e arredores.

Table 4. *Bouchardia rosea* occurrences in the outer shelf and upper continental slope, at the continental margin contiguous to the São Paulo State and surrounding areas.

Tabela 5. Ocorrências de *Bouchardia rosea* na plataforma externa e no talude continental superior, na margem continental contígua ao Estado de São Paulo e arredores.

Table 5. *Bouchardia rosea* occurrences in the outer shelf and upper continental slope, at the continental margin contiguous to the São Paulo State and surrounding areas.

Tabela 6. Ocorrências de *Bouchardia rosea* na plataforma externa e no talude continental superior, na margem continental contígua ao Estado de São Paulo e arredores.

Table 6. *Bouchardia rosea* occurrences in the outer shelf and upper continental slope, at the continental margin contiguous to the São Paulo State and surrounding areas.

Tabela 7. Número de estações com espécimes de *Bouchardia rosea* para as diferentes regiões fisiográficas da margem continental, na área de estudo.

Table 7. Stations that yielded specimens of *Bouchardia rosea* along the various physiographic regions of the continental margin in the study area.

Tabela 8. Espécies presentes em associações onde *Bouchardia rosea* está presente.

Table 8. Co-occurring species with *Bouchardia rosea*.

Figura 1. Mapa de distribuição das estações de coleta do Programa REVIZEE-score Sul-Bentos e batimetria. A área em destaque é aquela de onde provem a coleção científica estudada (explicação no texto). Fonte: Amaral *et al.* (2004).

Figure 1. Distribution map and bathymetry of the sampling stations of the REVIZEE Program-score South-Benthos. The highlighted area is that provided specimens to this study (see text for explanations). Source: Amaral *et al.* (2004).

Figura 2. Mapa de distribuição das estações de coleta, Programa REVIZEE, score Sul, Bentos, setores São Paulo, Paraná e Santa Catarina, onde conchas de braquiópodes foram recuperadas. Fonte: Kowalewski *et al.* (2002).

Figure 2. Distribution map of sampling stations of REVIZEE program-score South-Benthos, São Paulo, Paraná and Santa Catarina sectors, where brachiopods shells were recovered. Source: Kowalewski *et al.* (2002).

Figura 3. Mapa de granulometria dos sedimentos (diâmetro médio) na costa Sudeste-Sul do Brasil, segundo Figueiredo & Madureira (2004). Extraído de Amaral *et al.* (2004). As isóbatas representadas no mapa são as de 100 e 300 metros, respectivamente.

Figure 3. Map of bottom type (medium diameter) on the southeast coast, southern Brazil, according to Figueiredo & Madureira (2004). Data from Amaral *et al.* (2004). The isobaths shown on map are 100 and 300 meters, respectively.

Figura 4. Mapa de composição dos sedimentos (Larsonneur, 1977) na área de estudo (em destaque), segundo Figueiredo & Tessler (2004).

Figure 4. Map of sediment type (Larsonneur, 1977) in the study area (highlighted), according to Figueiredo & Tessler (2004).

Figura 5. Acúmulo denso de conchas de *Bouchardia rosea* na plataforma externa, estação 6653. As conchas maiores possuem cerca de 1 cm. Aumento de 2.0 vezes. Note o número elevado de indivíduos com valvas articuladas fechadas, mas sem pedículo, ou seja, mortos antes da coleta.

Figure 5. Dense accumulation of *Bouchardia rosea* shells from the outer shelf, station 6653. The larger shells are about 1 cm. Increase of 2.0 times. Note the large number of individuals with closed and articulated valves, but without pedicle, in other words, dead before collecting.

Figura 6. Espécies de braquiópodes comuns na plataforma brasileira entre 24°S e 26°S. A- *Terebratulina* sp., B-*Argyrotheca* cf. *cuneata*, C- *Platidia anomioides*, D- *Bouchardia rosea*. Escala 4x.

Figure 6. Common brachiopods species of the Brazilian shelf between 24 ° S and 26 ° S. A-*Terebratulina* sp. B-*Argyrotheca* cf. *cuneata*, C-*Platidia anomioides*, D-*Bouchardia rosea*. Scale 4x.

Figura 7 – Mapa de composição dos sedimentos, na área de estudo (Figueiredo & Tessler, 2004) e as estações de coleta onde ocorrem braquiópodes. Note que a maior parte das ocorrências se dá em locais de fundos carbonáticos.

Figure 7 - Map of the sediment type in the study area (Figueiredo & Tessler, 2004) and the sampling stations where brachiopods occur. Note the close association between brachiopod occurrences and the carbonatic bottoms.

