

UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL
INSTITUTO DE GEOCIÊNCIAS
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM GEOCIÊNCIAS

**BIOCLASTOS DE ORGANISMOS TERRESTRES E MARINHOS NA PRAIA E
PLATAFORMA INTERNA DO RIO GRANDE DO SUL:
NATUREZA, DISTRIBUIÇÃO, ORIGEM E SIGNIFICADO GEOLÓGICO**

FRANCISCO SEKIGUCHI BUCHMANN

ORIENTADOR:

Prof. Dr. Luiz José Tomazelli

COMISSÃO EXAMINADORA:

Prof. Dr. Rodolfo José Angulo (UFPR)

Prof. Dr. Lauro Júlio Calliari (FURG)

Prof. Dr. Jorge Ferigollo (PUC)

Tese de Doutorado apresentada como requisito
para a obtenção do Título de Doutor em Geociências

2002

SUMÁRIO

Sumário	i
Lista de figuras	iii
Lista de tabelas	viii
Resumo	ix
Abstract	xi
1. INTRODUÇÃO	
1.1 O TEMA DE ESTUDO E SEUS OBJETIVOS	01
1.2 A ÁREA DE ESTUDO	03
1.2.1 A Planície Costeira do Rio Grande do Sul	03
1.2.2 A Antepraia e a Plataforma Continental	05
1.3 ANTECEDENTES SOBRE A MEGAFUNA PLEISTOCÊNICA	
1.3.1 Origem dos Mamíferos Gigantes na América do Sul	12
1.3.2 Os Mamíferos Gigantes Extintos no Rio Grande do Sul ..	12
1.3.2 Estudos Estratigráficos Associados aos mamíferos Extintos no Rio Grande do Sul	14
2. ETAPAS METODOLÓGICAS	
2.1 DESCRIÇÃO DE AFLORAMENTOS E COLETA DE BIOCLASTOS NA PRAIA	15
2.2 ESTUDO DA ESTRATIGRAFIA DA ÁREA EMERSA ADJACENTE (PLANÍCIE COSTEIRA)	17
2.3 ESTUDO DA ESTRATIGRAFIA DA ÁREA SUBMERSA ADJACENTE (ANTEPRAIA E PLATAFORMA INTERNA) ...	17

3.	RESULTADOS	
3.1	COMPOSIÇÃO E DISTRIBUIÇÃO DOS BIOCLASTOS NA PRAIA	21
3.2	AFLORAMENTOS NA ÁREA EMERSA ADJACENTE (PLANÍCIE COSTEIRA)	41
3.2.1	Afloramentos das Barrancas do Arroio Chuí	42
3.2.2	Afloramentos Próximos à Estrada dos Oliveiras	52
3.3	AFLORAMENTOS NA PRAIA	57
3.4	AFLORAMENTOS NA ANTEPRAIA E PLATAFORMA INTERNA	
3.4.1	Antecedentes Sobre Arenitos de Praia (<i>Beachrocks</i>)	66
3.4.2	O Banco Capela	68
3.4.3	O Parcel do Carpinteiro	70
3.4.3.1	Batimetria de Detalhe	70
3.4.3.2	Fauna e Flora Associadas	72
3.4.3.3	Sedimentologia	73
3.4.3.4	Fósseis Associados	77
3.4.3.5	Registros de Sonar de Varredura Lateral (SVL)	78
4.	DISCUSSÃO	80
5.	CONCLUSÕES	89
6.	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	91
7.	ANEXOS	107

LISTA DE FIGURAS

- Figura 1 – Localização da área de estudo
- Figura 2 – Perfil transversal dos depósitos quaternários (retirado de Tomazelli & Villwock, 2000).
- Figura 3 – Mapa batimétrico da costa do Rio Grande do Sul, isolinhas em metros (cartas da DHN nº 2200, 2210, 2100, 2110 e 2000)
- Figura 4 – Localização dos perfis batimétricos (retirado de Correa, 1990)...
- Figura 5 – Perfis batimétricos perpendiculares à costa na região norte (retirado de Correa, 1990)
- Figura 6 – Mapa batimétrico da costa norte do Rio Grande do Sul (baseado na carta batimétrica da DHN nº 2000)
- Figura 7 – Perfis batimétricos perpendiculares à costa na região centro - norte (retirado de Correa, 1990)
- Figura 8 – Mapa batimétrico da costa centro – norte do Rio Grande do Sul (baseado na carta da DHN nº 2100)
- Figura 9 – Perfis batimétricos perpendiculares à costa centro – sul do Rio Grande do Sul, evidenciando o Banco do Albardão (Correa, 1990)
- Figura 10 – Mapa batimétrico da costa centro – sul do Rio Grande do Sul (baseado na carta da DHN nº 2100)
- Figura 11 – Perfis batimétricos perpendiculares à costa sul do Rio Grande do Sul, evidenciando vários altos topográficos (Correa, 1990)
- Figura 12 – Mapa batimétrico da costa sul do Rio Grande do Sul e fronteira com o Uruguai (baseado nas cartas da DHN nº 2200)
- Figura 13 – Acumulações no pós-praia de carapaças de moluscos bivalves. Observar a coloração avermelhada, a fragmentação e o arredondamento dos bioclastos. Localização: Praia dos Concheiros, entre Rio Grande e Barra do Chuí
- Figura 14 – Acumulações biodetríticas no pós-praia formadas quase que exclusivamente por carapaças de moluscos bivalves (Praia dos Concheiros)
- Figura 15 – Distribuição geral dos bioclastos (fósseis de equinodermos, crustáceos, peixes e fragmentos de ossos de mamíferos terrestres da megafauna

- pleistocênica) no pós-praia do Rio Grande do Sul. Escala horizontal (linear) em km e escala vertical (logarítmica) em cm³.....
- Figura 16 – Distribuição dos bioclastos de equinodermos irregulares no pós-praia do Rio Grande do Sul. Escala horizontal (linear) em km e escala vertical (logarítmica) em cm³.....
- Figura 17 – Exemplo de um fóssil de equinodermo irregular (bolacha-do-mar) gênero *Encope* sp., com 70 % de preservação, coletado nas praias adjacentes à barra da Lagoa do Estreito
- Figura 18 - Fotografia aérea (oblíqua) da barra da Lagoa do Estreito
- Figura 19 - Bioclastos depositados no estirâncio, próximo a barra da Lagoa do Estreito
- Figura 20 – Distribuição dos bioclastos representados por crustáceos decápodos, no pós-praia do Rio Grande do Sul. Escala horizontal (linear) em km e escala vertical (logarítmica) em cm³.....
- Figura 21 – Fóssil de crustáceo decápodo, preservado em posição de vida, inteiro e articulado, envolvido por uma matriz clástica de areia e preenchidos por silte e argila. Exemplar coletado na praia da Lagoa do Peixe (escala gráfica = 1 cm)
- Figura 22 – Distribuição dos bioclastos representados por fragmentos de ossos de vertebrados terrestres da megafauna no pós-praia
- Figura 23 – Fóssil de Notoungulado, um dente molar de *Toxodon*, coletado na Praia dos Concheiros (escala gráfica = 5 cm)
- Figura 24 - Fóssil de Edentado coletado na Praia dos Concheiros, um fragmento de mandíbula de *Megatherium* (preguiça-gigante) com dois molares (escala gráfica = 1 cm)
- Figura 25 - Fósseis de Edentados coletados na Praia dos Concheiros (escala gráfica = 1 cm). A) osteoderma de um tatu extinto *Pamphatherium*, B) osteoderma de *Glyptodon*, e C) fragmento de mandíbula de *Glyptodon*. (escala gráfica = 1 cm)
- Figura 26 – Fósseis de Probocídeos, a esquerda um fragmento de incisivo e a direita três molares de *Haplomastodon*, coletados na Praia dos Concheiros (escala gráfica = 5 cm)

- Figura 27 - Fragmentos de mandíbula coletados no pós-praia dos Concheiros, à esquerda, de um cervo (*Artiodactyla*); a direita, de um cavalo do gênero *Hippidion* (*Perissodactyla*) (escala gráfica = 1 cm)
- Figura 28 – Distribuição dos bioclastos representados por fragmentos de ossos de vertebrados marinhos - peixes no pós-praia. Escala horizontal (linear) em km e escala vertical (logarítmica) em cm³
- Figura 29 - Dentes fósseis de *Carcharodon carcharias*, tubarão branco, e *Galeocerdo cuvieri*, coletados na Praia dos Concheiros
- Figura 30 - Dente fósseis de *Heptranchias perlo* e *Carcharias taurus* coletados na Praia dos Concheiros (escala gráfica = 1 cm)
- Figura 31 - Fragmento de osso de mamífero terrestre associado a uma coquina. À direita, detalhe da foto (escala gráfica = 5 cm)
- Figura 32 - Fragmentos de ossos associados a coquinas. a) falange de preguiça-gigante, b) molar de *Toxodon*, c) tumor ósseo de peixe, d) fêmur de cervo (escala gráfica = 5 cm)
- Figura 33 - Fêmur de *Toxodon*, em a) a esquerda fêmur coletado no pós-praia, a direita fêmur coletado na plataforma continental; em b) detalhe dos corais associados. (escala gráfica = 5 cm)
- Figura 34 - Colônia de briozoários. À direita, o detalhe das camadas multilaminares. (escala gráfica = 5 cm)
- Figura 35 – Corais recentes do gênero *Astrangia* e corais de idade Pleistocênica da espécie *Oculina patagonica*. (escala gráfica = 1 cm)
- Figura 36 - Mosaico de imagens de satélite cobrindo o Rio Grande do Sul. O círculo destaca a área onde se inserem os afloramentos emersos estudados (Fonte: Embrapa)
- Figura 37 - Mosaico de imagens de satélite (Fonte: Embrapa)
- Figura 38 - Imagem de satélite do Arroio Chuí (Fonte: INPE)
- Figura 39 - Interpretação da imagem da Fig. 37, destacando os sistemas deposicionais Laguna (L) e Barreira (B) 2, 3 e 4, baseado em Villwock *et al.* (1986)
- Figura 40 - Mosaico de aerofotos, destacando a ponte sobre o Arroio Chuí (Fonte: Agência Lagoa Mirim)
- Figura 41 - Vista panorâmica das barrancas do Arroio Chuí, com as exposições do sistema deposicional Lagunar 3.....

- Figura 42 - Sucessão vertical de fácies nas barrancas do Arroio Chuí
- Figura 43 - Estruturas sedimentares plano-paralelas, cruzadas de baixo ângulo e cruzadas planar-tabular, em areias depositadas em ambiente praias.
- Figura 44 - a) Galeria (abaixo, à esquerda) e estrutura de fuga (ao centro) de *Callianassa*, associada à migração de um banco,
b) Interpretação da foto
- Figura 45 - Galerias de *Callianassa* vistas em planta
- Figura 46 - Estrutura de fuga de *Callianassa*, com fragmentos de moluscos..
- Figura 47 - Coleta de uma mandíbula de *Toxodon*, no arroio Chuí
- Figura 48 - a) Mandíbula de *Toxodon* após a limpeza. b) Os diversos ossos recuperados junto com a mandíbula, destacados no que seria um esqueleto completo
- Figura 49 - Detalhe da mandíbula de *Toxodon*, mostrando a fragmentação dos ossos e a ausência de parte do ramo mandibular direito
- Figura 50 - Segmento da coluna vertebral de um *Lestodon*
- Figura 51 - Úmero de preguiça-gigante, provavelmente *Lestodon*, na base dos depósitos lagunares (coloração marrom) e próximo aos depósitos marinhos (coloração azul) (Afloramento próximo à Estrada dos Oliveiras)
- Figura 52 - Ossos de mamíferos desarticulados
- Figura 53 - Crotoquina nas adjacências da Estrada dos Oliveiras
- Figura 54 - Detalhe da crotoquina vista em planta. Observar as marcas de raízes preenchidas por material argiloso de coloração escura.
- Figura 55 - Estruturas biogênicas nos sedimentos lagunares, causada por raízes e cimentadas por carbonato de cálcio
- Figura 56 - Estruturas biogênicas (icnofósseis) nos depósitos marinhos, causada pela atividade escavadora de invertebrados e o preenchimento das cavidades por sedimentos finos
- Figura 57 - Vista panorâmica da praia adjacente ao farol da Conceição
- Figura 58 - Praia do Farol da Conceição, antes e após a queda ocorrida em 1993. Observar o extenso afloramento de turfãs (Foto: Lauro Calliari)
- Figura 59 - Praia do Farol da Conceição mostrando a casa do faroleiro, antes (abril de 1998) e após a queda (abril de 1999)

Figura 60 -	Depósitos de turfas aflorantes, após evento de tempestade, nas proximidades do Farol da Conceição (Data: 10 abril 1998)
Figura 61 -	Arenitos de praia pleistocênicos aflorando próximo ao Farol da Conceição
Figura 62 -	Arenitos de praia pleistocênicos aflorando próximo ao Farol da Conceição. Observar as estruturas plano-paralelas e cruzadas de baixo ângulo
Figura 63 -	Retrabalhamento dos arenitos pelas ondas na zona de varrido, formando marcas de ravinamento
Figura 64 -	Foto aérea (oblíqua) da barra da Lagoa de Peixe
Figura 65 -	Afloramentos de turfas e lamas semiconsolidadas expostos na praia próximo à barra da Lagoa do Peixe, contendo carapaças de moluscos bivalves. Em A) retrabalhados e concentrados, e em B) em posição de vida, articulados e fechados
Figura 66 -	Afloramentos de camadas de turfas (2.5 ka), acumulações de carapaças de moluscos (4.3 ka) e lamas semiconsolidadas com moluscos em posição de vida, articulados e fechados. Localização: Praia Maravilhas, entre o Balneário do Hermenegildo e a barra do Arroio Chuí ...
Figura 67 -	Estratigrafia dos afloramentos holocênicos aflorantes na atual linha de praia entre Balneário do Hermenegildo e barra do Arroio Chuí (retirado de Buchmann, 1997)
Figura 68 -	Detalhe das acumulações de moluscos fósseis na Praia das Maravilhas (Escala gráfica = 5 cm)
Figura 69 -	Mapa batimétrico da região adjacente ao Banco Capela (modificado da carta da DHN nº 2200)
Figura 70 -	Distribuição ao longo da costa e grau de preservação dos equinodermos fósseis
Figura 71 -	Mapa batimétrico da região adjacente ao Parcel do Carpinteiro (modificado da carta da DHN nº 2110)
Figura 72 -	Localização e batimetria de detalhe do Parcel do Carpinteiro
Figura 73 -	Interpretação do Índice de Reflexão da Superfície do Fundo sobre o Parcel do Carpinteiro
Figura 74 -	Interpretação do Índice de Reflexão da Superfície do Fundo sobre o Cabeço do Sul, Parcel do Carpinteiro

- Figura 75 – Mosaico dos registros sonográficos (SVL) sobre o Cabeço do Sul. Observar as alternância de faixas claras e escuras
- Figura 76 – Registros do sonar de varredura lateral sobre o Parcel do Carpinteiro. (A) Cabeço do Sul. (B) Cabeço do Sul. (C) Cabeço do Meio

LISTA DE TABELAS

- Tabela 1 - Principais feições submersas na plataforma continental interna do Rio Grande do Sul, de acordo com as cartas batimétricas (DHN) nº 2100 e 2200
- Tabela 2 - Embarques para aquisição de amostras e a visualização das estruturas sedimentares
- Tabela 3 - Embarques no Parcel do Carpinteiro (32° 16,54' S e 51° 47,90' W) para aquisição de dados sedimentológicos e acústicos
- Tabela 4 – Número de bioclastos identificados (total de 4116 bioclastos)
- Tabela 5 - Material dragado por redes de arrasto de fundo, pelas embarcações de pesca do município de Rio Grande
- Tabela 6 – Idade absoluta dos bioclastos
- Tabela 7 - Espécies de macroalgas e cnidários encontradas no Parcel do Carpinteiro (RS) segundo Horta *et al.* (2001)
- Tabela 8 - Localização das estações com presença de fósseis associados ao cascalho biodetrítico
- Tabela 9 - Interpretação dos ambientes deposicionais das fácies erodidas na antepraia, a partir da natureza dos bioclastos coletados na praia...
- Tabela 10 - Gêneros de crustáceos decápodos fósseis coletados na linha de praia atual e antepraia do Rio Grande do Sul

RESUMO

Fácies marinhas e costeiras associadas a eventos transgressivos-regressivos quaternários ocorrem na Planície Costeira do Rio Grande do Sul e na plataforma continental adjacente. Enquanto as fácies expostas na planície costeira apresentam uma composição essencialmente siliciclástica, as fácies submersas, hoje aflorantes na antepraia e plataforma interna, apresentam, muitas vezes, uma composição carbonática. Formada por coquinas e arenitos de praia fortemente cimentados, estas fácies destacam-se do fundo oceânico como altos topográficos submersos.

Os altos topográficos da antepraia têm atuado como fonte de boa parte dos sedimentos e bioclastos de origem marinha encontrados nas praias da área de estudo. Os bioclastos carbonáticos que ocorrem nestes locais caracterizam uma Associação Heterozoa, ou seja, são formados por carbonatos de águas frias, característicos de médias latitudes, e são representados principalmente por moluscos, equinodermos irregulares, anélídeos, crustáceos decápodos, restos esqueletais de peixes ósseos e cartilagosos, cetáceos, tartarugas e aves semelhantes à fauna atual. Além destes bioclastos de origem marinha, as praias estudadas apresentam a ocorrência de fragmentos orgânicos provenientes de afloramentos continentais fossilíferos, contendo abundantes restos esqueletais de mamíferos terrestres gigantes extintos, das ordens Edentada, Notoungulada, Litopterna, Proboscidea, Artiodactila, Perissodactila, Carnívora e Rodentia. A concentração dos bioclastos na praia resultada da ação direta dos processos hidrodinâmicos que atuam na região de estudo (ondas de tempestade, deriva litorânea, correntes, etc). A variação no tamanho médio dos bioclastos encontrados ao longo da linha de costa está relacionada ao limite da ação das ondas de tempestades sobre o fundo oceânico, o qual é controlado principalmente pela profundidade.