ILUSTRAÇÕES

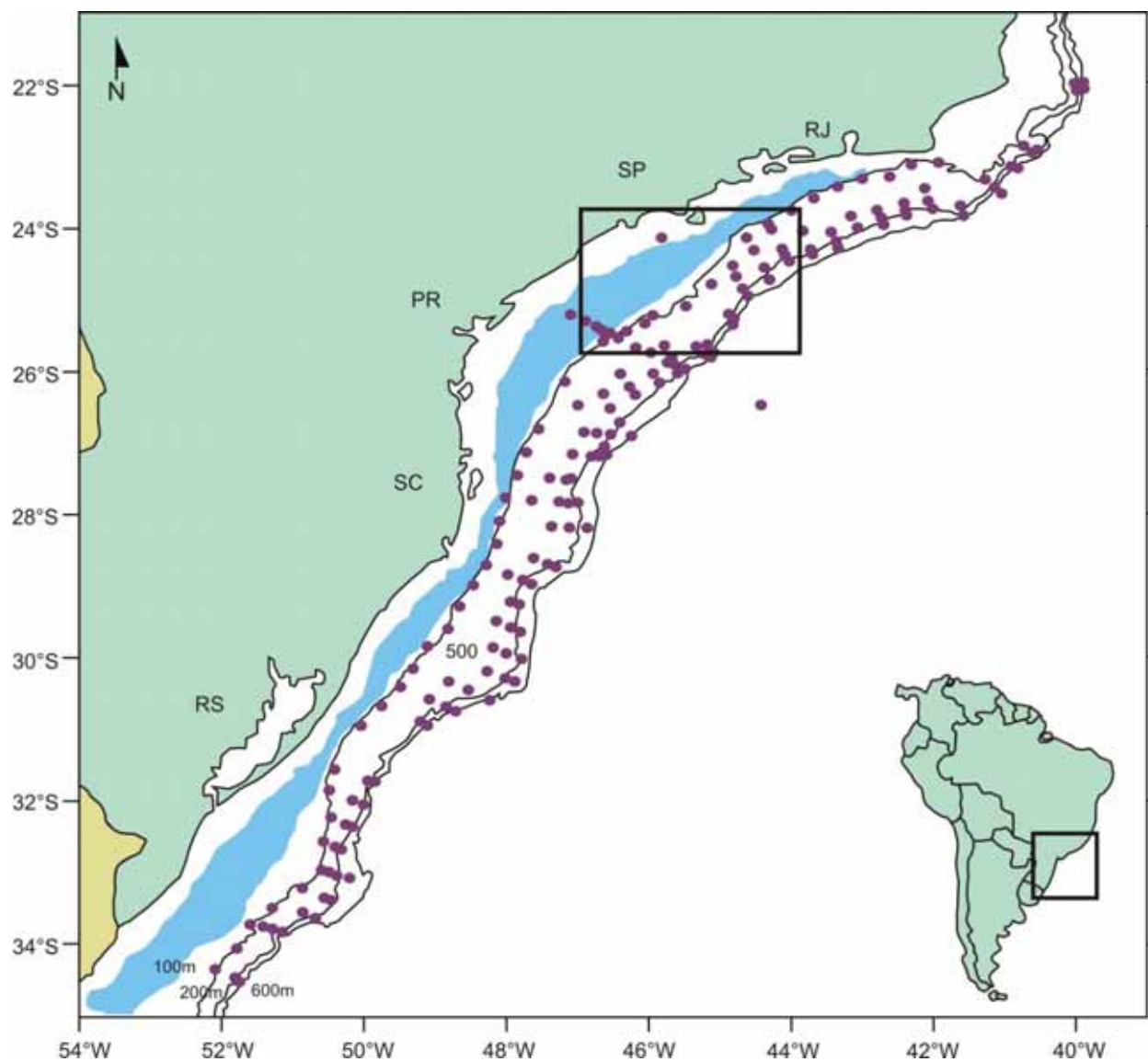


Figura 1.

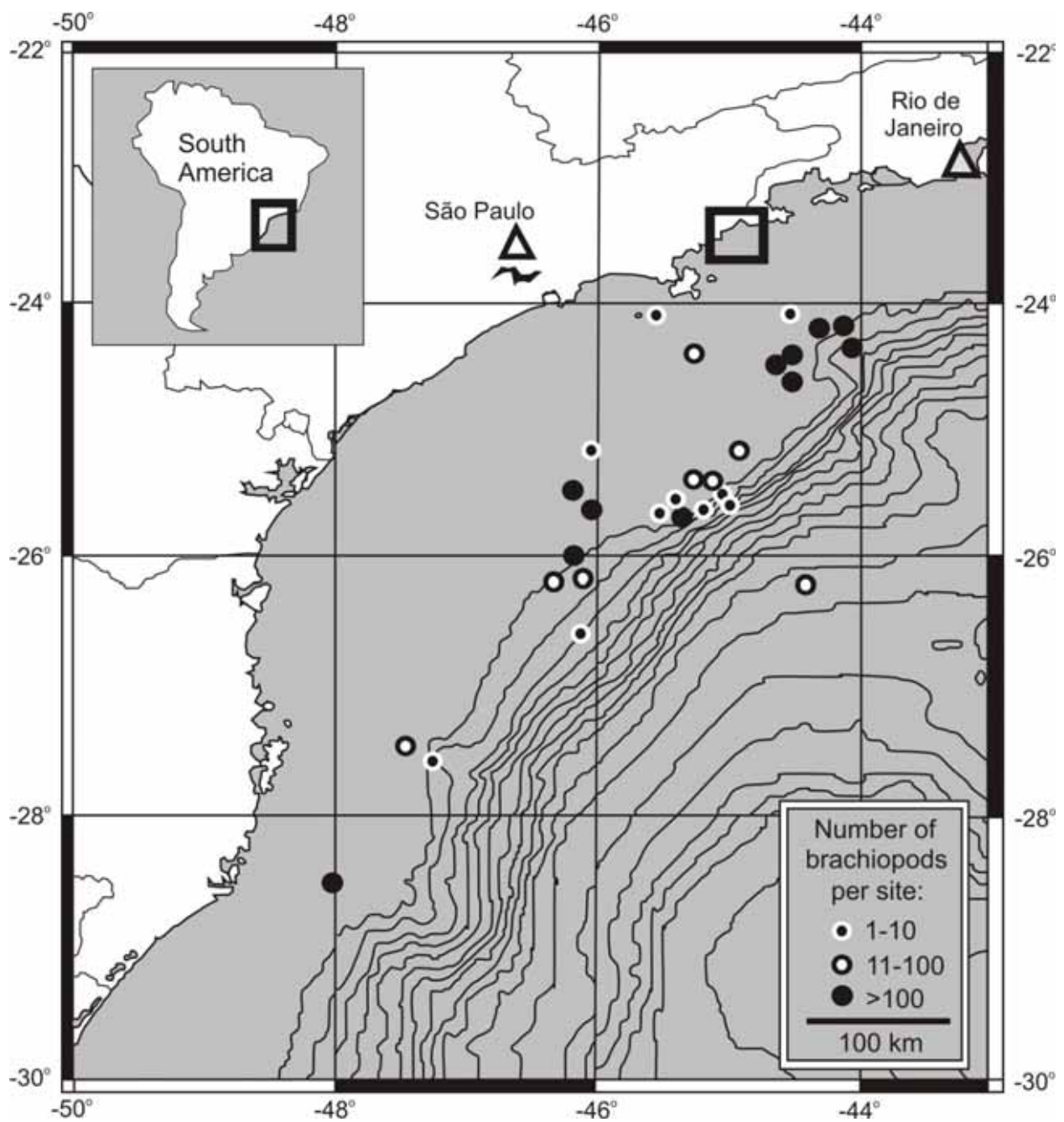


Figura 2.