Os afloramentos-fonte submersos podem ser divididos em holocênicos e pleistocênicos. A tafonomia dos bioclastos pleistocênicos permite argumentar que após o penúltimo máximo transgressivo que resultou na formação do sistema deposicional Laguna-Barreira III (aproximadamente 120 ka) parte dos depósitos lagunares permaneceram emersos e não estiveram sob a ação marinha (barrancas do arroio Chuí, com a megafauna preservada *in situ*), enquanto que parte dos depósitos lagunares esteve sob ação direta do ambiente praial. Em diversas feições submersas observam-se coquinas contendo fósseis de mamíferos terrestres, indicando o retrabalhamento dos sedimentos lagunares em ambiente praial. As coquinas que apresentam moluscos pouco

arredondados e de maior granulometria são aqui definidas, informalmente, como Coquinas do Tipo 1. Como consequência da última regressão pleistocênica (iniciada após o máximo transgressivo de 120 ka) estas coquinas ficaram submetidas a uma exposição subaérea. Este fato possibilitou a dissolução diferenciada dos componentes carbonáticos existentes nos depósitos (coquinas e arenitos) e sua recristalização (calcita espática) em ambientes saturados em água doce.

A Transgressão Pós-Glacial (iniciada em torno de 18 ka) foi responsável pelo retrabalhamento dos arenitos e coquinas, recristalizando mais uma vez os elementos carbonáticos. Devido ao seu grau de consolidação estes depósitos resistiram à erosão associada à elaboração da superfície de ravinamento e encontram-se atualmente expostos na antepraia e, mesmo, na linha de praia atual. Pelo menos há 8 ka houve novamente um período favorável à precipitação de carbonato de cálcio, ocorrendo a litificação de rochas sedimentares em uma linha de praia numa cota batimétrica inferior a atual. Neste intervalo de tempo formaram-se as coquinas e arenitos não recristalizados, apresentando fragmentos de moluscos muito fragmentados e arredondados e de menor granulometria, aqui definidas, informalmente, como Coquinas do Tipo 2.

A interpretação da tafonomia dos bioclastos de idade holocênica sugere pelo menos duas fácies deposicionais: (a) Fósseis articulados numa matriz areno-síltica, preenchidos por silte e argila, interpretados como originalmente depositados em regime transgressivo no ambiente Mesolitoral (*foreshore*) para Infralitoral superior (*upper shoreface*), com baixa ação de ondas. (b) Fragmentos de carapaças e quelas isoladas encontradas numa coquina fortemente cimentada por calcita espática, por vezes recristalizada, interpretados como concentrados na Zona de Arrebentação por ondas de tempestades. A dinâmica costeira atual retrabalha novamente os sedimentos inconsolidados enquanto as rochas sedimentares consolidadas (formadas pelas Coquinas Tipo 1 e 2) resistem parcialmente à erosão e constituem os altos topográficos submersos (parcéis) descritos neste trabalho.

ABSTRACT

Coastal and marine facies associated to transgressive and regressive events throughout the Quaternary are present along the southern Brazilian coastal plain and inner continental shelf. While the coastal plain facies present a siliciclastic composition, the inner shelf submerged facies are mainly carbonatic. Formed by strongly cemented coquinas and sandstones, these features are present as topographic highs over the seafloor, which has been supplying marine bioclasts and sediments to the beaches in the study area. Such bioclasts are characterized as an Heterozoan Association, a cool water carbonate, composed by: mollusks, irregular equinoderms, annelids, decapod crustaceans, skeletal remains of fish, turtles, whales and birds similar to present day ones. Abundant skeletal remains of extinct terrestrial mammals (Edentada, Notoungulada, Liptoterna, Proboscidea, Artiodactila, Perissodactila, Carnívora e Rodentia) occur. The spatial density of the bioclasts along the beach results from direct action of hydrodynamic processes acting in the region (storm waves, longshore drift, currents, etc). The submerged outcrops can be divided in holocenic and pleistocenic. The pleistocenic bioclasts taphonomy allows the argument that after 120 ky, part of the lagoon deposits remained under sub aerial exposure, not being under marine influence, while another part of these deposits was. Coquina deposits present terrestrial mammal bones, indicating surf zone reworking. After 120 ky, the coquinas were exposed allowing a differentiated dissolution of carbonate components within the deposits as well as their recrystallization in fresh water environments (coquina type 1). After 18 ky, marine transgression reworked the deposits, recrystallizing once again the carbonate components. Due to their lithification level, these deposits resisted to erosion and are presently outcropping at the shoreface and foreshore. At 8 ky, another carbonate precipitation event occurred (coquina type 2). The holocenic bioclasts taphonomy interpretation suggests two depositional facies: (a) foreshore and (b) upper shoreface. Modern coastal dynamics reworks again unconsolidated sediments, while sedimentary rocks partially resist and constitute the submerged topographic highs described in this work.

1. INTRODUÇÃO

1.1. O TEMA DE ESTUDO E SEUS OBJETIVOS

As transgressões e regressões marinhas que ocorreram durante o Quaternário (Pleistoceno e Holoceno) foram responsáveis pela formação de diversas fácies sedimentares acumuladas em ambientes marinhos costeiros. Estes antigos ambientes deposicionais muitas vezes têm sido reconstituídos a partir do reconhecimento dos diversos tipos de fósseis e icnofósseis que, comumente, se preservam nestas fácies.

Fácies marinhas e costeiras associadas a estes eventos transgressivos-regressivos quaternários ocorrem na Planície Costeira do Rio Grande do Sul e na plataforma continental adjacente. Enquanto as fácies expostas na planície costeira apresentam uma composição essencialmente siliciclástica, as fácies submersas, hoje aflorantes na antepraia e plataforma interna, apresentam, muitas vezes, uma composição carbonática.

Os depósitos carbonáticos bioclásticos ocorrentes na antepraia e plataforma continental do Rio Grande do Sul, foram identificados graças aos trabalhos de Martins *et al.* (1972), Amaral *et al.* (1974), Forti-Esteves (1974), Kowsmann & Costa (1974). O trabalho de Figueiredo (1975) descreve com mais detalhes as acumulações de bioclastos (concheiros) que ocorrem como formas alongadas na zona de lavagem entre a Praia do Cassino e a barra do Arroio Chuí e que são compostas, basicamente, por carapaças de moluscos bivalves. Posteriormente, diversos autores abordaram estas acumulações de cascalho biodetrítico na antepraia e plataforma, como Figueiredo & Kowsmann (1976), Correa & Ponzi (1978), Correa (1983, 1990, 1996), Calliari & Abreu (1984), Calliari *et al.* (1994, 1995, 1999), Asp (1996); Machado *et al.* (1997). A maioria destes trabalhos está relacionada com o potencial econômico destas ocorrências, sendo que poucos deles abordaram sua gênese e evolução.

Além destes depósitos carbonáticos biodetríticos existentes na antepraia e plataforma interna do Rio Grande do Sul, estudos recentes feitos por Calliari *et al.* (1984, 1994) e Buchmann *et al.* (2001) registraram a ocorrência de um conjunto de afloramentos de lajes de coquinas e arenitos de praia constituídos por cascalho biodetrítico e areias quartzosas e/ou biodetríticas, cimentadas por carbonato de cálcio, por vezes recristalizado. Devido à sua maior resistência estes afloramentos se destacam como altos topográficos (parcéis) na morfologia de fundo da região estudada.

Os altos topográficos existentes na antepraia e plataforma interna parecem ter atuado como fonte de boa parte dos bioclastos de origem marinha encontrados nas praias da área de estudo e que são representados principalmente por moluscos, equinodermos irregulares, anelídeos, crustáceos decápodos, peixes ósseos e cartilagosos, cetáceos, tartarugas e aves semelhante à fauna atual. Além destes bioclastos de origem marinha, as praias estudadas apresentam fragmentos orgânicos provenientes de afloramentos continentais fossilíferos, contendo abundantes restos de mamíferos terrestres gigantes extintos, das ordens Edentata, Notoungulata, Litopterna, Proboscidea, Artiodactyla, Perissodactyla, Rodentia e Carnivora (Buchmann, 1994a,b, 1995, 1996; Buchmann & Rincón, 1997; Buchmann *et al.*, 1998; Buchmann & Tomazelli, 1999, 2000, 2001).

O trabalho aqui apresentado procura abordar as relações existentes entre este conteúdo fossilífero e os processos evolutivos da Planície Costeira do Rio Grande do sul na área de estudo. Pretende contribuir para o conhecimento da paleontologia e dos processos costeiros atuantes no Quaternário do Rio Grande do Sul através da busca dos seguintes objetivos específicos:

1. A identificação dos bioclastos que, retrabalhados por ondas de tempestades, são encontrados na linha de costa atual do Rio Grande do Sul, procurando determinar suas relações crono-estratigráficas com os depósitos emersos e submersos, ambos atualmente sob a ação da dinâmica costeira.
2. A descrição, sedimentológica e tafonômica, dos fósseis da megafauna de mamíferos pleistocênicos extintos encontrados ao longo das barrancas do Arroio Chuí, comparando-os com os fósseis que ocorrem ao longo da linha de praia do Rio Grande do Sul.

3. A utilização de bioindicadores na reconstrução paleoambiental dos depósitos fossilíferos com base principalmente na análise de fósseis de invertebrados marinhos (crustáceos decápodos e equinodermos), bem como de fósseis de vertebrados marinhos (cetáceos, tartarugas, aves e peixes) e vertebrados terrestres (megafauna extinta de mamíferos) encontrados abundantemente na região estudada.

4. O estudo em detalhe das feições submersas (Banco do Albardão, Parcel do Carpinteiro, Banco Capela, Banco da Berta) através de equipamentos geofísicos (Sonar de Varredura Lateral, Ecobatímetro, Reflexão de fundo) e amostragens com a utilização de GPS para localização das amostras, e a utilização de equipamentos autônomos de mergulho (SCUBA) para coleta, visando analisar a estratigrafia destes depósitos.

1.2 A ÁREA DE ESTUDO

A área de estudo compreende principalmente a porção sul da Planície Costeira do Rio Grande do Sul bem como a antepraia e plataforma interna adjacente (Fig. 1).

1.2.1 A Planície Costeira do Rio Grande do Sul

De acordo com Villwock *et al.* (1986), a Planície Costeira do Rio Grande do Sul desenvolveu-se a partir da justaposição lateral de quatro sistemas deposicionais do tipo laguna-barreira, cuja formação foi controlada pelas flutuações do nível do mar durante o Quaternário (Fig. 2). Dentre estes sistemas deposicionais, o mais importante para o presente trabalho é o sistema deposicional Laguna-Barreira III. Os depósitos pleistocênicos do sistema Laguna-Barreira III posicionam-se cerca de 8 m acima do nível do mar. A origem deste sistema é associada ao pico transgressivo de 120 ka. A Barreira III é constituída por areias quartzosas de granulação fina a média, com bom grau de seleção e elevada maturidade mineralógica. Os sedimentos arenosos da Barreira III apresentam laminação plano-paralela e estratificações cruzadas do tipo planar e canalada, sendo comum a ocorrência de tubos fósseis de *Callichirus* sp. (Tomazelli, 1982).

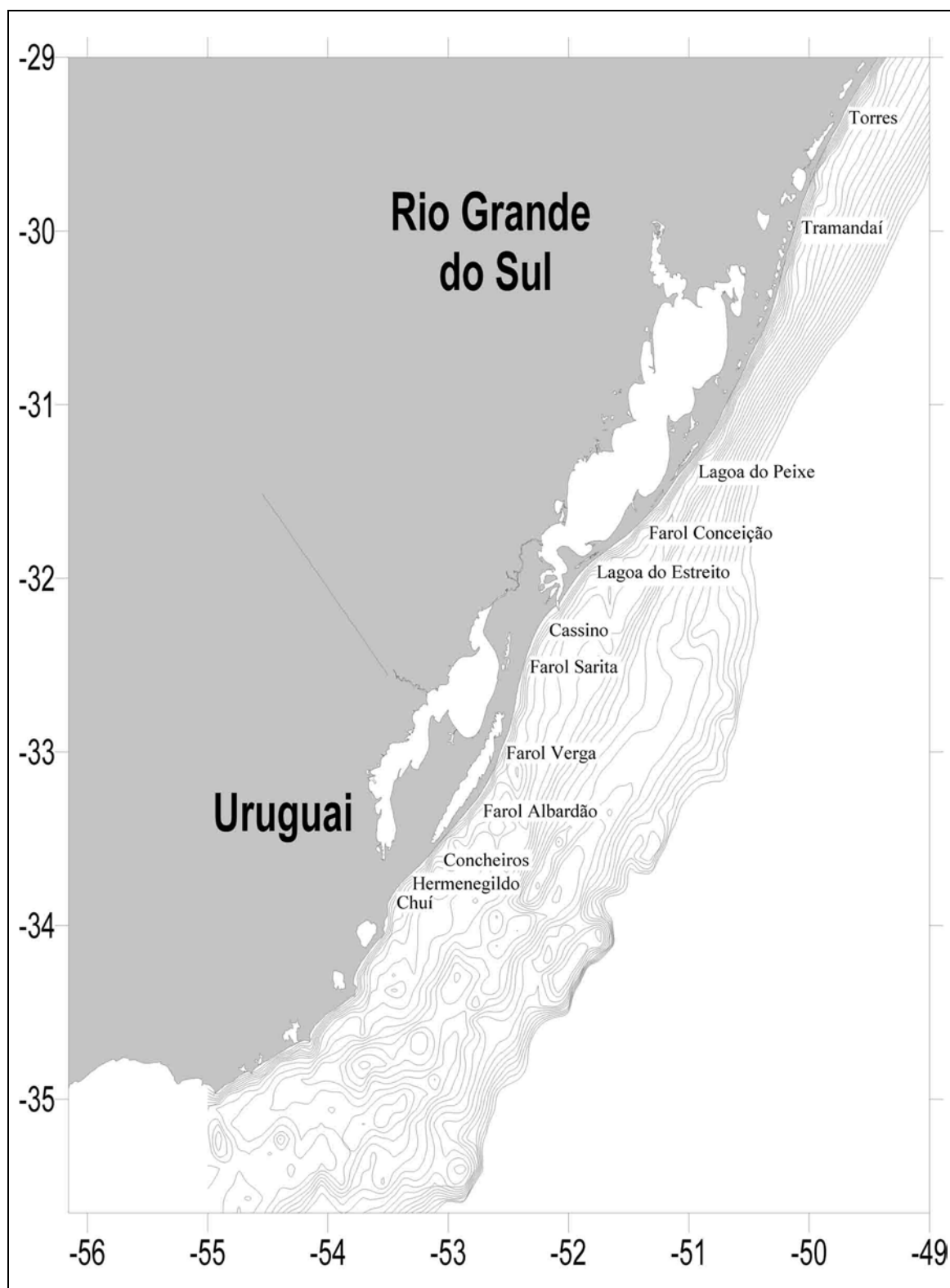


Fig. 1 – Localização das principais estações de coleta na área de estudo.

A gênese dos depósitos está vinculada a condições deposicionais praias e marinho raso. Nos depósitos lagunares do Sistema III é registrada a presença de fósseis de megamamíferos pampeanos (Paula Couto e Souza Cunha, 1965; Soliani, 1973; Soliani & Jost, 1974 e Paula Couto, 1979). Após a deposição não houve influência do ambiente marinho e a diagênese desenvolveu-se em ambiente continental.

1.2.2 A Antepraia e a Plataforma Interna

As cartas batimétricas da Diretoria de Hidrografia e Navegação (DHN) do Ministério da Marinha de números 2200, 2210, 2100, 2110 e 2000 evidenciam diversos altos topográficos situados próximos à linha de praia do Rio Grande do Sul (Fig. 3).

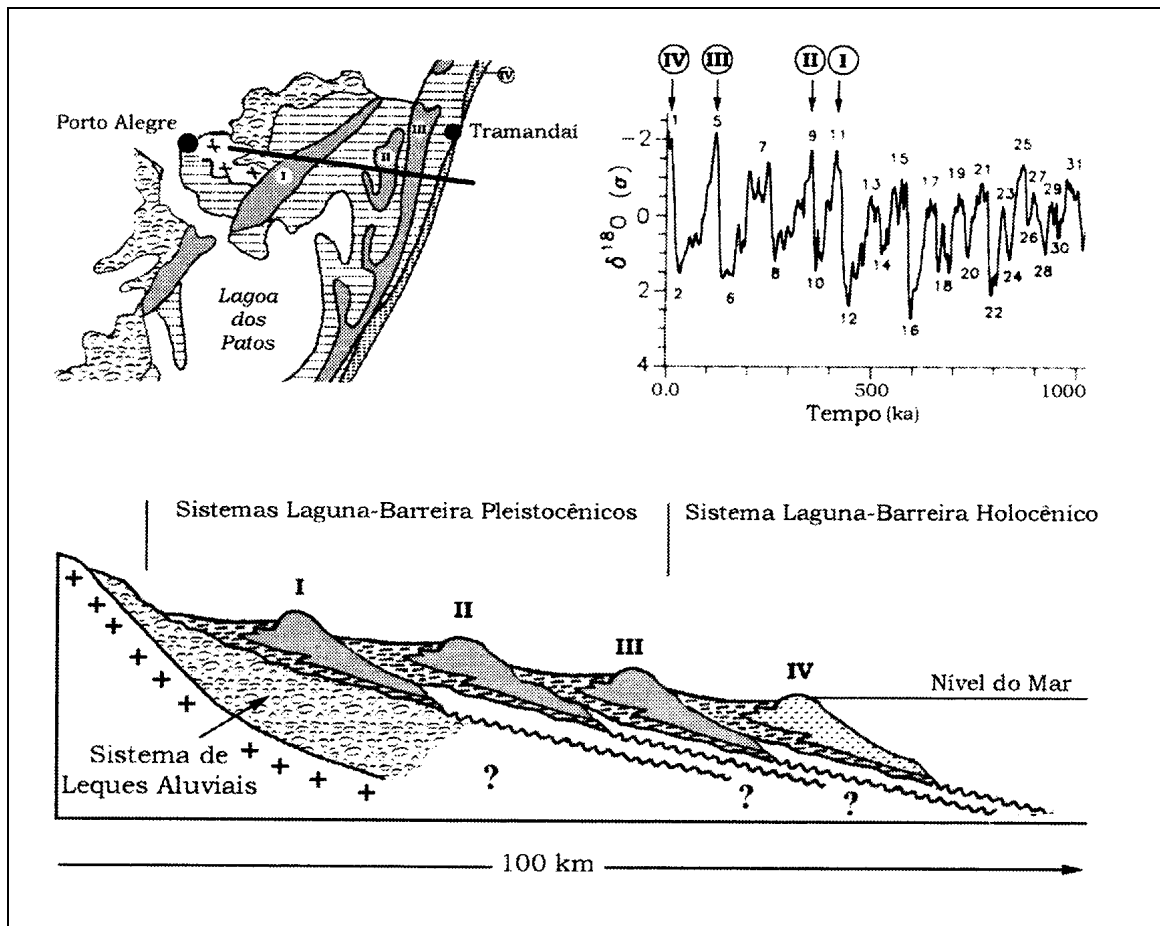


Figura 2 - Perfil transversal dos depósitos quaternários (retirado de Tomazelli & Villwock, 2000).

Correa (1990) descreveu a batimetria de detalhe da plataforma continental do Rio Grande do Sul (Fig. 4). Segundo este autor, a costa gaúcha apresenta uma alternância quanto ao comportamento das suas linhas isobatimétricas. Na região norte e região central-norte, as linhas isobatimétricas apresentam-se paralelas e os perfis perpendiculares à costa mostram a ausência de altos topográficos (Figs. 5 e 6). Na região central-sul, as linhas isobatimétricas apresentam-se irregulares com a presença de diversos altos topográficos (Figs. 7 e 8). Progressivamente, a batimetria apresenta-se regular na região próxima ao balneário do Cassino com as linhas isobatimétricas novamente paralelas (Figs. 9 e 10). Na região sul, as linhas isobatimétricas voltam a se apresentar irregulares indicando a ocorrência de diversos altos topográficos e, provavelmente, refletindo também a morfologia associada à paleodrenagem do Rio da Prata (Figs. 11 e 12).

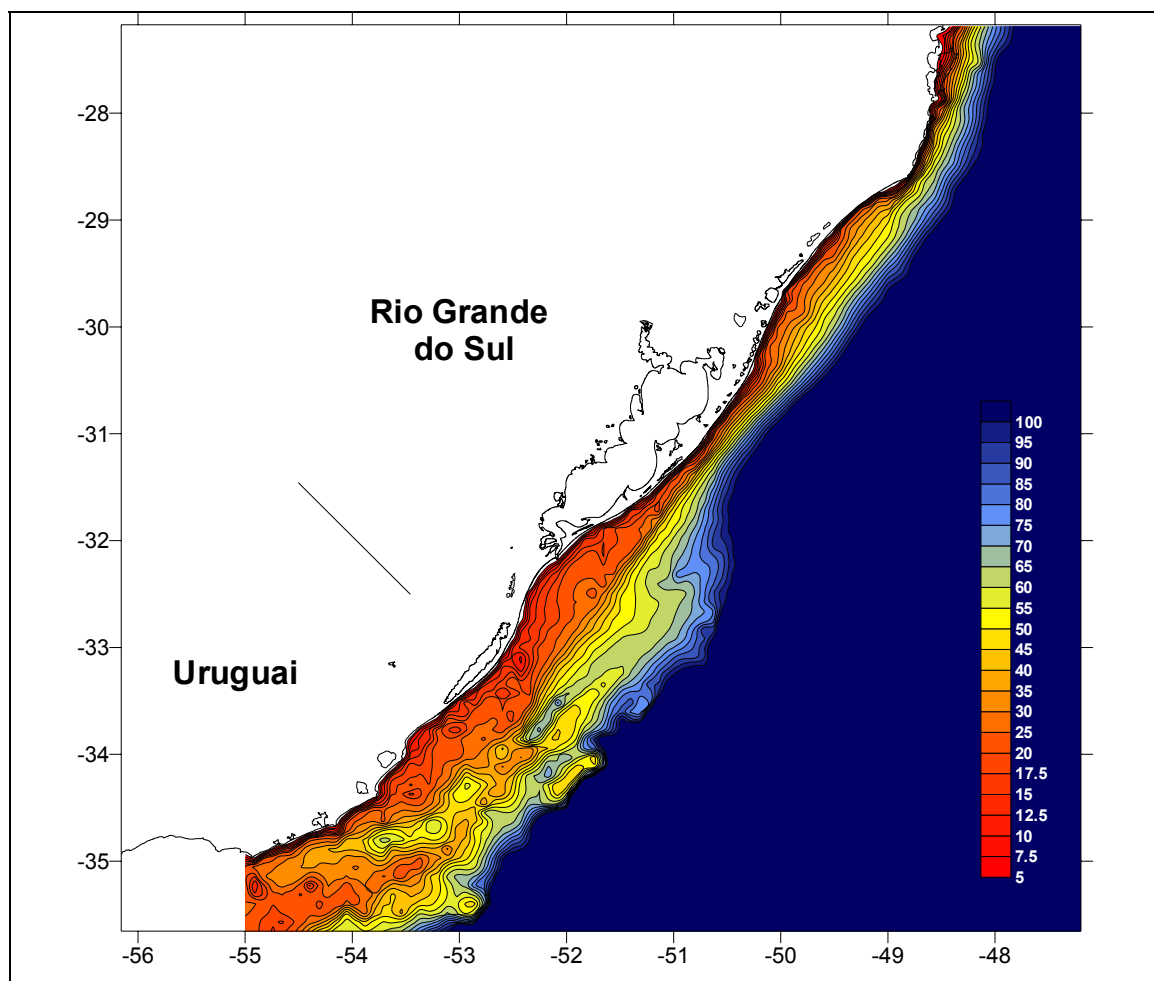


Figura 3 – Mapa batimétrico da costa do Rio Grande do Sul, isolinhas em metros (baseado na digitalização das cartas da DHN - Marinha do Brasil n^{os} 2200, 2210, 2100, 2110 e 2000).

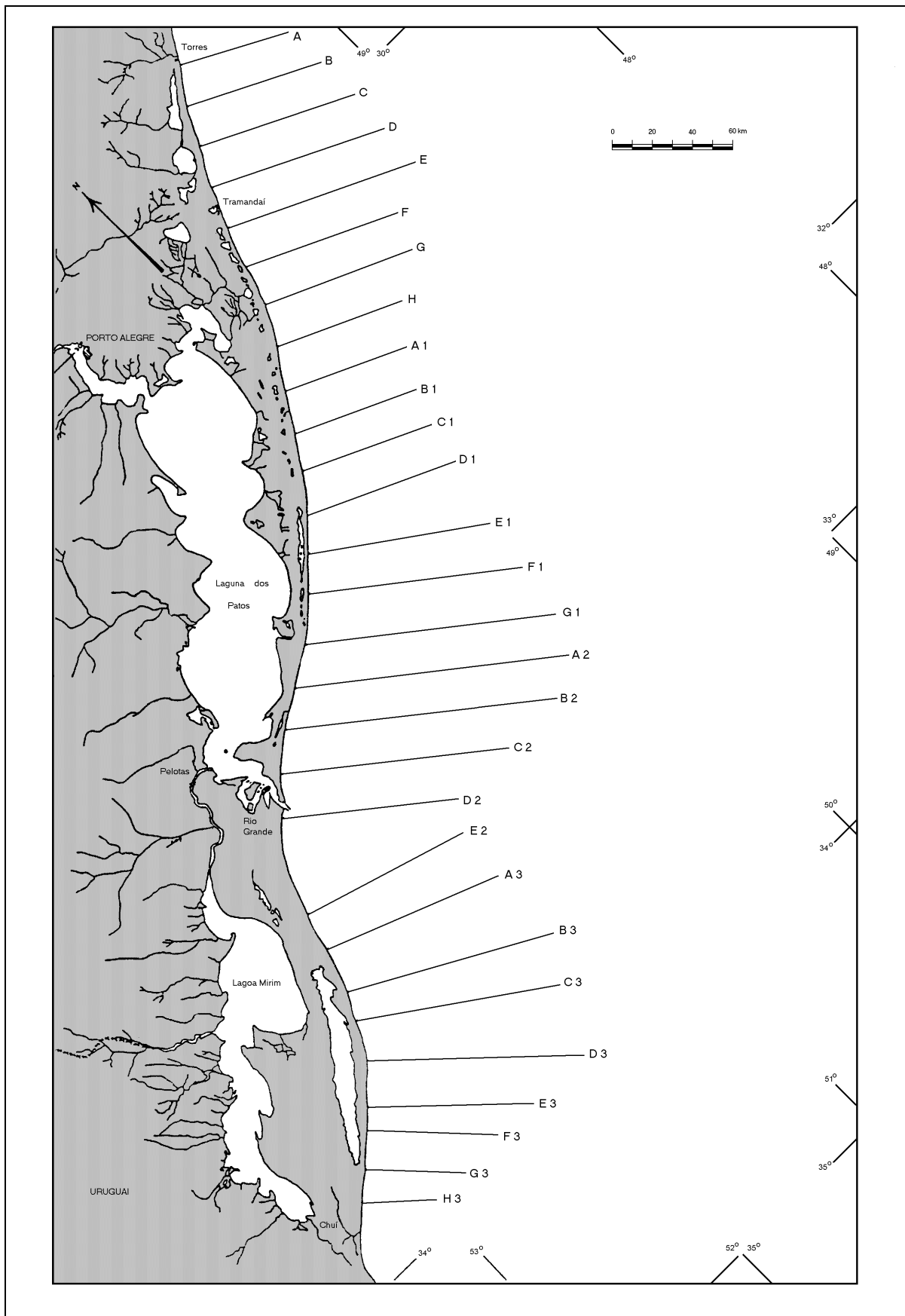


Figura 4 – Localização dos perfis batimétricos (retirado de Correa, 1990).

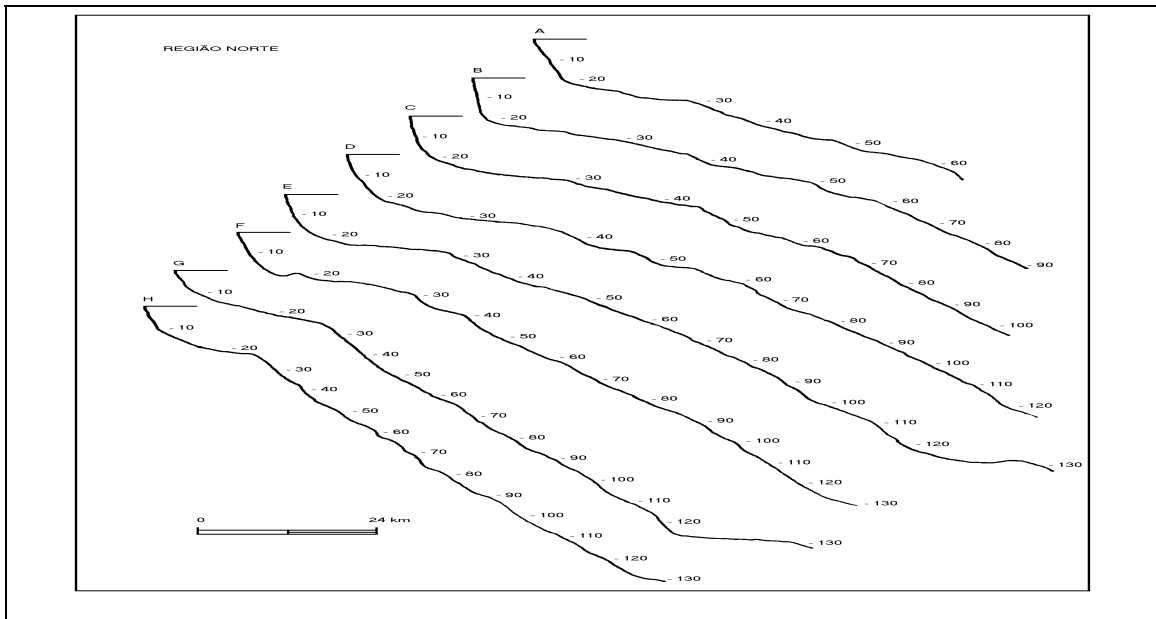


Figura 5 – Perfis batimétricos perpendiculares à costa na região norte (retirado de Correa, 1990).

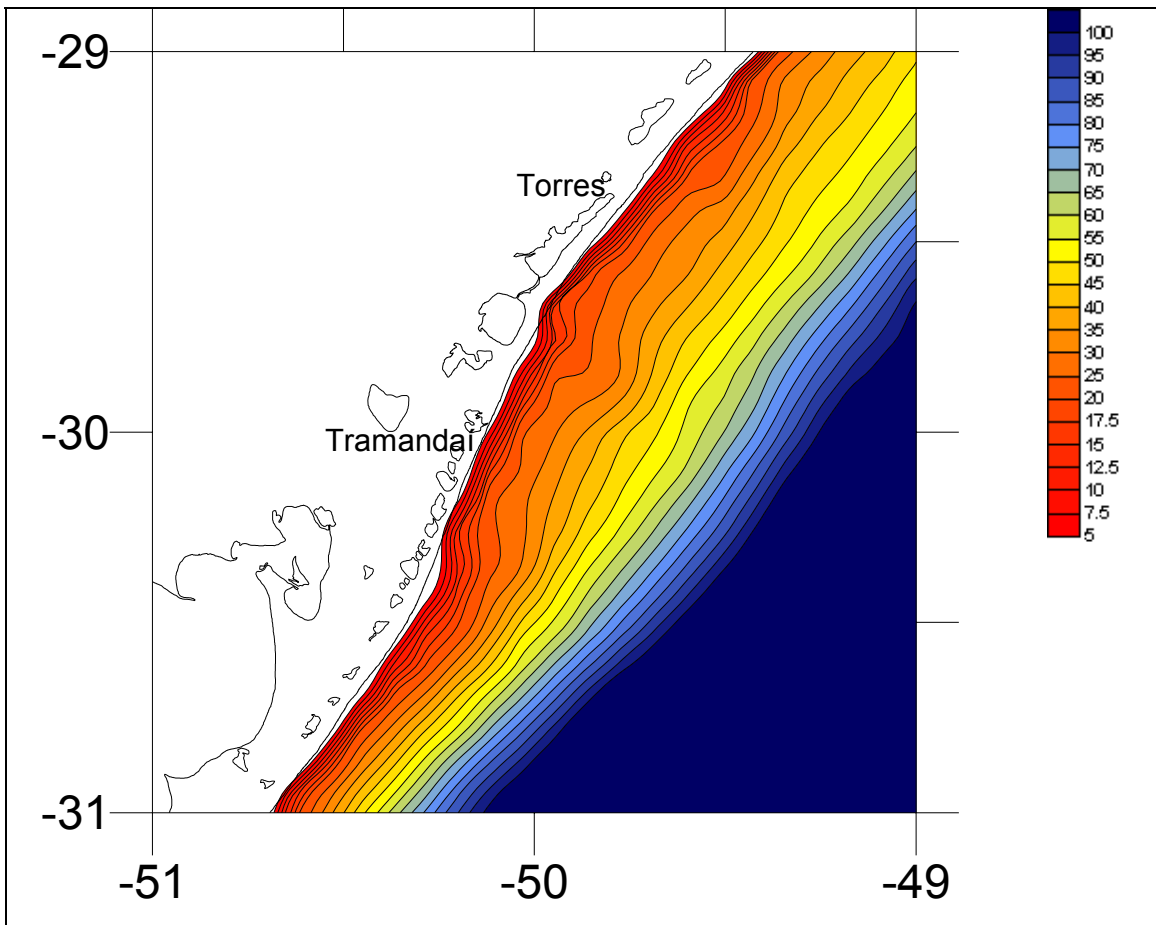


Figura 6 – Mapa batimétrico da costa norte do Rio Grande do Sul (baseado na digitalização da carta batimétrica da DHN -Marinha do Brasil- n° 2000).

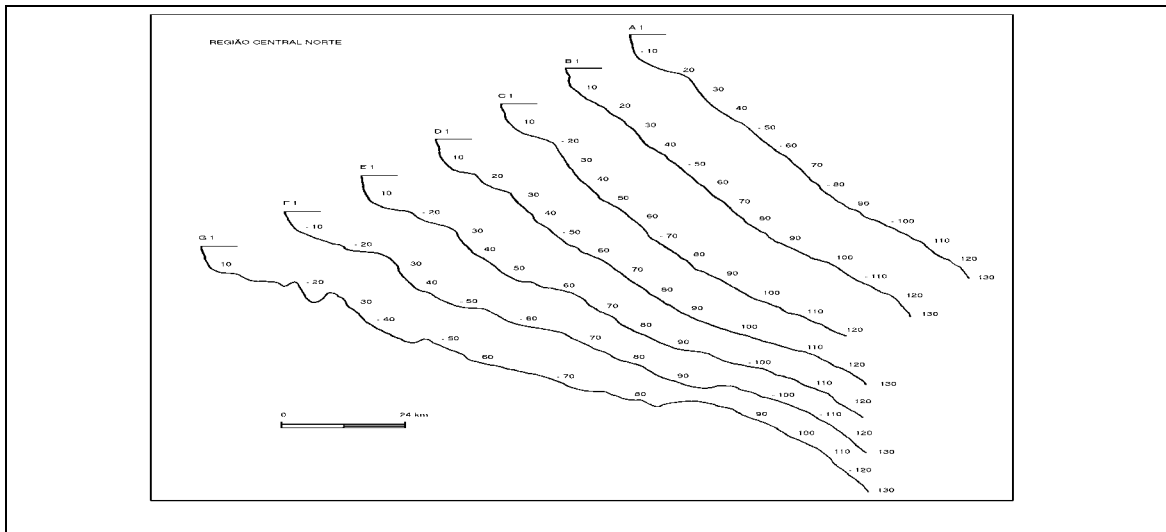


Figura 7 – Perfis batimétricos perpendiculares à costa na região centro - norte (retirado de Correa, 1990).