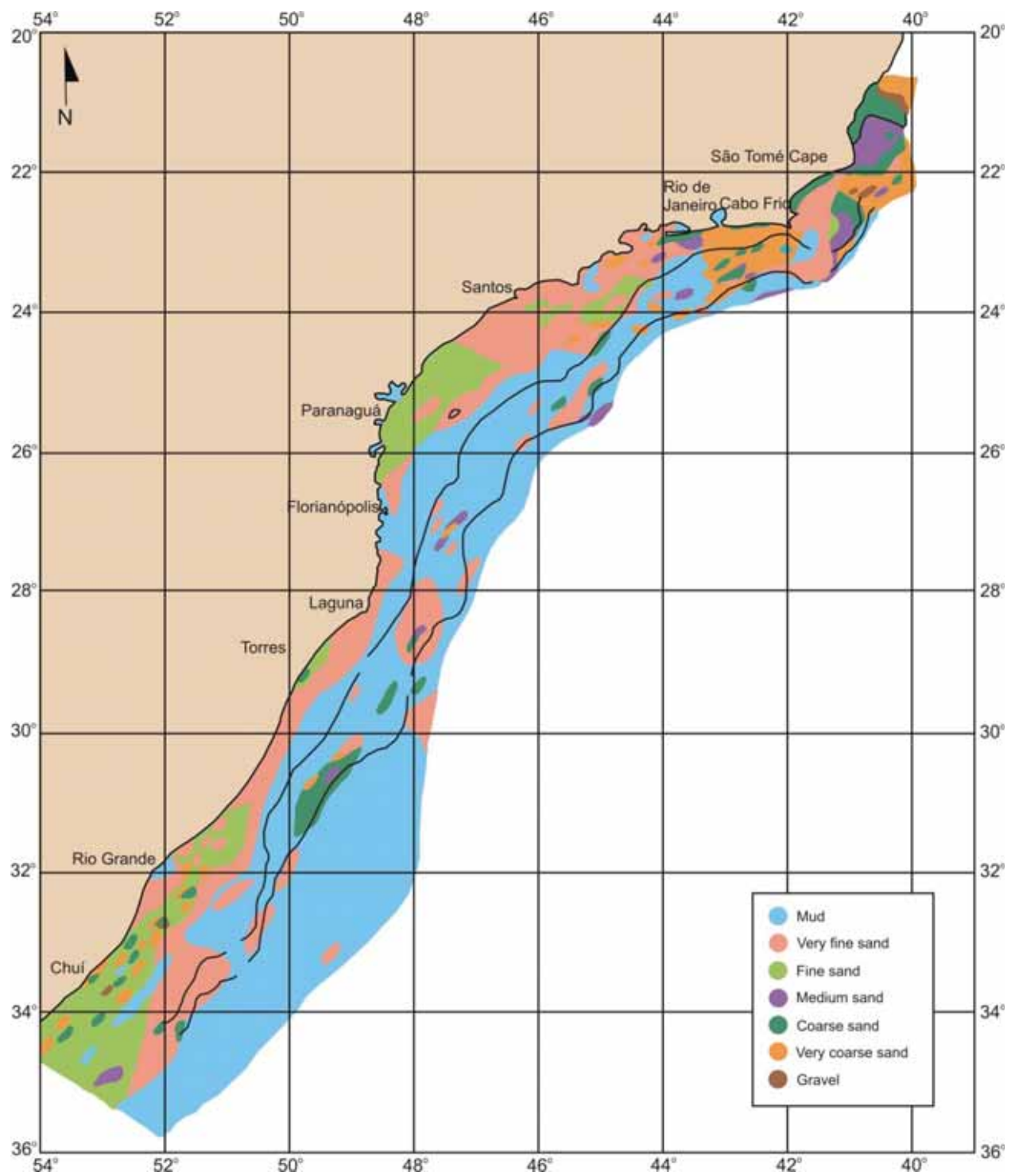


Figura 3.

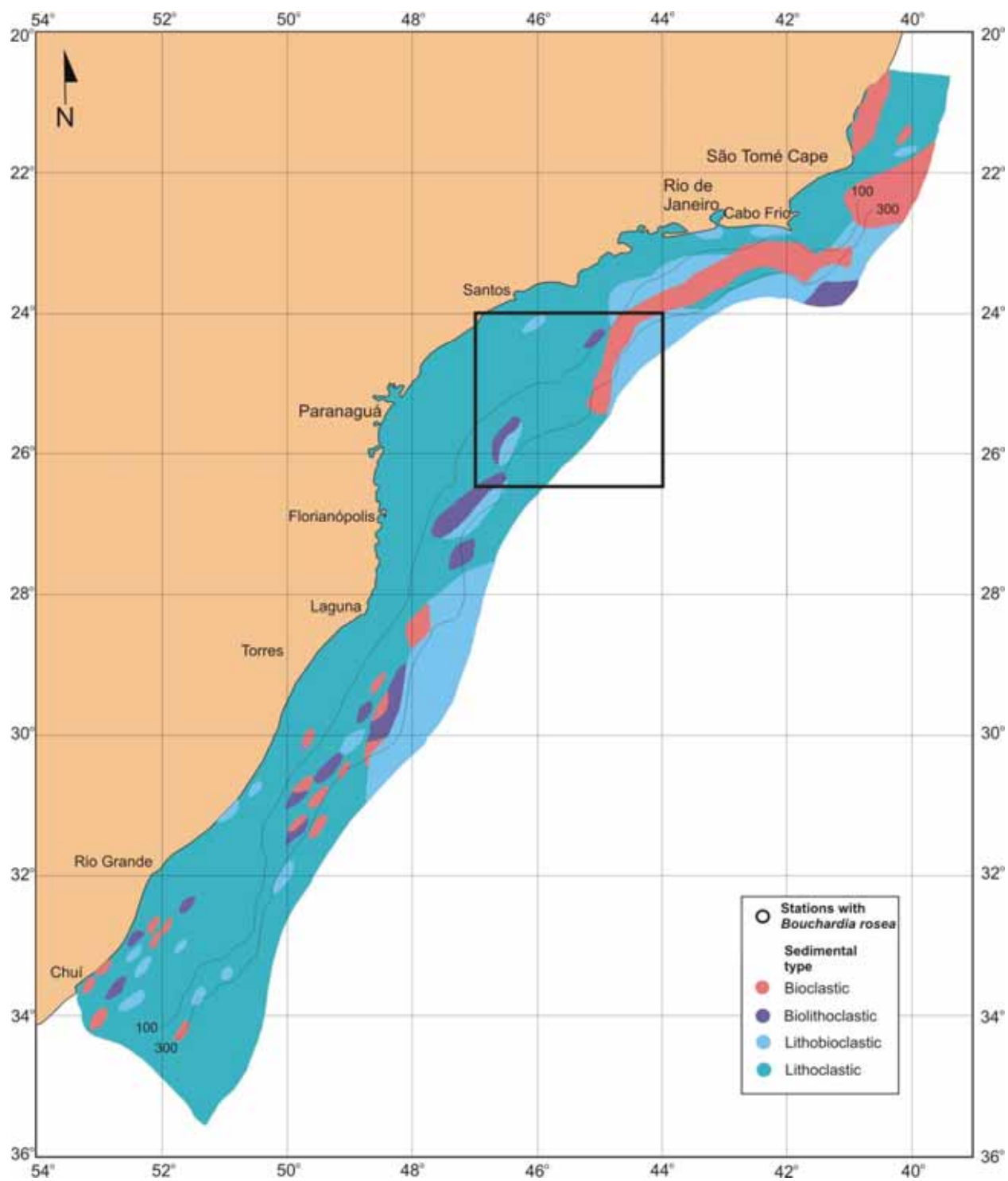


Figura 4.



Figura 5.

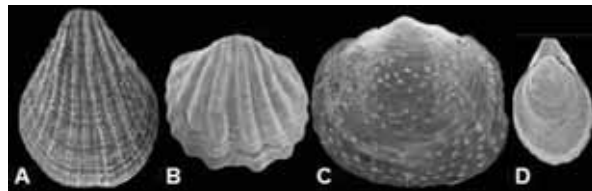


Figura 6.