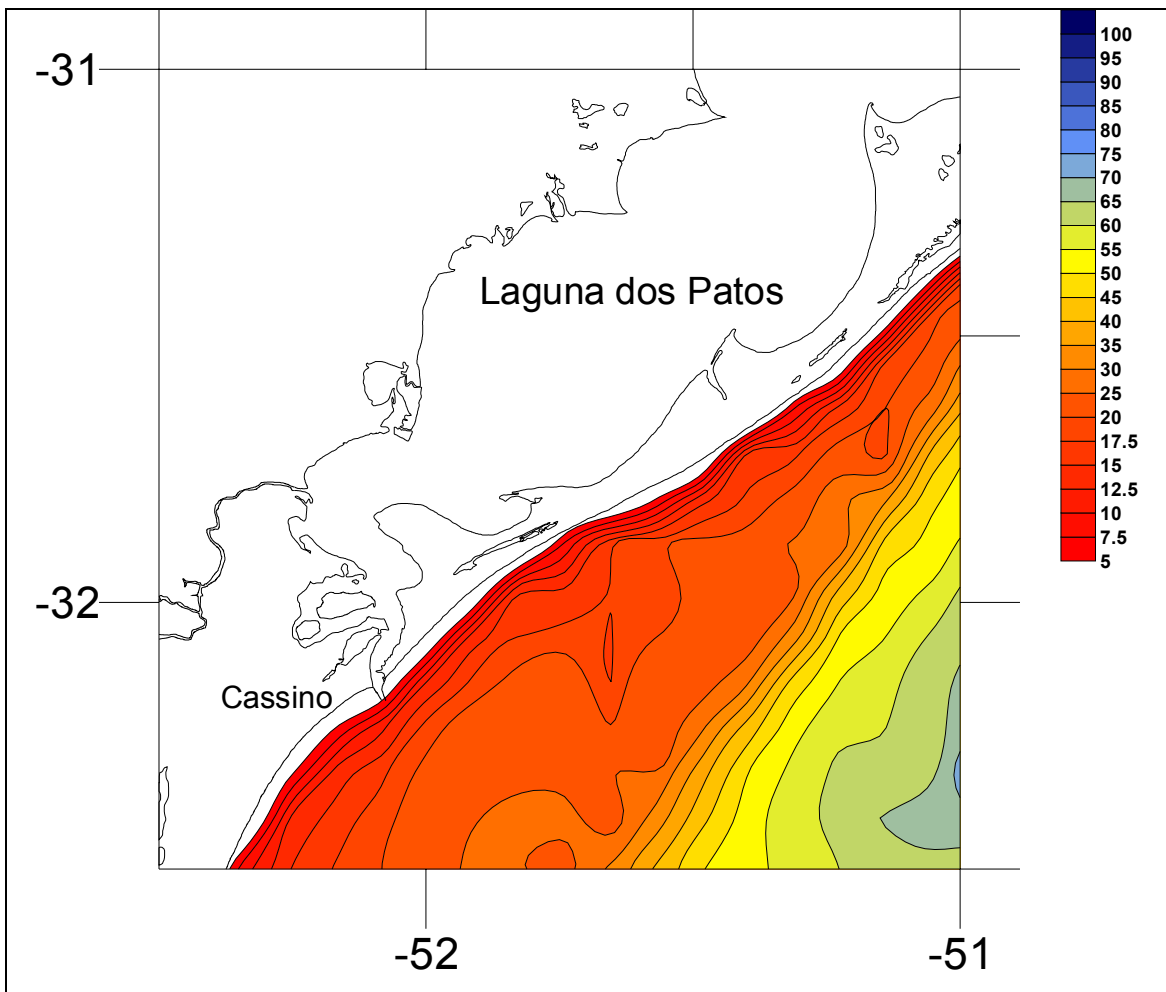


Figura 8 – Mapa batimétrico da costa centro – norte do Rio Grande do Sul (baseado na digitalização da carta da DHN -Marinha do Brasil- nº 2100)

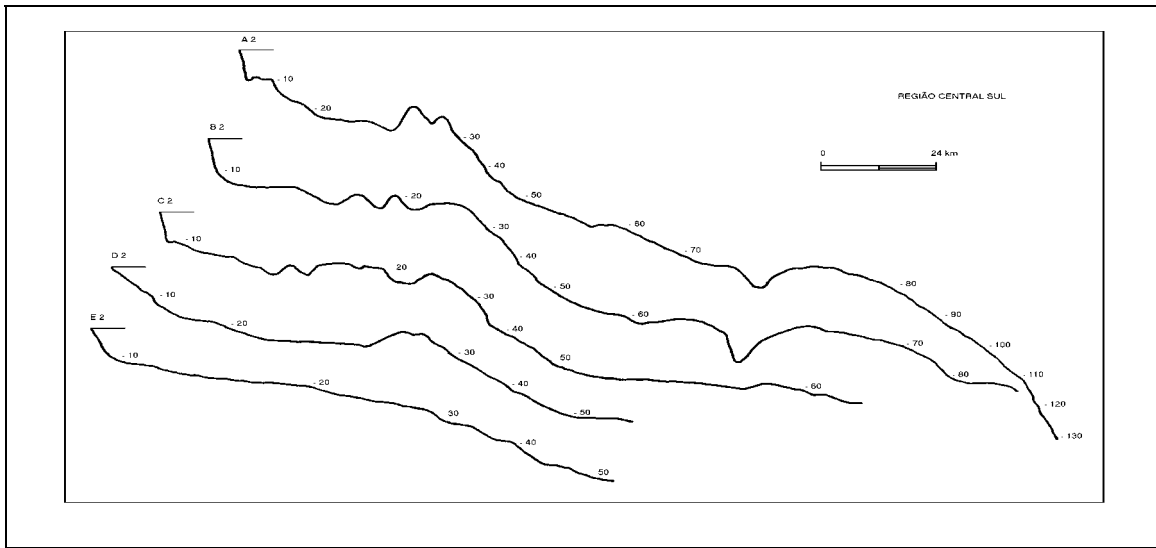


Figura 9 – Perfis batimétricos perpendiculares à costa centro – sul do Rio Grande do Sul, evidenciando o Banco do Albardão (retirado de Correa, 1990).

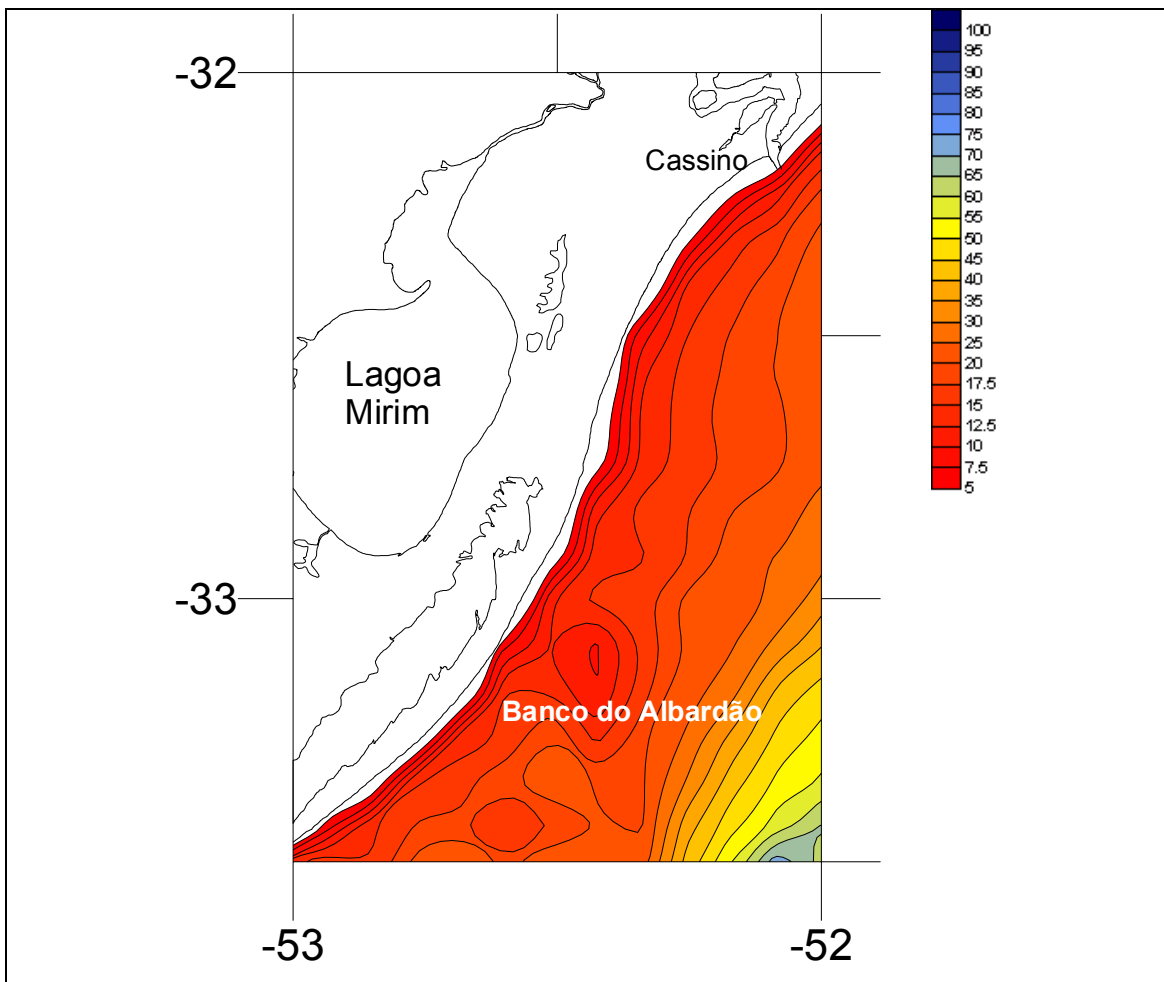


Figura 10 – Mapa batimétrico da costa centro – sul do Rio Grande do Sul (baseado na digitalização da carta da DHN -Marinha do Brasil- n° 2100)

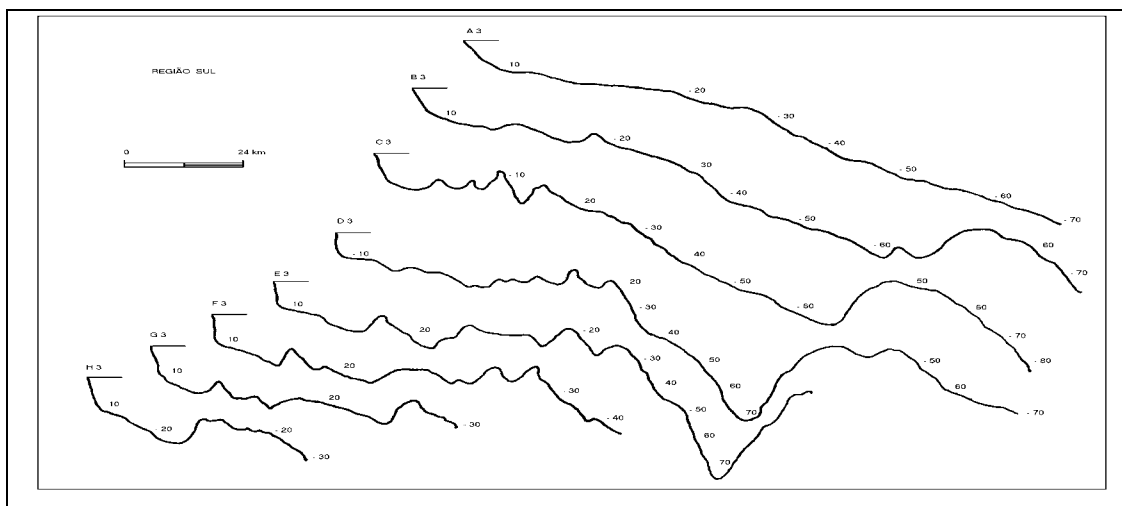


Figura 11 – Perfis batimétricos perpendiculares à costa sul do Rio Grande do Sul, evidenciando vários altos topográficos (retirado de Correa, 1990).

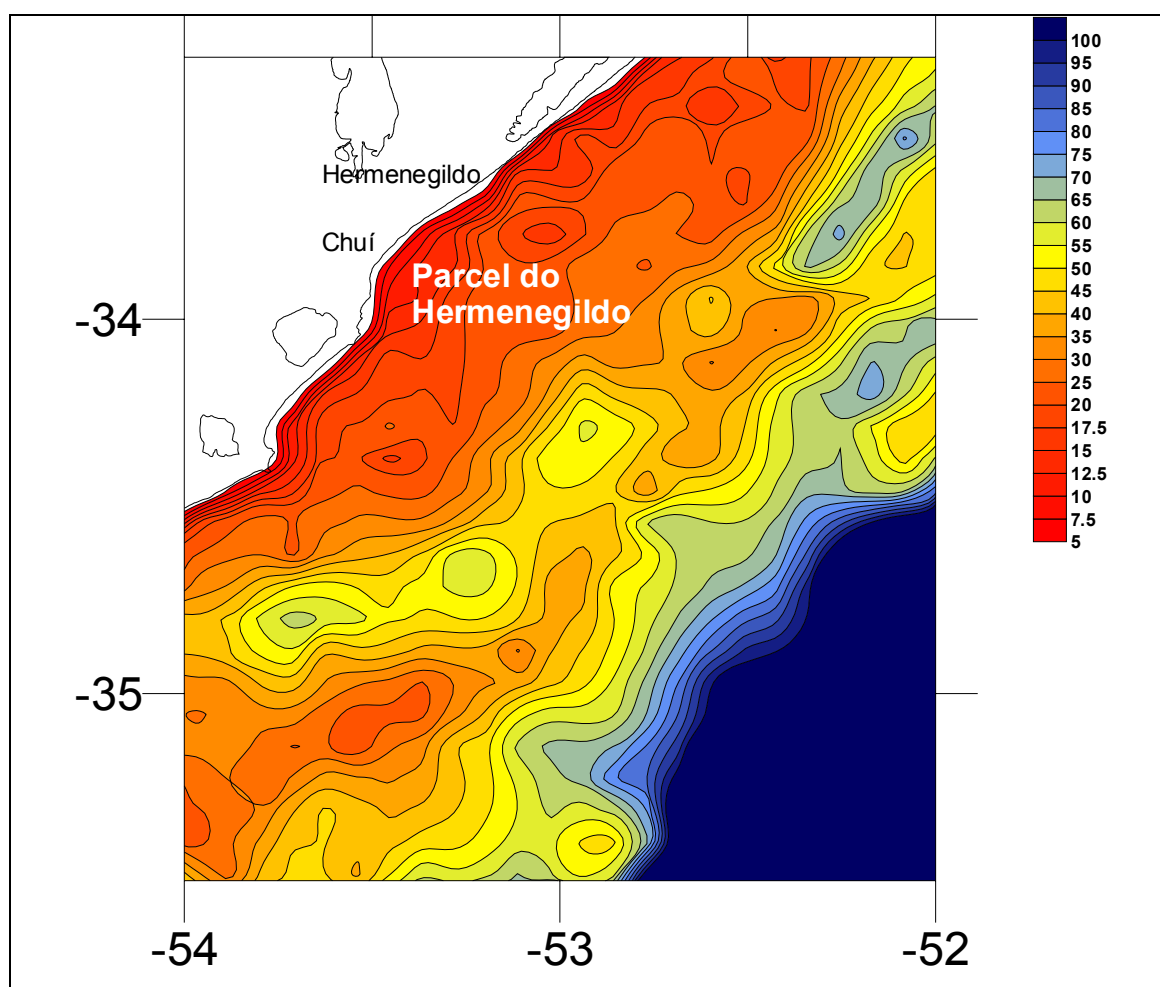


Figura 12 – Mapa batimétrico da costa sul do Rio Grande do Sul e fronteira com o Uruguai (baseado na digitalização da carta da DHN -Marinha do Brasil- nº 2200)

1.3 ANTECEDENTES SOBRE A MEGAFUNA PLEISTOCÊNICA

1.3.1 Origem dos Mamíferos Gigantes Extintos na América do Sul

Segundo Petri & Fúlvaro (1971) a fauna continental quaternária sul-americana é constituída por uma mistura de espécies autóctones (hemisfério sul) com espécies alóctones (hemisfério norte). A América permaneceu isolada durante quase todo o Terciário, restabelecendo-se a ligação com a América do Norte somente no fim deste período (Plioceno). Antes da separação entre as Américas (fim do Cretáceo), marsupiais, desdentados e ungulados primitivos migraram para a América do Sul. Os autóctones são originados de uma protofauna mamiferóide, que evoluiu desde o Triássico até o Cretáceo, e desde então permaneceu isolada do resto do mundo (até o Mio-Plioceno). A partir deste estoque primitivo, desenvolveu-se a fauna terciária sul-brasileira, constituída predominantemente de herbívoros.

1.3.2 Os Mamíferos Gigantes Extintos no Rio Grande do Sul

A megafauna de mamíferos da América do Sul, extintos no final do Pleistoceno megafauna, estão bem documentados no registro fóssil do Rio Grande do Sul, inclusive em afloramentos encontrados na zona costeira. Diversos trabalhos abordam o intercâmbio de faunas na transição Plioceno / Pleistoceno como Simpson (1980), Simberloff (1981), Martin (1986) e Webb (1988); sobre as extinções podemos citar Edwards (1967), Van Valen (1969), Simpson (1981), May (1983), Martin (1984), Ferigolo (1993a,b,c,1999), Webb (1985) e Owen-Smith (1987).

Esses fósseis são encontrados em depósitos de areias quartzosas médias e finas, silte e argila, de cor variável, entre o verde claro e amarelo esverdeado, com ocorrência esporádica de tons castanhos e cinza (Soliani Jr., 1973; Paula-Couto, 1980). Os afloramentos principais desta litologia acham-se nas barrancas do Arroio Chuí, no município de Santa Vitória do Palmar, à montante da ponte situada na estrada que dá acesso ao Balneário do Hermenegildo. Estes depósitos foram estudados por Paula-Couto (1939a, b; 1940a, b; 1943; 1944; 1945; 1948; 1953; 1961), Souza-Cunha (1959), Paula-Couto & Souza-Cunha (1965), Soliani (1973; 1974), entre outros.

Diversos autores têm atribuído a idade Lujanense para o conjunto faunístico terrestre do município de Santa Vitória do Palmar representado em dois afloramentos: um no Arroio Chuí e outro na atual linha de costa (Souza-Cunha, 1959; Paula-Couto & Souza-Cunha, 1965; Soliani Jr, 1973; Paula-Couto, 1975; Souza-Cunha & Numan, 1980). Oliveira (1992a) diferencia estes dois afloramentos pela presença, no segundo, também de fósseis marinhos.

A distribuição dos mamíferos terrestres gigantes do Pleistoceno foi comentada por Bombim & Klamt (1976) e Paula-Couto (1980). Estes autores descrevem a fauna de mamíferos do Rio Grande do Sul, encontrados tanto no Arroio Chuí quanto na praia, como sendo uma mescla de gêneros da fauna austral (Pampeana) e tropical (Brasiliana) dentro da América do Sul. Oliveira (1992) e Rocha-de-Oliveira (2001), detalham o assunto, utilizando índices de similaridade, concluindo que a fauna encontrada na Planície Costeira do Rio Grande do Sul é uma mescla de gêneros da fauna do Pleistoceno superior do Uruguai e do restante do Rio Grande do Sul.

Buchmann (1994b), Buchmann & Tomazelli (1999) e Lopes *et al.* (2001) associam a fauna de fósseis de mamíferos terrestres encontrados na atual linha de costa do Rio Grande do Sul na forma rolada como sendo semelhante à encontrada *in situ* nas barrancas do Arroio Chuí, em Santa Vitória do Palmar. Segundo estes autores, os fósseis coletados rolados na praia foram inicialmente depositados em ambiente lagunar. Posteriormente ao processo de fossilização estes fósseis foram retrabalhados em um ambiente marinho praiado e preservados em arenitos e coquinas nos parciais e bancos submersos ao longo da costa do Rio Grande do Sul. A concentração de fósseis encontrados na atual linha de costa (pós-praia) sob a forma rolada, deve-se à ação de processos hidrodinâmicos atuais que promovem o transporte e a deposição de materiais erodidos de várias áreas-fontes constituídas por fácies acumuladas no decorrer de antigas flutuações do nível do mar.

1.3.3 Estudos Estratigráficos Associados aos Mamíferos Extintos no Rio Grande do Sul

Após os trabalhos pioneiros de Paula-Couto e Souza-Cunha nas décadas de 50 e 60, Soliani Jr. (1973) e Soliani & Jost (1974) discutem a posição estratigráfica de mamíferos fósseis da planície costeira do Rio Grande do Sul. Utilizando a nomenclatura estratigráfica clássica estes autores sugerem que os sedimentos em que ocorrem os fósseis pertencem “a depósitos lagunares e paludais do Pleistoceno Superior, acumulados na Formação Santa Vitória” ou, de acordo com outros autores, no Membro Santa Vitória da Formação Chuí. Abandonando o emprego destas denominações litoestratigráficas clássicas, Villwock *et al.* (1986) descrevem os depósitos quaternários costeiros do Rio Grande do Sul propondo uma classificação baseada no conceito de sistemas deposicionais. De acordo com este modelo os depósitos fossilíferos pertenceriam ao Sistema Lagunar III, do Pleistoceno Superior.

Segundo Oliveira (1995), algumas datações obtidas por Carbono 14, publicadas por Paula-Couto (1968) para a megafauna extinta encontrada na zona costeira do Rio Grande do Sul, indicariam idades em torno de 7 ka. Entretanto, Buchmann & Tomazelli (2000) sugerem que os fósseis rolados no pós-praia sejam provenientes de fácies lagunares relíquias existentes atualmente na antepraia e plataforma continental do Rio Grande do Sul. Segundo estes autores a gênese dos sedimentos lagunares contendo fósseis de mamíferos encontrados nas barrancas do Arroio Chuí e no pós-praia estaria associada à origem do sistema deposicional Laguna-Barreira III com idade estimada de 120 ka (Villwock *et al.* 1986).

2. ETAPAS METODOLÓGICAS

A metodologia empregada no desenvolvimento deste trabalho abrangeu três etapas: (1) Descrição de afloramentos e coletas de bioclastos ao longo da praia (pós-praia) da área de estudo; (2) Estudo da estratigrafia da região emersa (planície costeira) adjacente e (3) Estudo da estratigrafia da região submersa (antepraia e plataforma interna) adjacente.

2.1 DESCRIÇÃO DE AFLORAMENTOS E COLETA DE BIOCLASTOS NA PRAIA

No intuito de identificar afloramentos e monitorar a movimentação dos bancos biodetríticos próximos à zona de arrebentação, associados ao estudo da dinâmica costeira atual, foram executadas saídas mensais ao longo da linha de costa com a utilização de veículo 4x4. Entre os anos de 1994 e 2000 foram feitas coletas de bioclastos no pós-praia e estirâncio ao longo dos 600 km da linha de costa do Rio Grande do Sul.

Para a realização deste trabalho de amostragem, a linha de costa foi subdividida em três setores:

SETOR NORTE – Entre o Balneário de Mostardas e Torres, durante os anos de 1997 e 1998, num total de 08 saídas de campo.

SETOR CENTRAL – Entre São José do Norte e o Balneário de Mostardas, durante os anos de 1997 a 2000, num total de 20 saídas de campo.

SETOR SUL – Entre a Praia do Cassino e a barra do Arroio Chuí, durante os anos de 1994 a 2000, num total de 34 saídas de campo.

No setor norte e sul as amostragens foram realizadas ao longo de 1 km linear a cada 30 km de praia. No setor central, as amostragens ocorreram ao longo de 1 km linear a cada 10 km de praia. No total foram coletados 4116 bioclastos.

As amostras coletadas foram trabalhadas nas dependências do Museu Oceanográfico Prof. Eliézer C. Rios, FURG, Rio Grande, nos laboratórios do CECO - Centro de Estudos de Geologia Costeira e Oceânica, UFRGS, Porto Alegre e do LOG - Laboratório de Oceanografia Geológica, FURG, Rio Grande. Nestes laboratórios o material coletado foi triado e analisado sob o ponto de vista do conteúdo fossilífero. A identificação dos fósseis foi baseada em comparações com espécies atuais e/ou fósseis (bibliografia). Estudos comparativos com a fauna atual foram feitos através das coleções de referência do Museu de Ciências Naturais da Fundação Zoobotânica (SEMA) e do Museu Nacional, Departamento de Invertebrados, Setor de Celenterologia (RJ). Os bioclastos contendo crustáceos fósseis foram identificados no Laboratório de Carcinologia (UFRGS), Laboratório de Crustáceos Decápodos (FURG) com base nos trabalhos de Rodrigues (1966), Rodrigues *et al.* (1984), Pezzuto (1993) e Melo (1996). Utilizou-se a classificação de Bowman & Abele (1982). Analisou-se o material fóssil apoiando-se em Bishop (1986) considerando-se, especialmente, o tipo de preservação. Os fósseis de vertebrados terrestres (megafauna pampeana) e vertebrados marinhos (peixes e cetáceos) e invertebrados (equinodermos) foram identificados através dos trabalhos de Buchmann, 1994; 1996; Buchmann & Rincón F^o, 1997; Buchmann & Tomazelli, 1999, 2001 e Rocha-de-Oliveira, 2001.

Cada bioclasto teve seu comprimento, largura e altura (X, Y, Z) medido com paquímetro, para se estimar o volume e o grau de preservação, com vistas a determinar de sua distribuição no tempo e no espaço.

Algumas amostras consideradas significativas foram preparadas e encaminhadas para datação por radiocarbono (C^{14}) no Beta Analytic Laboratory, Flórida, EUA. Datações por termoluminescência foram executadas nos Laboratórios da Universidade de São Paulo – USP, utilizando-se o Método da Regeneração Total.

2.2 ESTRATIGRAFIA DA ÁREA EMERSA ADJACENTE (PLANÍCIE COSTEIRA)

No estudo da estratigrafia das áreas emersas adjacentes foram coletados fósseis de mamíferos da megafauna nas barrancas do Arroio Chuí, entre os anos de 1999 e 2001. Nos afloramentos levou-se em conta se os ossos apresentavam-se articulados ou não, a qual camada sedimentar estavam associados, sua taxonomia e grau de preservação. Para uma melhor análise da estratigrafia da área investigada foram realizados vários furos de sondagem utilizando-se um trado manual, com coleta de amostras em intervalos de 10 cm. Em laboratório as amostras foram secas a 60° C, pesadas em balança de precisão (0,01g) e analisadas granulometricamente em jogos de peneiras com intervalo de meio phi. Os resultados foram submetidos a tratamento estatístico de acordo com o método de Folk & Ward (1980).

Os trabalhos de campo incluíram também a realização de 04 cortes verticais ao longo das barrancas do arroio, por um trecho de 3 km, objetivando-se uma melhor visualização das variações nas camadas sedimentares e de suas estruturas internas.

Esta etapa metodológica foi acompanhada de uma revisão bibliográfica sobre o tema em enfoque, compreendendo trabalhos sobre tafonomia (Frey, 1973; Lawrence, 1968; Brett & Baird, 1986; Kidwell *et al.* 19886; Bishop, 1986), geologia costeira do Rio Grande do Sul (Delaney, 1965; Villwock *et al.*, 1986; Villwock & Tomazelli, 1995), estratigrafia da região do Arroio Chuí (Soliani Jr., 1973) e mamíferos extintos do Rio Grande do Sul (Paula-Couto, 1939a, 1939b, 1949, 1953, 1975, 1979; Souza-Cunha, 1959, 1981; Oliveira, 1992).

2.3 ESTRATIGRAFIA DA ÁREA SUBMERSA ADJACENTE (ANTEPRAIA E PLATAFORMA INTERNA)

Esta etapa metodológica envolveu inicialmente a análise das cartas batimétricas da DHN nº 2100 e 2200 no intuito de identificar as principais feições submersas (altos topográficos) próximas à linha de costa atual (Tab. 1).

Tabela 1 - Principais feições submersas na plataforma continental interna do Rio Grande do Sul, de acordo com as cartas batimétricas (DHN) n° 2100 e 2200.

	Profund. Topo (m)	Profund. Base (m)	Localização
Parcel do Hermenegildo	7~9	11~13	33° 42' 00" S 53° 15' 00" W
Banco do Albardão	7~9	11~13	33° 05' 00" S 52° 30' 00" W
Banco Capela	7~9	11~13	31° 49' 00" S 51° 34' 00" W
Banco Minuano	13	16~18	32° 03' 30" S 51° 41' 00" W
Parcel do Carpinteiro	14~17	22~25	32° 15' 00" S 51° 45' 00" W
Parcel da Lagoa do Peixe	14	20~24	31° 25' 00" S 51° 00' 00" W
Parcel de Mostardas	13	17~18	31° 13' 00" S 50° 47' 00" W
Parcel da Berta	23~25	32~34	29° 46' 00" S 49° 44' 00" W

Após a identificação dos altos topográficos nas cartas batimétricas procedeu-se ao trabalho de campo para investigar diretamente estas feições, possibilitando a coleta de amostras e o estudo dos afloramentos.

Foram feitos embarques em águas rasas, em profundidades inferiores a 30 m, com a utilização de equipamentos de mergulho autônomo para a coleta de amostras e a visualização das estruturas sedimentares (Tab. 2). Os embarques objetivaram principalmente a coleta de material *in situ* (material não retrabalhado pelas ondas) nas principais feições submersas localizadas na antepraia. Buscou-se amostrar principalmente os conjuntos de afloramentos de lajes de coquinas e arenitos não recobertos por sedimentos atuais. As observações das estruturas sedimentares presentes nos afloramentos rochosos foram concentradas onde o desnível apresentava-se mais

acentuado. Para tal, foi utilizado uma poita (ancoragem) de concreto de 50 kg sinalizada com uma bóia e referenciada por GPS, com um cabo-guia ligado aos mergulhadores. Foi possível aplicar técnicas de navegação submarina num raio de 100 m para as observações das estruturas sedimentares. As amostras de rocha foram retiradas com a utilização de marreta e talhadeira especialmente adaptada ao ambiente submarino. O uso de um profundímetro permitiu posicionar as amostras na coluna batimétrica. A espessura das camadas foi medida diretamente com o auxílio de uma trena.

Tabela 2 - Embarques para aquisição de amostras e a visualização das estruturas sedimentares.

Local e coordenadas	Data	Embarcação
Arenitos submersos do Farol da Conceição UTM 6489422 e 22 454341	12 abril 1999	a partir da praia
Parcel do Carpinteiro 32° 16,54' S e 51° 47,90' W	27 abril 2000	Corveta <i>Bahiana</i> Marinha do Brasil
Parcel do Carpinteiro 32° 16,54' S e 51° 47,90' W	04 julho 2000	lança <i>Larus</i> Frota Oceânica – FURG
Banco Capela 31° 49' S e 51° 34' W	26 abril 2000	Corveta <i>Bahiana</i> Marinha do Brasil
Banco do Albardão 33° 05' S e 52° 30' W	28 e 29 abril 2000	Corveta <i>Bahiana</i> Marinha do Brasil

Alguns dos embarques realizados no Parcel do Carpinteiro tiveram a finalidade específica de aquisição de dados sedimentológicos e acústicos (Tab. 3). Nestes embarques, realizados entre 1993 e 1994 com o navio oceanográfico Atlântico Sul, foram coletadas 96 amostras para análise sedimentológica utilizando-se um amostrador *Phips Under Way* (Calliari *et al.*, 1999). Em laboratório foi determinada a distribuição granulométrica da fração grossa (com e sem carbonato) através de peneiramento e da fração fina por pipetagem. O teor de carbonato das amostras foi determinado pela dissolução com ácido clorídrico a 10%. Para o mapeamento dos depósitos biodetríticos, foram utilizados equipamentos geofísicos (Side Scan Sonar, modelo 260 EE&G; EchoProbe 200 Khz - RTT 1000a Raytheon; 3.5 Khz Seismic).

A batimetria de detalhe e os dados acústicos foram coletados em 1999 e 2000 por uma ecossonda EK-500, marca Simrad, com transdutor operando na frequência de 38 kHz, acoplado no casco do navio oceanográfico Atlântico Sul, a 3,5m da superfície. Foram obtidos 6157 pontos de sondagem. Os dados filtrados dos telegramas pulso a pulso foram a profundidade e dureza, posicionados por GPS. O espaçamento entre as linhas de amostragem batimétrica variou entre 100 e 500 m. A dureza relativa refere-se ao parâmetro BSBS (*bottom surface backscattering strength*) ou Índice Relativo de Reflexão Acústica da Superfície de Fundo, expresso em decibéis negativos (– dB). O BSBS refere-se à razão entre a quantidade de energia que atinge o fundo e a quantidade de energia retro-espalhada pelo mesmo, maiores detalhes da metodologia em Figueiredo & Madureira (1999).

Tabela 3 - Embarques no Parcel do Carpinteiro (32° 16,54' S e 51° 47,90' W) para aquisição de dados sedimentológicos e acústicos.

	Data	Embarcação
Sedimentologia e sonar de varredura lateral	1993	Navio <i>Atlântico Sul</i>
Sedimentologia	1994	Navio <i>Atlântico Sul</i>
Batimetria de detalhe e dureza do substrato	1999	Navio <i>Atlântico Sul</i>
Batimetria de detalhe e dureza do substrato	2000	Navio <i>Atlântico Sul</i>

3. RESULTADOS

3.1 COMPOSIÇÃO E DISTRIBUIÇÃO DOS BIOCLASTOS NA PRAIA

Entre os anos de 1994 e 2000, foram coletados bioclastos no pós-praia por uma distância de 600 km ao longo da linha de costa do Rio Grande do Sul. Na parte norte do litoral, no trecho entre Torres (km 600) e o Balneário de Mostardas (km 400), poucos exemplares foram encontrados e coletados. Já no litoral central e sul, entre o Balneário de Mostardas e a barra do Arroio Chuí (km 0) foi coletado um total de 4116 bioclastos. Devido a sua elevada abundância os moluscos não foram quantificados, apenas estimados.

De acordo com a classificação de James (1997), os bioclastos carbonáticos coletados ao longo da costa do Rio Grande do Sul caracterizam uma Associação Heterozoa (carbonatos de águas frias, característicos de médias latitudes). Predominam nesta associação carapaças de moluscos bivalves, fragmentadas e bem arredondadas, apresentando coloração avermelhada, podendo ser observadas de forma dispersa ao longo de toda a costa e/ou densamente concentradas em bancos biodetríticos em alguns setores da costa.