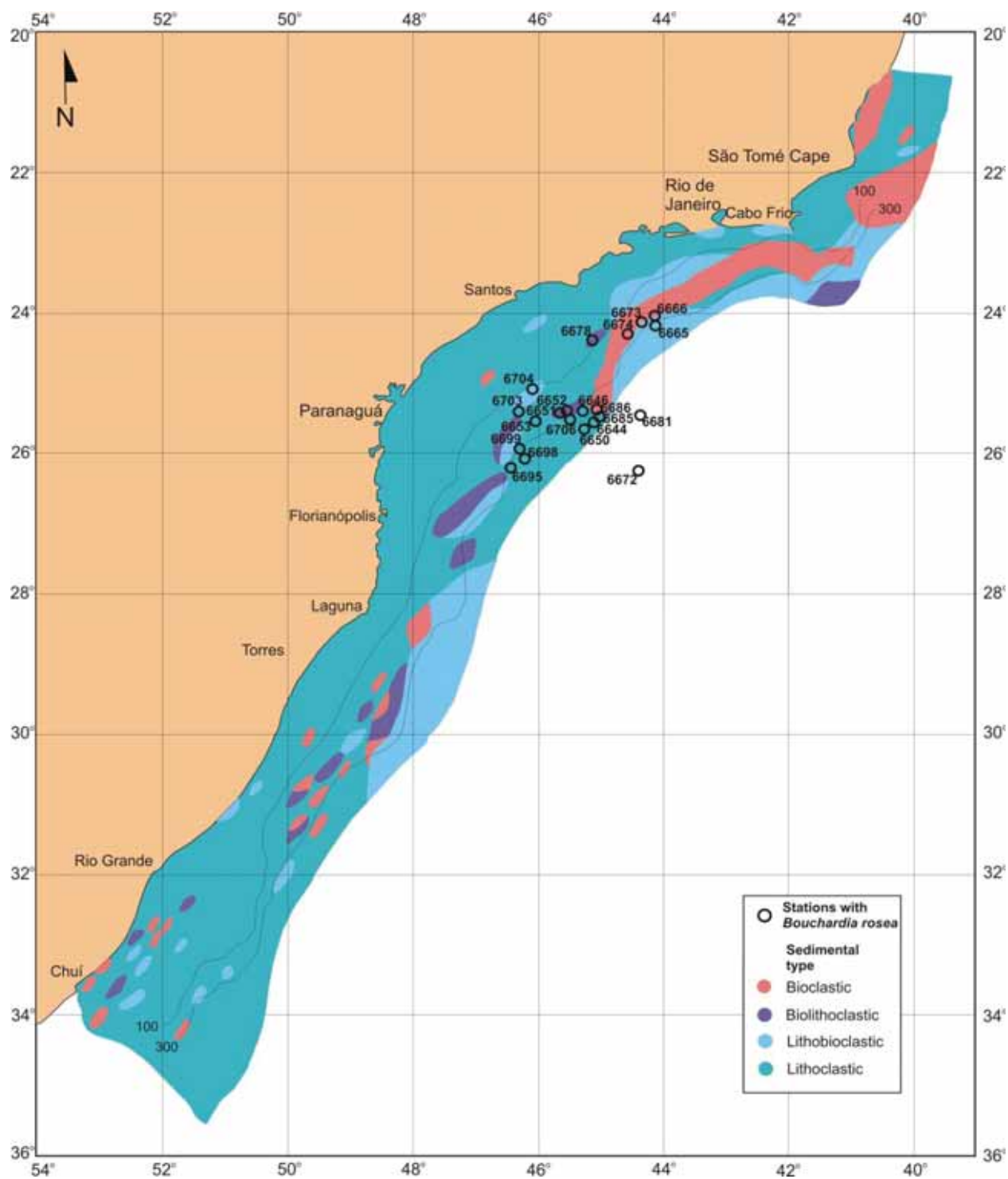


Figura 7.

TABELAS

Tabela 1.