A maior concentração de bioclastos foi observada na Praia dos Concheiros, situada entre Rio Grande e a barra do Arroio Chuí. Neste local os depósitos, com formas lenticulares, distribuem-se ao longo de cerca de 40 km de praia, alcançando, em determinados pontos concentração muito alta, com até 1 a 2 m de espessura (Figs. 13 e 14). Outro local onde foi observada grande acumulação de carapaças de moluscos, embora não tão densamente como nos Concheiros, foi nos depósitos próximos à barra da Lagoa do Estreito (Figs. 18 e 19).

Além dos moluscos foram identificados nestas concentrações bioclásticas diversos esqueletos recristalizados de equinodermos irregulares, seixos de arenitos envolvendo crustáceos decápodos, restos esqueletais de peixes ósseos e cartilaginosos e grandes ossos de mamíferos terrestres extintos (Fig.15 e Tabela 4).



Figura 13 – Acumulações no pós-praia de carapaças de moluscos bivalves, observar a coloração avermelhada, fragmentação e o arredondamento dos bioclastos. no extremo sul do Brasil, na praia dos Concheiros.



Figura 14 – Acumulações de carapaças de moluscos bivalves, na praia dos Concheiros.

Tabela 4 – Número de bioclastos identificados (total de 4116 bioclastos).

	Número de exemplares	Volume total em cm ³
Equinodermos	817	9032
Crustáceos articulados	337	13025
Crustáceos desarticulados	125	36
Restos esqueléticos de peixes ósseos e cartilagosos	291	1874
Restos esqueléticos de mamíferos terrestres	934	261780

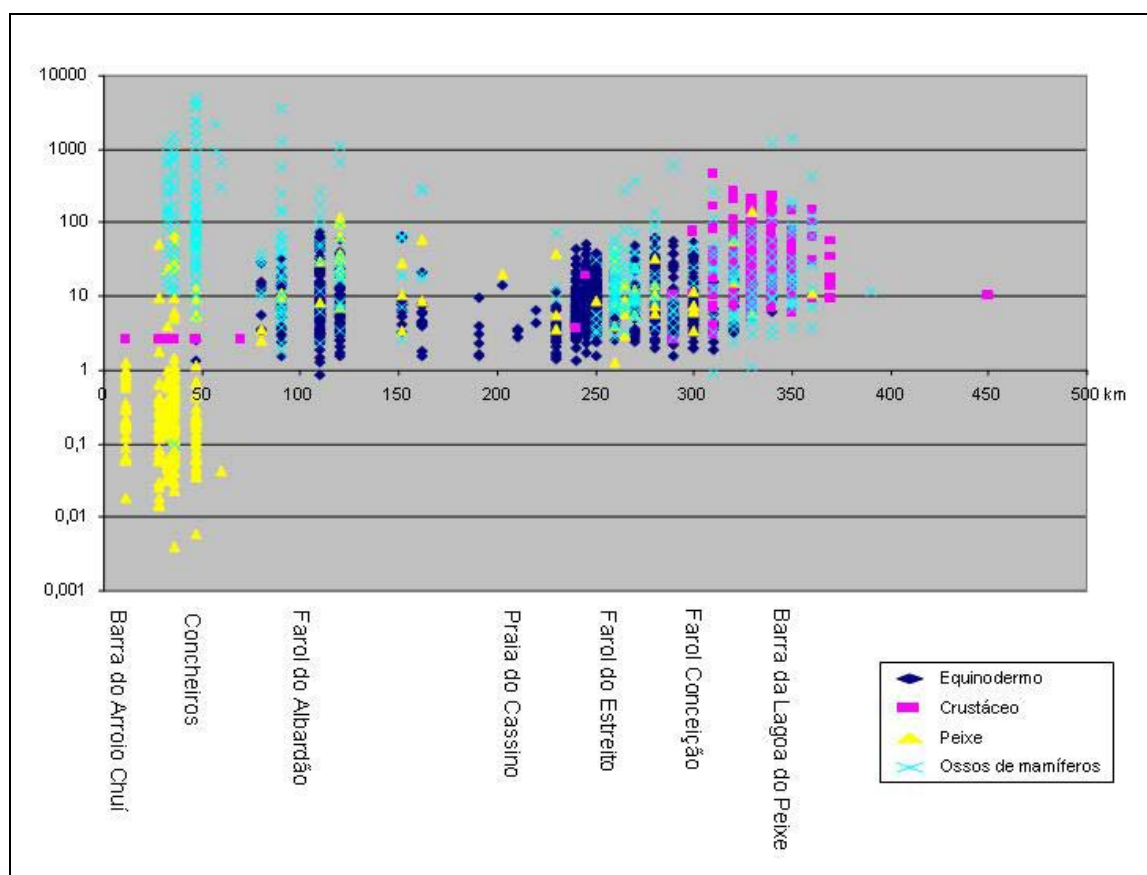


Figura 15 – Distribuição geral dos bioclastos (fósseis de equinodermos, crustáceos, peixes e fragmentos de ossos de mamíferos terrestres da megafauna pleistocênica) no pós-praia do Rio Grande do Sul. Escala horizontal (linear) em km e escala vertical (logarítmica) em cm³.

A Figura 15 mostra os padrões de distribuição destes bioclastos ao longo da costa do Rio Grande do Sul. A escala horizontal (escala linear) representa a distância em km ao longo da linha de costa, considerando-se o km 0 na Barra do Chuí e o km 600 na praia de Torres. A escala vertical (escala logarítmica) representa o volume dos bioclastos em cm^3 , representado pelo produto do comprimento, largura e altura de cada bioclasto. Admitindo-se que a energia de ondas pode ser considerada constante ao longo da costa, o volume dos bioclastos (e o desvio padrão correspondente), sua presença ou ausência no pós-praia, e o grau de preservação dos bioclastos pode indicar a localização da sua área-fonte.

A Figura 16 mostra que a distribuição, ao longo da praia, dos bioclastos de equinodermos fósseis (Fig. 17) ocorre em duas manchas com maior concentração. Uma das manchas situa-se nas adjacências do km 100, nas praias do farol Verga, e a outra, próximo ao km 250, entre o Farol do Estreito e o Farol da Conceição. Devido à sua própria natureza estes bioclastos apresentam predominantemente uma forma achatada.

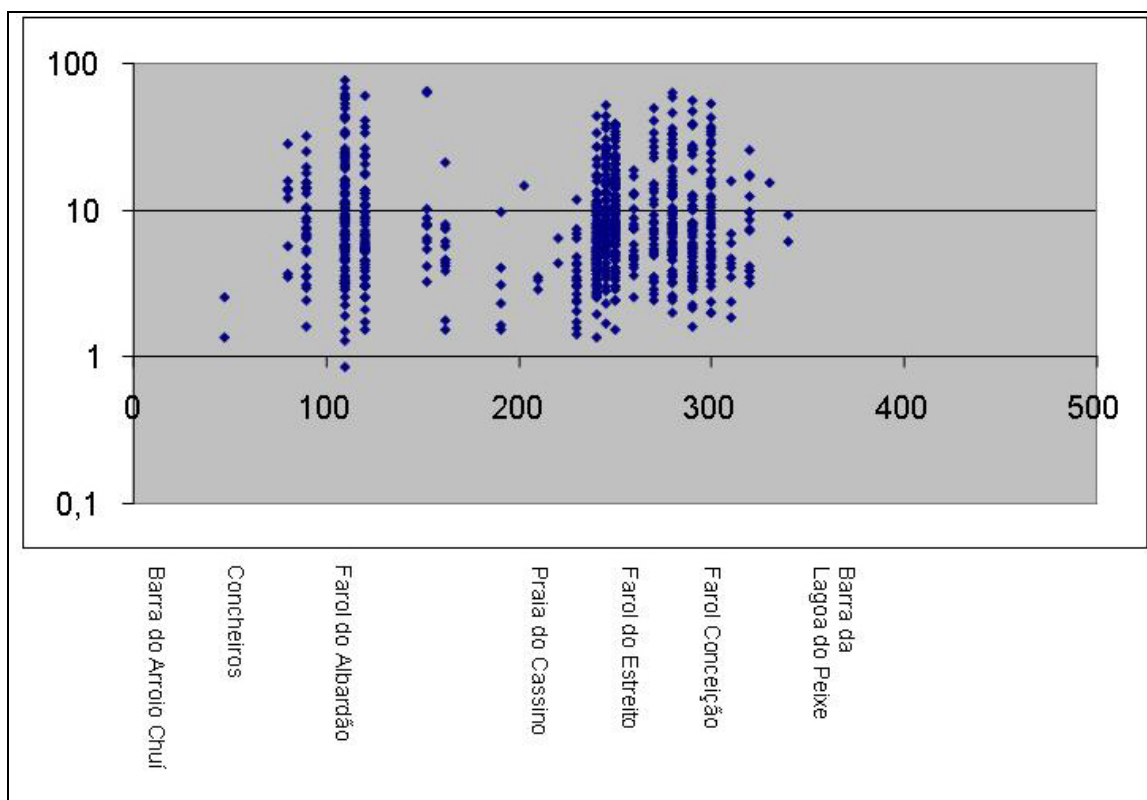


Figura 16 – Distribuição dos bioclastos representados por equinodermos irregulares no pós-praia do Rio Grande do Sul. Escala horizontal (linear) em km e escala vertical (logarítmica) em cm^3 .

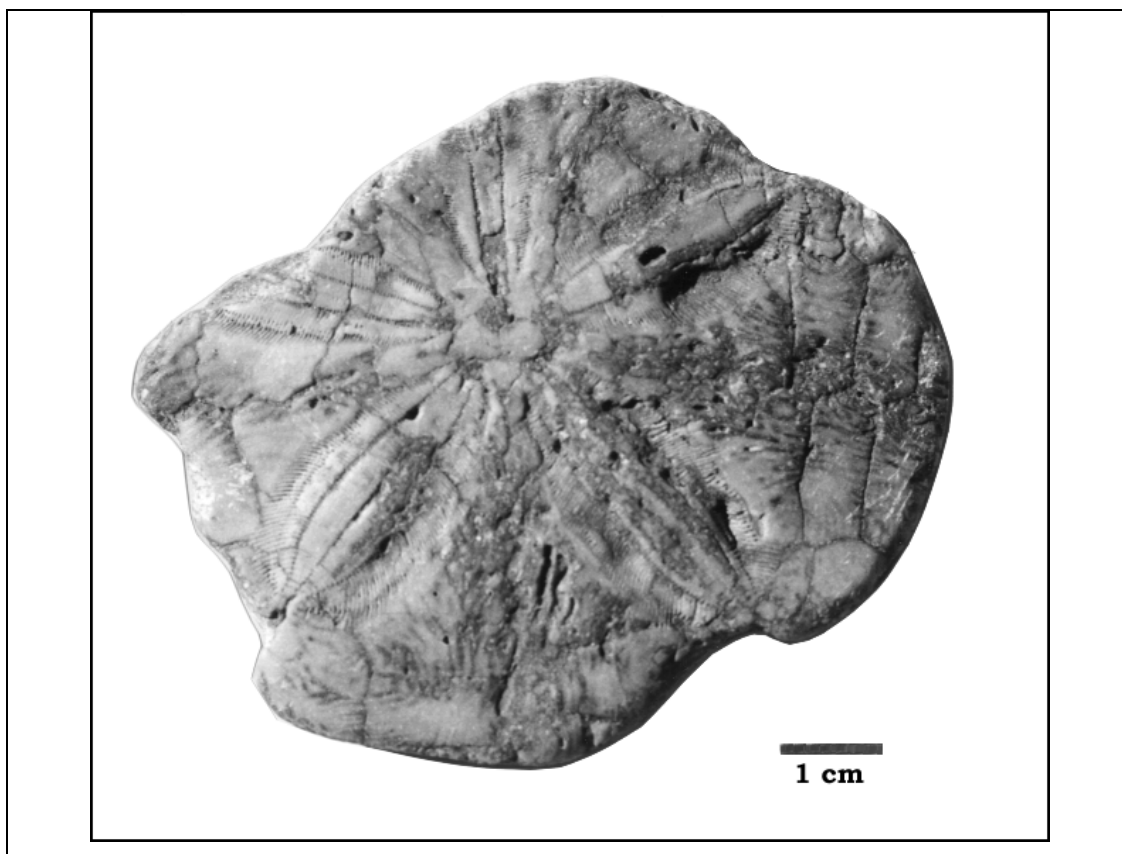


Figura 17 – Fóssil de equinodermo irregular (bolacha-do-mar) gênero *Encope* sp., com 70 % de preservação, coletado na praia adjacente à barra da Lagoa do Estreito.

Nas adjacências da barra da Lagoa do Estreito (Fig. 18), ocorrem depósitos biodetríticos no pós-praia com abundantes acumulações de carapaças de moluscos bivalves (Fig. 19), semelhantes às encontradas na Praia dos Concheiros (Figs. 2 e 3), embora em menor densidade.

A maior distribuição dos fósseis de crustáceos decápodos (Fig. 20) está na Praia dos Concheiros (km 50) e na praia da Lagoa do Peixe (km 350). Observa-se nitidamente uma diferença no tamanho e forma dos bioclastos. Os fósseis de crustáceos nos Concheiros são representados por quelas isoladas e apresentam tamanho milimétrico (fração areia grossa), enquanto que os fósseis de crustáceos coletados na Lagoa do Peixe são encontrados inteiros e articulados, no interior de seixos rolados de arenitos, predominantemente de forma esférica, e apresentam tamanho centimétrico.



Figura 18 - Fotografia aérea (oblíqua) da barra da Lagoa do Estreito



Figura 19 - Bioclastos depositados no estirâncio, próximo a barra da Lagoa do Estreito.

Na Praia dos Concheiros foram identificadas quelas isoladas e fragmentos de carapaça dos gêneros *Menipe* sp., *Cronius* sp. *Sergio* sp., e *Libinia* sp., associadas ao cascalho biodetrítico, às vezes encontrados numa coquina fortemente cimentada por calcita espática, por vezes recristalizada. Os exemplares apresentam elevada densidade (permineralização), podendo estar preenchidos por lama ou areia. Segundo a classificação de Bishop (1986) são “restos preservados em rochas carbonáticas aloquímicas”.

Na praia da Lagoa do Peixe foram coletados no pós-praia seixos de arenitos cimentados por carbonato, contendo no seu interior crustáceos preservados em posição de vida, inteiros e articulados, envolvidos por uma matriz clástica de silte e preenchidos por argila (Fig. 21). Dentre os diversos espécimes observados durante a triagem do material coletado o único gênero identificado foi *Sergio*; também foram identificadas as famílias Xanthidae e Portunidae. Segundo a classificação de Bishop (1986) “são restos preservados em matriz clástica pouco alterada”. As cavidades do exoesqueleto dos crustáceos apresentam-se preenchidas por sedimentos mais finos que a rocha circundante, sugerindo um aumento da lâmina d’água do Mesolitoral (*foreshore*) para o Infralitoral superior (*upper shoreface*) num ambiente deposicional transgressivo.

Os fragmentos de ossos fósseis de mamíferos terrestres extintos (megafauna) podem ser identificados em duas áreas principais ao longo de toda a costa (Fig. 22). Observou-se que na Praia dos Concheiros, os bioclastos são muito pouco selecionados em termos de tamanho, deste alguns milímetros até mais de 1 m de comprimento, com diversos quilos de massa. Estas características sugerem que o material foi muito pouco transportado, sendo proveniente, provavelmente, de uma área-fonte muito próxima, situada na antepraia adjacente.

Dentre os fósseis de mamíferos coletados na atual linha de costa entre o Balneário do Hermenegildo e o Farol do Albardão destacam-se o gênero *Toxodon* (Fig. 23), *Megatherium* (Fig. 24), *Pampatherium* (Fig. 25), *Glyptodon* (Fig. 25), *Haplomastodon* (Fig. 26) e *Hippidion* (Fig. 27).

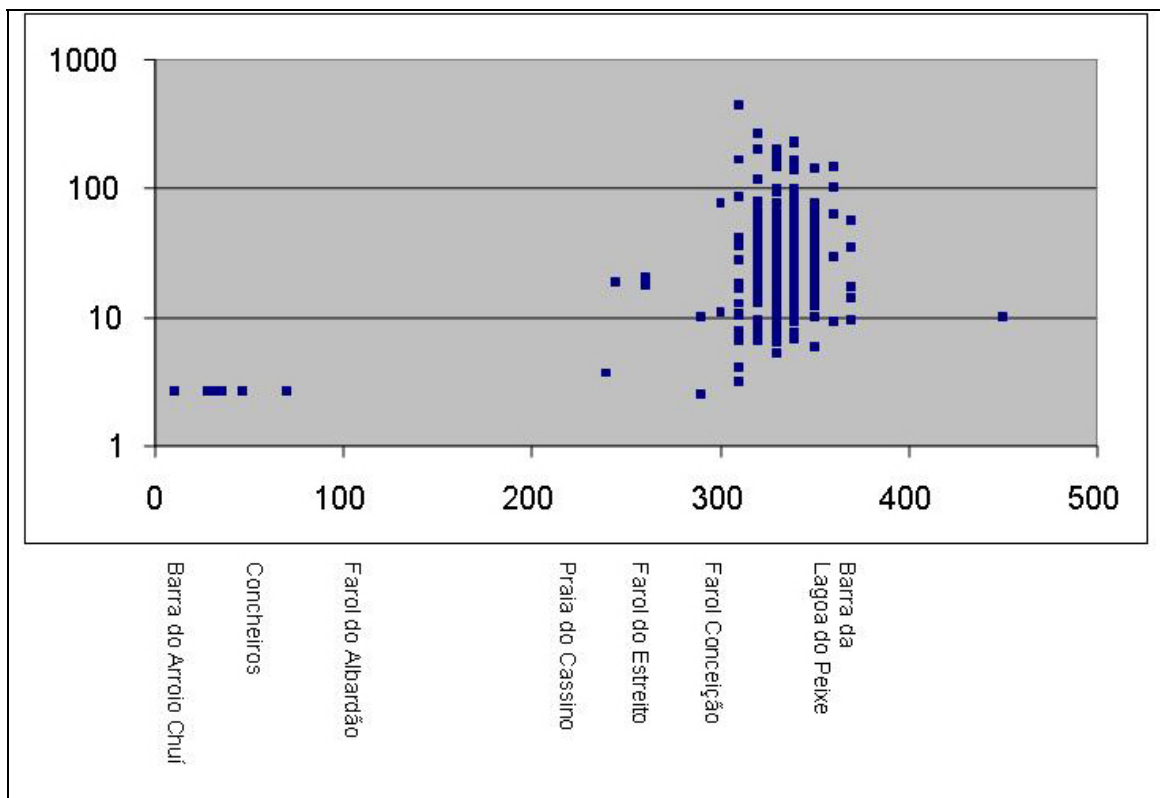


Figura 20 – Distribuição dos bioclastos representados por crustáceos decápodos, no pós-praia do Rio Grande do Sul. Escala horizontal (linear) em km e escala vertical (logarítmica) em cm³.