Estação	Cruzeiro	Data	Latitude (S)	Longitude (W)	Prof. (m)	Amostrador
Setor SP						
6644	1	14/12/1997	25°45.80'	45°11.77'	485	vV, Bc
6645	1	14/12/1997	25°44.09'	45°13.93'	256	vV
6646	1	14/12/1997	25°43.78'	45°16.06'	198	vV, Dr
6647	1	14/12/1997	25°39.90'	45°22.20'	157	vV, Bc, Dr
6648	1	15/12/1997	25°18.50'	46°07.40'	100	vV
6649	1	15/12/1997	25°30.88'	46°30.41'	90	vV
6650	1	15/12/1997	25°57.39'	45°34.25'	417	vV, Dr
6651	1	15/12/1997	25°53.58'	45°42.13'	256	vV, Bc, Dr
6652	1	15/12/1997	25°51.04'	45°47.30'	206	vV, Bc, Dr
6653	1	15/12/1997	25°43.50'	46°02.50'	155	vV, Bc, Dr
6654	1	16/12/1997	25°28.20'	46°34.50	90	vV, Bc, Dr
6655	1	16/12/1997	25°26.88'	46°38.85'	80	vV, Bc, Dr
6656	1	16/12/1997	25°22.10'	46°47.50'	70	vV, Dr
6657	1	16/12/1997	25°17.30'	46°55.60'	60	vV, Bc, Dr
6658	1	16/12/1997	25°11.89'	47°08.09'	157	vV, Bc, Dr
6659	2	09/01/1998	24°20.527'	43°46.759'	505	Dr
6660	2	09/01/1998	24°17.678'	43°48.198'	314	vV, Dr
6661	2	09/01/1998	24°07.637'	45°51.895'	147	Dr
6662	2	09/01/1998	24°00.946'	43°55.549'	135	vV
6664	2	10/01/1998	24°26.475'	44°06.554'	500	Bc, Dr
6665	2	10/01/1998	24°20.844'	44°09.913'	258	vV, Bc, Dr
6666	2	10/01/1998	24°17.129'	44°12.179'	163	vV, Bc, Dr
6667	2	10/01/1998	23°59.90'	44°21.40'	130	vV
6668	2	10/01/1998	23°55.441'	44°24.468'	107	vV
6669	2	11/01/1998	24°07.347'	44°42.142'	101	vV, Bc, Dr
6670	2	11/01/1998	24°41.657'	44°22.645'	503	vV, Bc
6671	2	11/01/1998	24°32.91'	44°27.46'	260	vV, Dr
6672	2	11/01/1998	26°27.75'	44°30.351'	165	vV, Dr
6673	2	11/01/1998	24°17.939'	44°35.983'	133	vV, Dr
6674	2	11/01/1998	24°31.08'	44°54.00'	122	vV, Dr
6675	2	12/01/1998	24°56.379'	44°40.577'	517	vV
6676	2	12/01/1998	24°49.699'	44°44.965'	153	vV, Dr
6677	2	12/01/1998	24°40.747'	44°50.822'	137	vV
6678	2	12/01/1998	24°46.357'	45°11.135'	99	vV, Bc, Dr
6679	2	12/01/1998	25°18.874'	44°52.516'	808	Dr
6680	2	12/01/1998	25°15.064'	44°52.865'	258	vV, Bc
6681	2	12/01/1998	25°11.005'	44°56.6'	168	vV, Dr
6683	2	13/01/1998	25°03.714'	45°32.409'	100	vV, Bc
6684	2	13/01/1998	25°43.903'	45°09.500'	511	vV, Bc, Dr
6685	2	13/01/1998	25°41.827'	45°11.686'	282	vV, Bc
6686	2	13/01/1998	25°36.988'	45°13.571'	380	vV, Dr
6688	3	18/01/1998	26°08.00'	47°12.00'	100	vV, Bc

6689	3	18/01/1998	27°08.90'	46°37.70'	500	vV, Bc
6690	3	18/01/1998	27°00.88'	46°40.21'	280	vV, Bc
6691	3	18/01/1998	26°27.09'	47°00.62'	140	vV, Bc
6692	3	19/01/1998	26°50.900'	46°56.843'	100	vV, Bc
6693	3	19/01/1998	26°41.273'	46°27.500'	430	Dr
6694	3	19/01/1998	26°31.269'	46°34.377'	270	Dr
6695	3	19/01/1998	26°17.51'	46°41.23'	153	vV, Bc
6696	3	20/01/1998	25°34.20'	46°41.10'	92	vV, Bc
6697	3	20/01/1998	26°19.0'	46°14.7'	430	vV, Bc
6698	3	20/01/1998	26°10.87'	46°20.01'	241	Bc, Dr
6699	3	20/01/1998	26°01.26'	46°25.26'	150	vV, Dr
6700	3	20/01/1998	25°25.00'	46°21.70'	100	vV, Bc
6701	3	21/01/1998	26°08.00'	45°56.00'	433	vV
6702	3	21/01/1998	26°01.50'	45°59.00'	359	vV, Bc
6703	3	21/01/1998	25°39.70'	46°13.20'	133	vV, Bc
6704	3	21/01/1998	25°14.60'	46°03.00'	100	vV, Bc
6705	3	21/01/1998	25°59.73'	45°37.32'	424	vV, Bc
6706	3	21/01/1998	25°48.60'	45°44.50'	184	vV, Bc
6707	3	21/01/1998	25°37.05'	45°50.14'	156	vV

Tabela 2.