Figura 21 – Fóssil de crustáceo decápodo, preservado em posição de vida, inteiro e articulado, envolvido por uma matriz clástica de areia e preenchido por silte e argila. Coletado na praia da Lagoa do peixe (escala gráfica = 1 cm).

Os seguintes taxa de mamíferos terrestres foram identificados:

Ordem EDENTATA	Cuvier, 1798
Família DASYPODIDAE	Bonaparte, 1838
Gênero <i>Pampatherium</i>	Ameghino, 1875
Gênero <i>Holmesina</i>	Simpson, 1930
Gênero <i>Propaopus</i>	Ameghino, 1881
Família GLYPTODONTIDAE	Burmeister, 1879
Gênero <i>Glyptodon</i>	Owen, 1839
Gênero <i>Panochthus</i>	Burmeister, 1872
Gênero <i>Doedicurus</i>	Burmeister, 1874
Gênero <i>Hoplophorus</i>	Camberra, 1939
Gênero <i>Lomaphorus</i>	Ameghino, 1889
Gênero <i>Neothoracophorus</i>	Notod, 1857
Família MEGATHERIIDAE	Owen, 1843
Gênero <i>Megatherium</i>	Cuvier, 1796
Família MYLODONTIDAE	Ameghino, 1889
Gênero <i>Mylodon</i>	Owen, 1839
Gênero <i>Lestodon</i>	Gervais, 1855
Gênero <i>Glossotherium</i>	Owen, 1839
Ordem LITOPTERNA	Ameghino, 1889
Família MACRAUCHENIIDAE	Gill, 1840
Gênero <i>Macrauchenia</i>	Owen, 1838
Ordem NOTOUNGULADA	Roth, 1903
Família TOXODONTIDAE	Gervais, 1847
Gênero <i>Toxodon</i>	Owen, 1838
Ordem CARNIVORA	Bowdich, 1821
Família FELIDAE	Gray, 1821
Gênero <i>Felis</i>	Linné, 1758
Gênero <i>Smilodon</i>	Lund, 1842

Ordem RODENTIA	Bowdich, 1821
Família MYOCASTORIDAE	Miller, 1918
Gênero <i>Myocastor</i>	Kerr, 1792
Família CAVIIDAE	Waterhouse, 1839
Gênero <i>Cavia</i>	Pallas, 1766
Ordem PROBOSCIDEA	Illiger, 1881
Família GOMPHOTHERIIDAE	
Subfamília ANANCINAE	Hay, 1922
Gênero <i>Haplomastodon</i>	Holland, 1920
Ordem PERISSODACTYLA	Owen, 1848
Família EQUIDAE	Gray, 1821
Gênero <i>Equus</i>	Linné, 1758
Gênero <i>Hippidion</i>	Owen, 1869
Família TAPIRIDAE	Burnett, 1830
Gênero <i>Tapirus</i>	Brisson, 1762
Ordem ARTIODACTYLA	Owen, 1898
Família TAYASSUIDAE	Palmer, 1897
Gênero <i>Dicotyles</i>	Fisher, 1814
Família CAMELIDAE	Gray, 1821
Gênero <i>Lama</i>	Cuvier, 1800
Gênero <i>Palaeolama</i>	Gervais, 1867
Família CERVIDAE	Gray, 1821
Gênero <i>Morenelaphus</i>	Carette, 1922
Gênero <i>Blastocerus</i>	Wagner, 1844
Gênero <i>Ozotoceros</i>	Ameghino, 1891
Gênero <i>Mazama</i>	Rafinesque, 1817

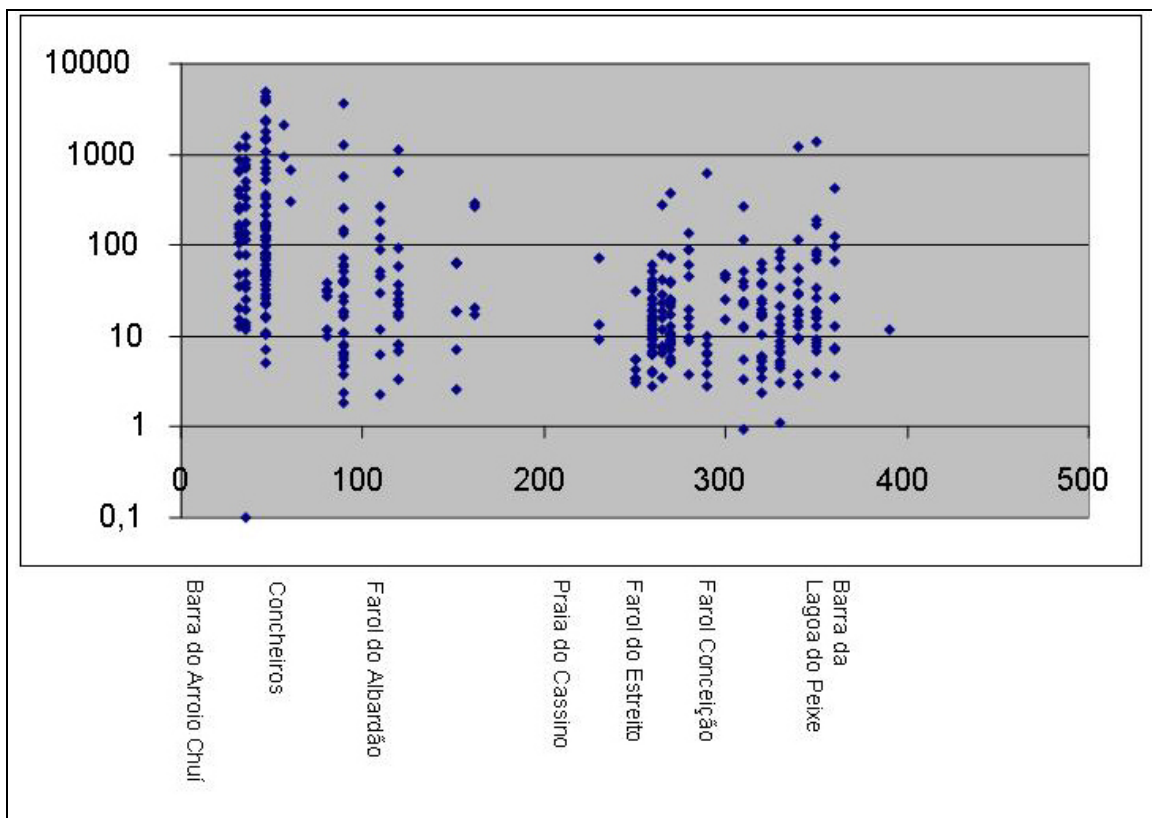


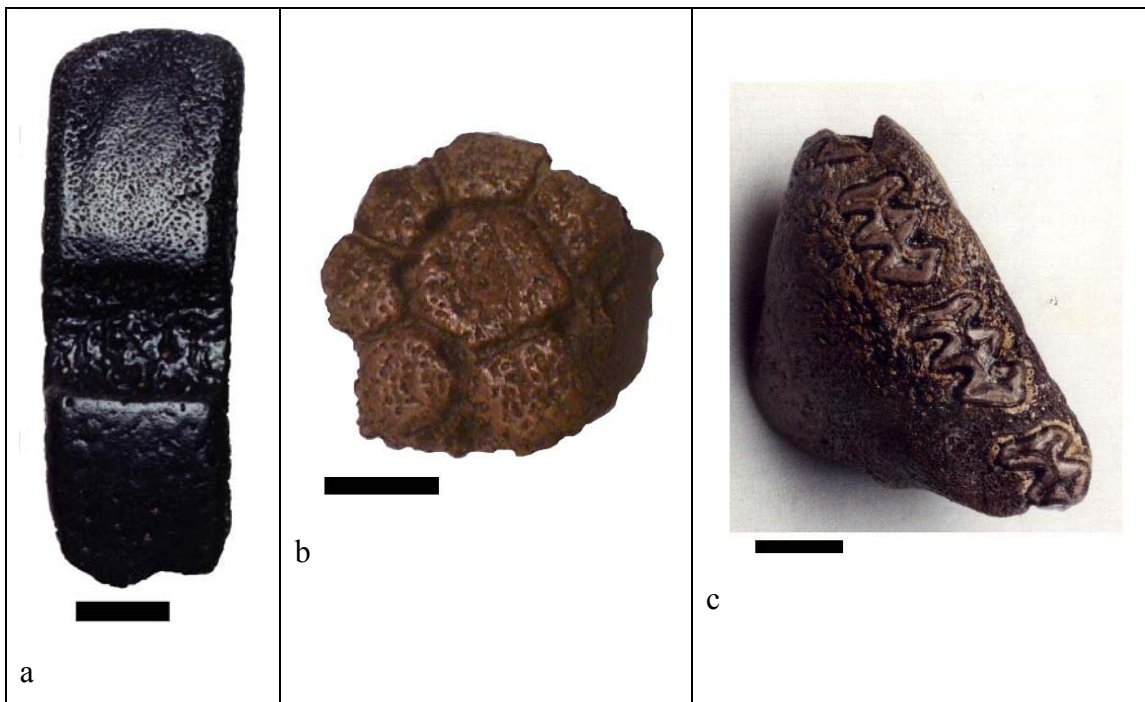
Figura 22 – Distribuição dos bioclastos representados por fragmentos de ossos da megafauna no pós-praia do Rio Grande do Sul. Escala horizontal (linear) em km e escala vertical (logarítmica) em cm^3 .



Figura 23 – Fóssil de Notoungulado, um dente molar superior de *Toxodon*, coletado na praia dos Concheiros (escala gráfica = 5 cm)



Figura 24 - Fóssil de Edentata coletado na praia dos Concheiros, um fragmento de mandíbula de Megaterídeo (preguiça-gigante) com três molares (escala gráfica = 1 cm).



Figuras 25 - Fósseis de Edentata coletados na praia dos Concheiros (escala gráfica = 1 cm). a) osteoderma de *Pamphatherium*, b) osteoderma de *Glyptodon*, e c) fragmento de mandíbula de *Glyptodon*. (escala gráfica = 1 cm).



Figuras 26 – Fósseis de Probocideos, acima um fragmento de incisivo e abaixo três molares de *Haplomastodon*, coletados na praia dos Concheiros (escala gráfica = 5 cm).



Figura 27 - Fragmentos de mandíbula coletados no pós-praia dos Concheiros, acima de um cervídeo (*Artiodactyla*); abaixo, de um cavalo do gênero *Hippidion* (*Perissodactyla*) (escala gráfica = 1 cm).

A distribuição no pós-praia dos ossos de vertebrados marinhos (Fig. 28), acompanha de maneira geral a distribuição dos mamíferos terrestres extintos. Os bioclastos apresentam pequeno tamanho, desde milímetros a poucos centímetros, estando dentro da fração areia grossa/grânulos a seixos, respectivamente. Estes bioclastos são representados predominantemente por peixes ósseos e cartilagosos, e em pequeno número por fósseis de mamíferos marinhos (cetáceos e pinípedes), répteis (tartarugas) e aves.

Estes bioclastos são representados predominantemente por peixes ósseos e cartilagosos (Fig. 29 e 30), e em pequeno número por fósseis de mamíferos marinhos (cetáceos e pinípedes), répteis (tartarugas) e aves. Entre os peixes cartilagosos identificou-se os seguintes taxons : *Carcharodon carcharias*, *Carcharias taurus*, *Galeocerdo cuvieri*, *Isurus oxyrinchus*, *Notorynchus cepedianus*, *Hepranchias perlo*, *Carcharhinus* sp. e entre os peixes ósseos foram identificados *Netuma* sp. e *Pogonias cromis*. A identificação revelou uma ictiofauna semelhante à atual, exceto *Carcharodon carcharias* e *Galeocerdo cuvieri*, não encontrados na região atualmente.

Tanto os ossos de vertebrados continentais (mamíferos gigantes extintos) quanto os ossos de vertebrados marinhos (peixes, cetáceos, tartarugas e aves) podem estar associados a coquinas (Figs. 31 e 32).

Ocasionalmente as redes de arrasto de fundo das embarcações de pesca do município de Rio Grande, capturam ossos fossilizados de vertebrados continentais, entre 18 e 22 m de profundidade (Tab. 5). O material dragado provém de diferentes localidades, embora todos tenham sido coletados a profundidades semelhantes, em torno de 20 m, devido à arte de pesca utilizada. São registradas também dragagens a 32, 55 e 70 m. Estes fósseis apresentam a sua superfície recoberta por organismos incrustantes, geralmente briozoários e corais (Figs. 33 e 34).

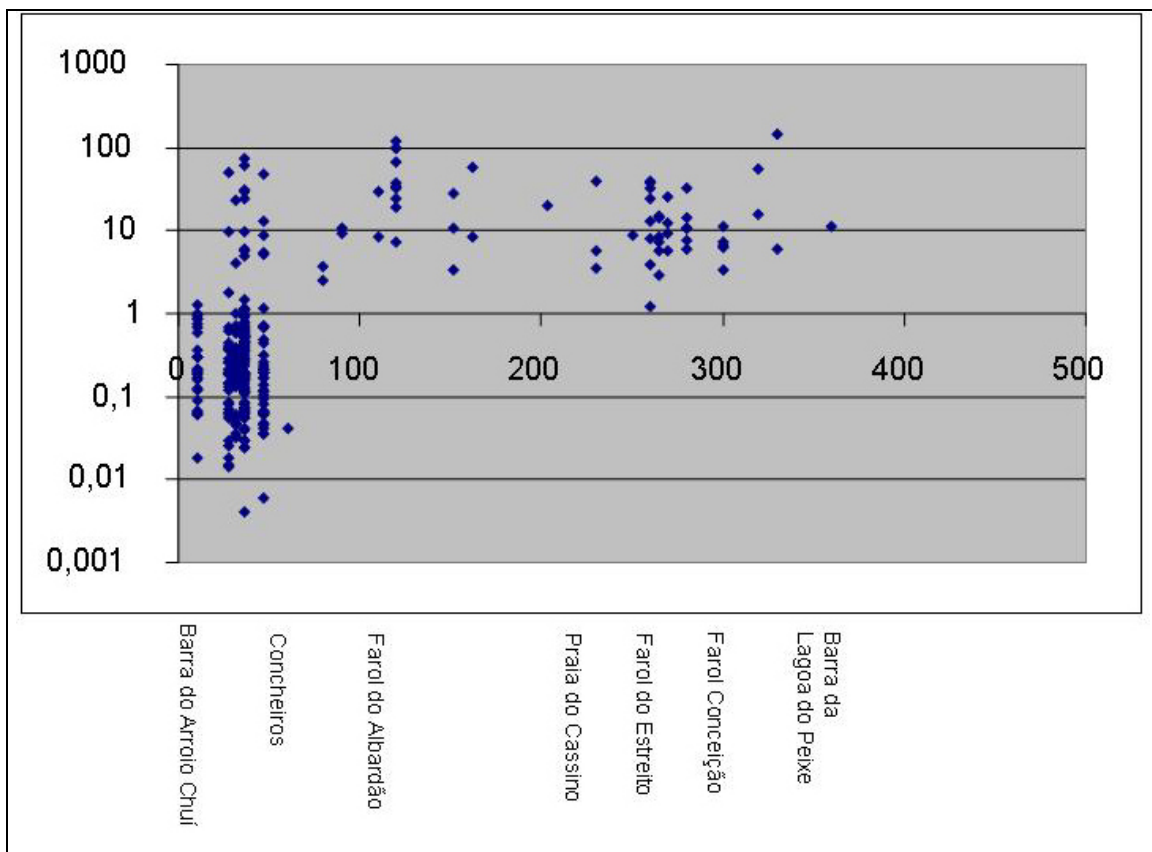


Figura 28 – Distribuição dos bioclastos representados por fragmentos de ossos de vertebrados marinhos - peixes no pós-praia do Rio Grande do Sul. Escala horizontal (linear) em km e escala vertical (logarítmica) em cm³.