Estação	Cruzeiro	Data	Latitude (S)	Longitude (W)	Prof. (m)	Amostrador
Setor PR						
6776	6	12/03/1998	26°47.32'	47°34.72'	100	vV, Bc
6777	6	13/03/1998	26°51.76'	46°18.47'	500	VV, Bc
6778	6	13/03/1998	26°50.81'	46°33.95'	322	vV, Bc
6779	6	13/03/1998	26°49.90'	46°47.79'	200	vV, Bc
6780	6	13/03/1998	27°07.00'	47°44.2'	102	VV, Bc
6781	6	14/03/1998	27°10.34'	46°43.601'	510	-
6782	6	14/03/1998	27°10.18'	46°46.80'	480	vV, Bc
6783	6	14/03/1998	27°09.90'	46°52.83'	350	vV, Bc
6784	6	14/03/1998	27°09.51'	47°04.85'	195	vV, Bc
6785	6	15/03/1998	27°29.05'	47°07.68'	510	vV, Bc
6786	6	15/03/1998	27°28.70'	47°09.66'	380	vV, Dr
6787	6	15/03/1998	27°27.83'	47°24.22'	151	vV
6788	6	15/03/1998	27°26.00'	47°52.00'	110	vV, Bc
6789	6	15/03/1998	27°45.20'	48°03.00'	95	vV, Bc
6790	6	16/03/1998	27°49.29'	47°04.49'	500	Bc
6791	6	16/03/1998	27°48.78'	47°10.63'	358	VV, Bc
6792	6	16/03/1998	27°48.20'	47°18.17'	228	vV
6793	6	16/03/1998	27°46.49'	47°40.45'	140	VV, Bc
6794	6	16/03/1998	28°05.00'	48°06.00'	100	VV, Bc
6795	6	16/03/1998	28°10.38'	46°54.55'	500	-
6796	6	17/03/1998	28°09.23'	47°09.05'	347	vV, Bc
6797	6	17/03/1998	28°08.15'	47°22.61'	190	vV, Bc
6798	6	17/03/1998	28°22.20'	48°09.00'	100	VV, Bc
6799	6	17/03/1998	28°42.33'	47°21.16'	550	-
6800	6	17/03/1998	28°40.54'	47°25.20'	285	vV, Bc
6801	6	17/03/1998	28°34.16'	47°40.38'	166	vV, Bc
Setor SC						
6806	7	20/03/1999	28°56.51'	47°41.13'	500	-
6807	7	22/03/1999	28°53.37'	47°48.50'	225	vV, Bc
6808	7	22/03/1999	28°48.67'	48°00.19'	141	vV, Bc
6809	7	22/03/1999	28°41.20'	48°18.50'	104	VV, Bc
6810	7	22/03/1998	28°58.00'	48°29.40'	100	vV, Bc
6811	7	22/03/1999	24°14.672'	47°50.669'	506	VV, Bc
6812	7	23/03/1999	29°12.53'	47°55.528'	402	vV
6813	7	23/03/1999	29°11.59'	47°57.67'	299	VV, Bc
6814	7	23/03/1999	29°15.00'	48°41.80'	100	vV, Bc
6815	7	23/03/1999	29°36.60'	47°50.80'	500	vV, Dr
6816	7	23/03/1998	29°33.25'	47°58.63'	366	vV
6817	7	23/03/1999	29°28.75'	48°09.35'	210	vV, Bc
6818	7	24/03/1999	29°33.80'	48°51.00'	108	vV, Bc
6819	7	24/03/1999	29°59.12'	47°49.21'	505	vV
6820	7	24/03/1999	29°54.58'	48°01.29'	360	vV
6821	7	24/03/1999	29°49.49'	48°07.76'	232	vV, Bc
6822	7	25/03/1999	29°48.50'	49°06.80'	103	vV, Bc

Tabela 3.

Espécies	Total de Estações	Profundidade (m)	Total
<i>Bouchardia rosea</i>	21	99 – 485m	2393
<i>Argyrotheca cf. cuenata</i>	9	99 – 258m	366
<i>Platidia anomioides</i>	3	163 – 258m	259
<i>Terebratulina sp.</i>	10	99 – 500m	136

Tabela 4.

Espécie	Estação	Prof. (m)	%CaCO₃	Substrato	N.
<i>Bouchardia rosea</i>	6644	485	16,67	Litoclástico	1
<i>Bouchardia rosea</i>	6646	198	69,20	Biolitoclástico	65
<i>Bouchardia rosea</i>	6650	417	27,07	Litoclástico	1
<i>Bouchardia rosea</i>	6651	256	28,10	Litoclástico	1
<i>Bouchardia rosea</i>	6652	206	48,67	Litobioclástico	1
<i>Bouchardia rosea</i>	6653	155	62,20	Biolitoclástico	761
<i>Bouchardia rosea</i>	6665	272	71,17	Bioclástico	2
<i>Bouchardia rosea</i>	6669	101	21,10	Litoclástico	1
<i>Bouchardia rosea</i>	6673	133	83,60	Bioclástico	20
<i>Bouchardia rosea</i>	6674	122	43,67	Litobioclástico	105
<i>Bouchardia rosea</i>	6678	99	67,10	Biolitoclástico	8
<i>Bouchardia rosea</i>	6686	153	84,30	Bioclástico	1
<i>Bouchardia rosea</i>	6695	153	67,60	Biolitoclástico	18
<i>Bouchardia rosea</i>	6698	242	43,87	Litobioclástico	53
<i>Bouchardia rosea</i>	6699	153	67,20	Biolitoclástico	495
<i>Bouchardia rosea</i>	6703	133	46,60	Litobioclástico	446
<i>Bouchardia rosea</i>	6704	97	19,47	Litoclástico	1
<i>Bouchardia rosea</i>	6706	183	62,50	Biolitoclástico	132
<i>Bouchardia rosea</i>	6787	151	63,38	Biolitoclástico	5
<i>Bouchardia rosea</i>	6793	138	14,30	Litoclástico	46
<i>Bouchardia rosea</i>	6808	141	76,67	Bioclástico	220
TOTAL	21	----	----	----	2393

Tabela 5.

Espécie	Estação	Prof. (m)	%CaCO ₃	Substrato Larssonuer (1997)	Morto	Vivo	%
<i>Bouchardia rosea</i>	6644	485	16,67	Litoclástico	1	0	0
<i>Bouchardia rosea</i>	6646	198	69,20	Biolitoclástico	62	3	4,8
<i>Bouchardia rosea</i>	6650	417	27,07	Litoclástico	1	0	0
<i>Bouchardia rosea</i>	6651	256	28,10	Litoclástico	1	0	0
<i>Bouchardia rosea</i>	6652	206	48,67	Litobioclástico	1	0	0
<i>Bouchardia rosea</i>	6653	155	62,20	Biolitoclástico	752	9	1,2
<i>Bouchardia rosea</i>	6665	272	71,17	Bioclástico	2	0	0
<i>Bouchardia rosea</i>	6669	101	21,10	Litoclástico	1	0	0
<i>Bouchardia rosea</i>	6673	133	83,60	Bioclástico	20	0	0
<i>Bouchardia rosea</i>	6674	122	43,67	Litobioclástico	101	4	4
<i>Bouchardia rosea</i>	6678	99	67,10	Biolitoclástico	8	0	0
<i>Bouchardia rosea</i>	6686	153	84,30	Bioclástico	1	0	0
<i>Bouchardia rosea</i>	6695	153	67,60	Biolitoclástico	18	0	0
<i>Bouchardia rosea</i>	6698	242	43,87	Litobioclástico	43	10	23,3
<i>Bouchardia rosea</i>	6699	153	67,20	Biolitoclástico	495	10	2
<i>Bouchardia rosea</i>	6703	133	46,60	Litobioclástico	441	5	1,1
<i>Bouchardia rosea</i>	6704	97	19,47	Litoclástico	1	0	0
<i>Bouchardia rosea</i>	6706	183	62,50	Biolitoclástico	127	5	4
<i>Bouchardia rosea</i>	6787	151	63,38	Biolitoclástico	5	0	0
<i>Bouchardia rosea</i>	6793	138	14,30	Litoclástico	46	0	0
<i>Bouchardia rosea</i>	6808	141	76,67	Bioclástico	215	5	2,3
TOTAL	21	----	----	----	2342	51	2,1

Tabela 6.

Espécie	Estação	Prof. (m)	%CaCO ₃	Substrato Larssonuer (1997)	Morto	Vivo	%
<i>Bouchardia rosea</i>	6653	155	62,20	Biolitoclástico	752	9	1,2
<i>Bouchardia rosea</i>	6674	122	43,67	Litobioclástico	101	4	4
<i>Bouchardia rosea</i>	6699	153	67,20	Biolitoclástico	495	10	2
<i>Bouchardia rosea</i>	6703	133	46,60	Litobioclástico	441	5	1,1
<i>Bouchardia rosea</i>	6706	183	62,50	Biolitoclástico	127	5	4
<i>Bouchardia rosea</i>	6808	141	76,67	Bioclástico	215	5	2,3
TOTAL	21	----	----	----	2131	33	1,5

Tabela 7.

Estações com <i>B. rosea</i>	Estações <i>B. rosea</i> vivos	Prof. (m)	Fisiografia (Zembruski, 1979)
0	0	0 a 50m	plataforma interna
1	0	50 a 100m	plataforma média
8	4	100 a 150m	plataforma externa
5	3	150 a 200m	plataforma externa
2	1	200 a 250m	talude superior
2	0	250 a 300m	talude superior
0	0	300 a 350m	talude superior
0	0	350 a 400m	talude superior
1	0	400 a 450m	talude superior
1	0	450 a 500m	talude superior

Tabela 8.

Estação	Espécie	Prof. (m)	%CaCO ₃	Substrato Larssonuer (1997)	Morto	Vivo	%
6665	<i>Bouchardia rosea</i>	258	71,17	Bioclástico	2	0	0
6665	<i>Platidia anomioides</i>	258	71,17	Bioclástico	230	24	10,4
6665	<i>Argyrotheca cf. cuneata</i>	258	71,17	Bioclástico	16	3	18,7
6665	<i>Terebratulina sp.</i>	258	71,17	Bioclástico	25	50	0
TOTAL	4	----	----	----	273	77	28,2
Estação	Espécie	Prof. (m)	%CaCO ₃	Substrato Larssonuer (1997)	Morto	Vivo	%
6699	<i>Terebratulina sp.</i>	153	67,20	Biolitoclástico	2	0	0
6699	<i>Bouchardia rosea</i>	153	67,20	Biolitoclástico	494	10	2,0
6699	<i>Argyrotheca cf. cuneata</i>	153	67,20	Biolitoclástico	2	0	0
TOTAL	3	----	----	----	498	10	2,0