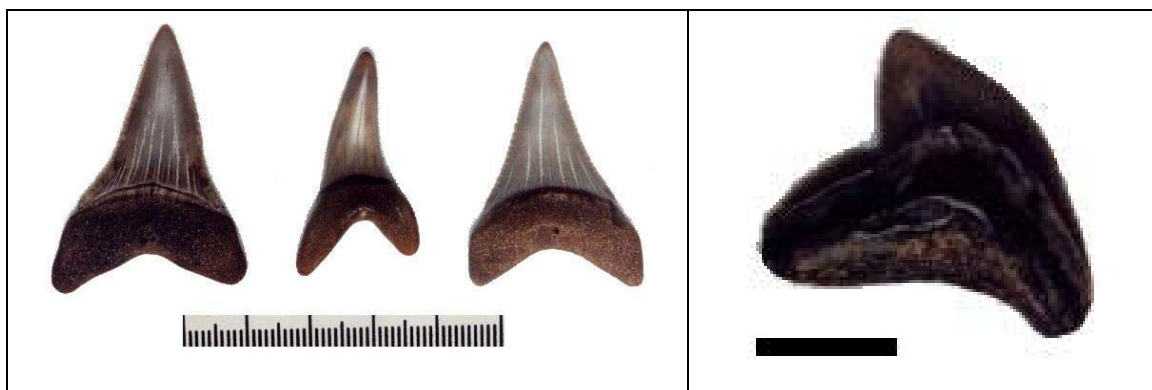


Figura 29 - Dentes fósseis de *Carcharodon carcharias*, tubarão branco, e *Galeocerdo cuvieri*, coletados na Praia dos Concheiros.



Figura 30 - Dentes fósseis de *Heptranchias perlo* e *Carcharias taurus* coletados na Praia dos Concheiros (escala gráfica = 1 cm).

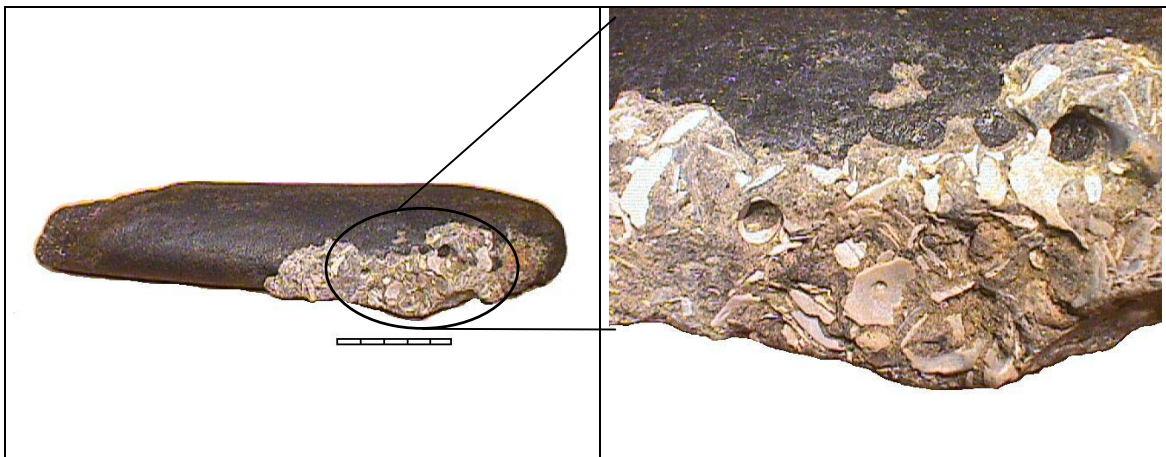


Figura 31 - Fragmento de osso de mamífero terrestre associado a coquinas, à direita o detalhe (escala gráfica = 5 cm).

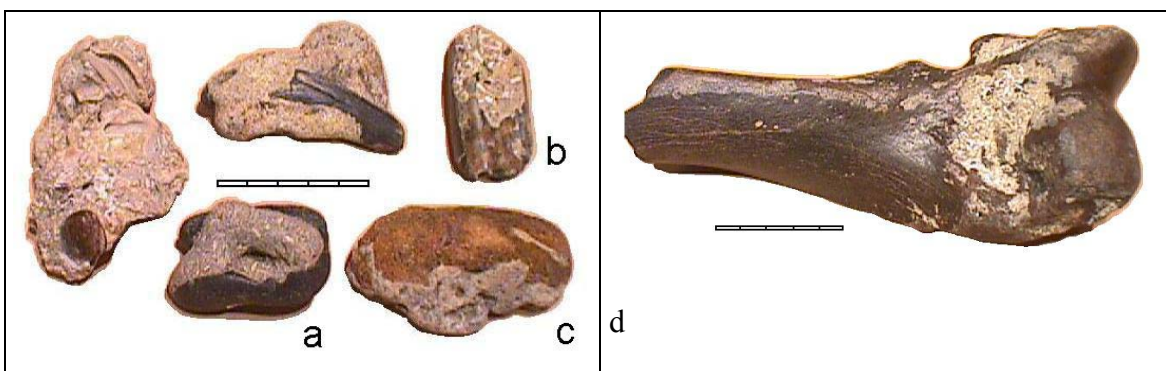


Figura 32 - Fragmentos de ossos associados a coquinas. a) falange de preguiça-gigante, b) molar de *Toxodon*, c) tumor ósseo de peixe, d) fêmur de cervo (escala gráfica = 5 cm).

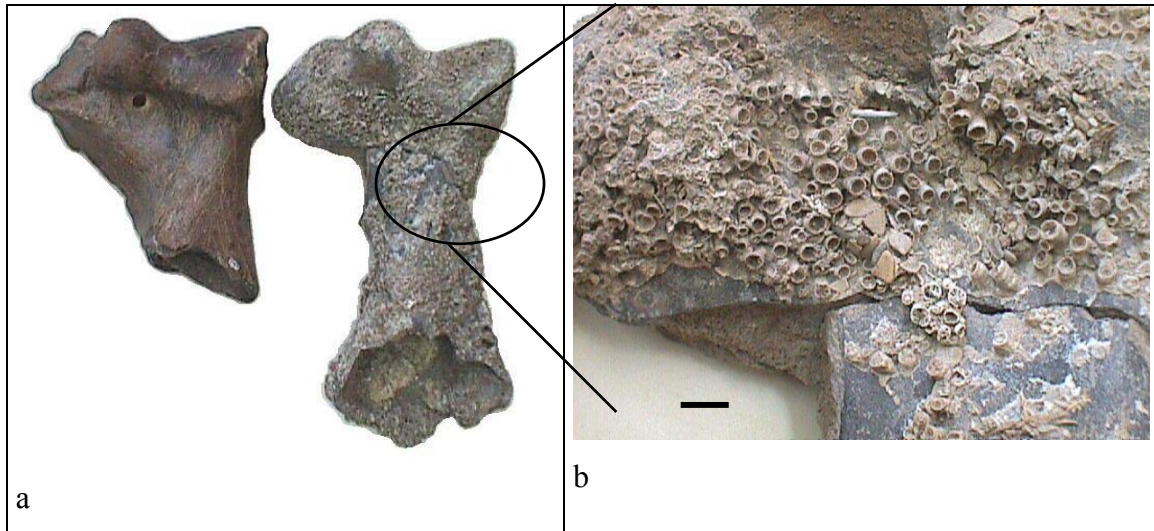


Figura 33 - Fêmur de *Toxodon*, em a) a esquerda fêmur coletado no pós-praia, a direita fêmur coletado na plataforma continental; em b) detalhe dos corais associados. (escala gráfica = 1 cm)

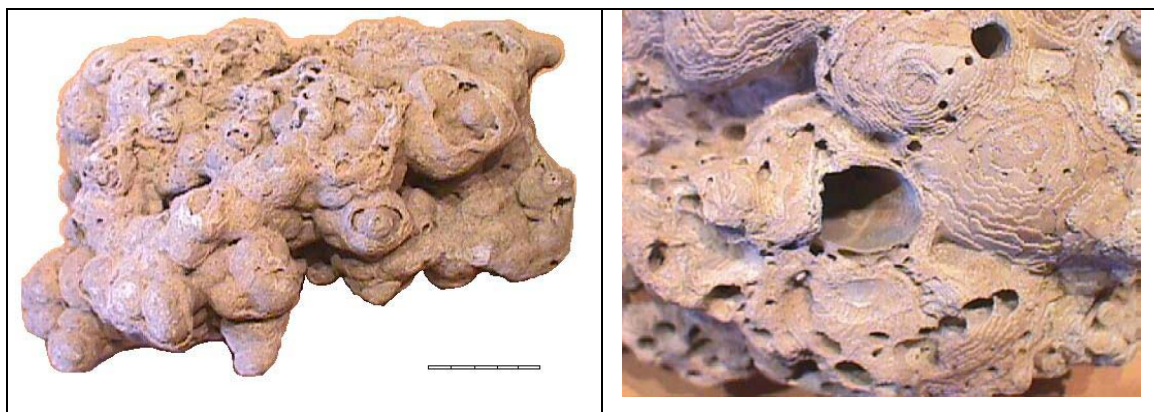


Figura 34 - Colônia de briozoários, à direita o detalhe das camadas multilaminares. (escala gráfica = 5 cm)

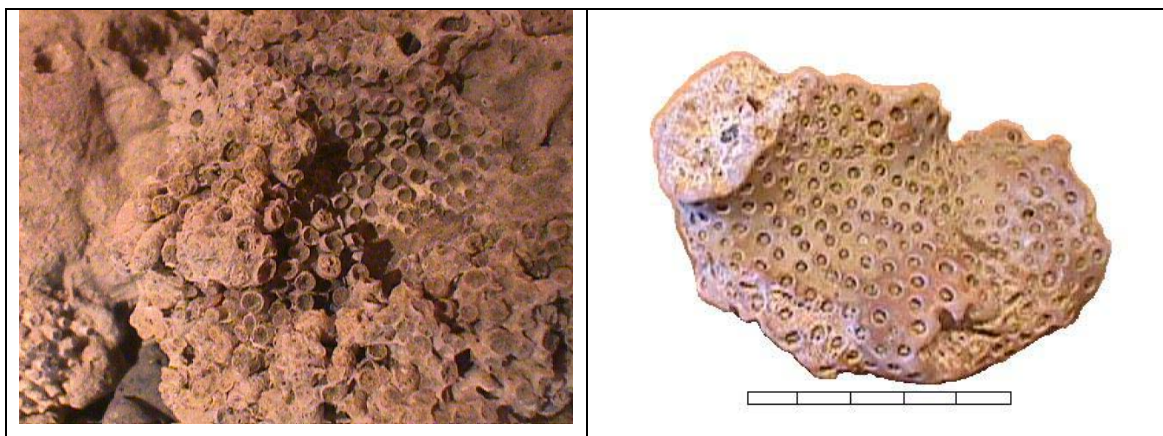


Figura 35 – Corais recentes do gênero *Astrangia* e corais de idade Pleistocênica da espécie *Oculina patagonica*. (escala gráfica = 5 cm).

Tabela 5 - Material dragado por redes de arrasto de fundo pelas embarcações de pesca do município de Rio Grande.

Embarcação e data	Local aproximado e profundidade	Material coletado e taxonomia
Barco Magalhães VIII, mestre Gazão Fevereiro de 1994	Parcel do Carpinteiro	Vértebra de Balaenopterideo (CETACEA)
Junho de 1994	20 milhas a leste navio encalhado Altair 20 m	Molar de <i>Haplomastodon</i> sp. (PROBOCIDEA)
Barco São Francisco Mestre Antenor Florêncio Julho 1994	Próximo ao farol da Conceição 20 m	Fémur de <i>Haplomastodon</i> sp. (PROBOCIDEA) Fémur de <i>Toxodon</i> sp (NOTOUNGULADA)
Barco Renata I Mestre Paulo Roberto maio 1995	Próximo ao farol Verga 32 m	Fragmento de osso longo (EDENTATA ?)
Barco Ouro Preto Mestre João (tuca) maio 1999	Entre os faróis de Albardão e Verga 55 m	Fragmentos ósseos
1992	Farol Sarita	Fragmento de costela
Outubro de 1999	em frente à Rio Grande 70 m	Fragmento de costela
Navio Atlântico Sul 21 / 12 / 95	Parcel do Carpinteiro 32° 15' 04" / 51° 44' 94" 23 m	Fragmentos ósseos

Os altos topográficos submersos (parcéis) da antepraia e plataforma interna apresentam-se colonizados superficialmente por uma fauna que inclui a presença de corais. A erosão destas feições submersas pelas ondas de tempestade fornece às praias adjacentes uma grande quantidade de bioclastos, muitos deles igualmente incrustados por corais. A natureza e idade destes corais que incrustam os altos topográficos submersos da costa do Rio Grande do Sul foi reportado por Buchmann *et al.* (2001).

Foram identificados corais escleractíneos (Fig. 35) das espécies *Oculina patagonica* De Angelis, 1908 e *Astrangia rathbuni* Vaughan, 1906. *A. rathbuni* ocorre no Suriname (Cairns, 2000) e na costa leste da América do Sul, do Espírito Santo, Brasil (Castro, 1994) até Mar del Plata, Argentina (Cairns, 2000). *O. patagonica* distribui-se na costa da Argentina (Zibrowius, 1980) e Uruguai, sendo este o primeiro registro para o Rio Grande do Sul.

A datação de *O. patagonica* por carbono 14 (amostra Beta 143773), feita no Laboratório Beta Analytics, Florida, EUA, revelou uma idade superior a 40 mil anos, extrapolando o limite do método. Embora não se conheça a idade absoluta, atribui-se uma idade pleistocênica a estes corais, idade coerente com a sugerida por Zibrowius (1980). Quanto aos corais da espécie *A. rathbuni*, embora não se tenha coletado formas vivas, os mesmos são encontrados associados a âncoras e cabos, indicando, portanto, uma idade recente.

No alto topográfico submerso denominado Parcel do Carpinteiro (32° 16,54' S e 51° 47,90' W) foram coletados corais da espécie *Astrangia rathbuni* em profundidades entre 15 a 25 m, predominando a 15 m. Ao longo da costa do Rio Grande do Sul podem ser coletados na atual linha de praia colônias de *A. rathbuni* retrabalhadas por ondas de tempestades. Na Praia dos Concheiros (33° 32,45' S e 53° 05,99' W) estes bioclastos apresentam até 30 cm de comprimento. Geralmente se associam a briozoários (incrustantes multilaminares), sugerindo um ambiente de alta energia batido por ondas. As condições ecológicas para esta espécie no Rio Grande do Sul parecem ser águas frias e pouco claras, suportando um elevado teor de material em suspensão.

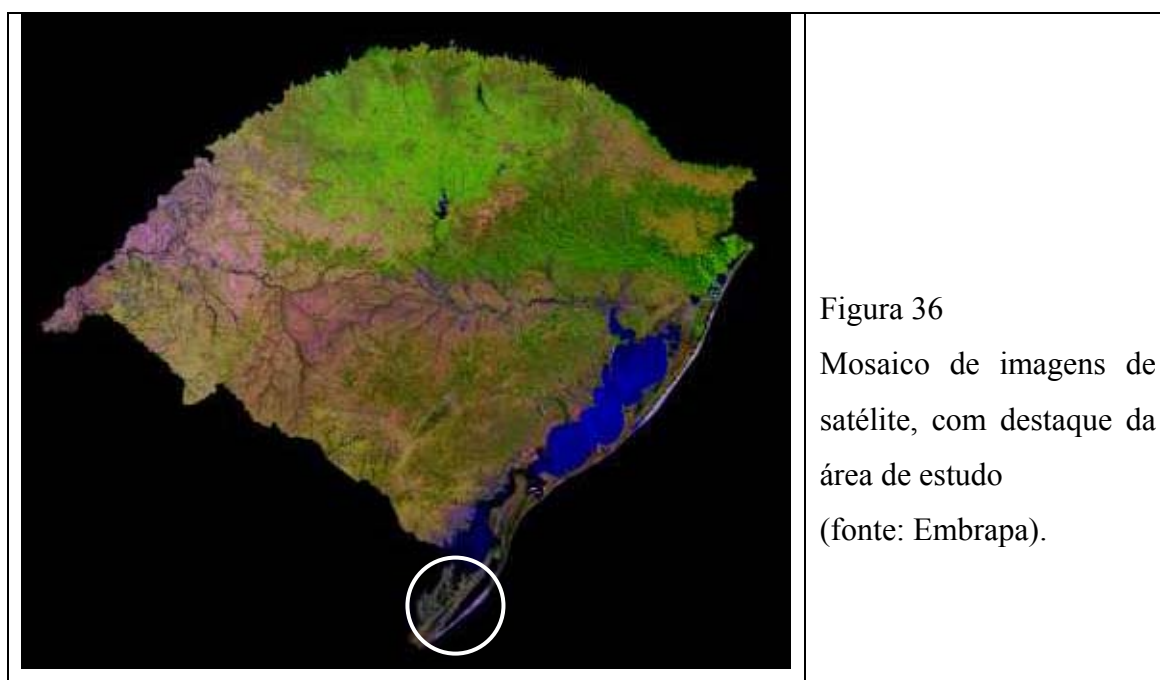
Quanto às idades absolutas dos bioclastos coletados ao longo da praia, as análises geocronológicas por radiocarbono (C^{14}) executadas no Beta Analytic Laboratory, na Flórida, EUA, forneceram as seguintes resultados:

Tabela 6 – Idade absoluta dos bioclastos.

Material	Amostra	Idade (ka)
Corais escleractíneos (<i>Oculina patagonica</i>)	Beta 143773	Superior a 40 ka
Molusco gastrópode (<i>Buccinanops</i>)	Beta	8 ka

3.2 AFLORAMENTOS NA ÁREA EMERSA ADJACENTE (PLANÍCIE COSTEIRA)

A Figura 36 corresponde a um mosaico de imagens de satélite que cobre o Estado do Rio Grande do Sul, com destaque para a área onde se situam os afloramentos emersos aqui estudados. Os sistemas deposicionais Laguna-Barreira 2, 3 e 4, como definidos por Villwock *et al.* (1986), aparecem bem definidos na imagem em detalhe que mostra o extremo sul da costa rio-grandense. Os dois primeiros destes sistemas são de idade pleistocênica e o último de idade holocênica (figs. 37, 38 e 39).



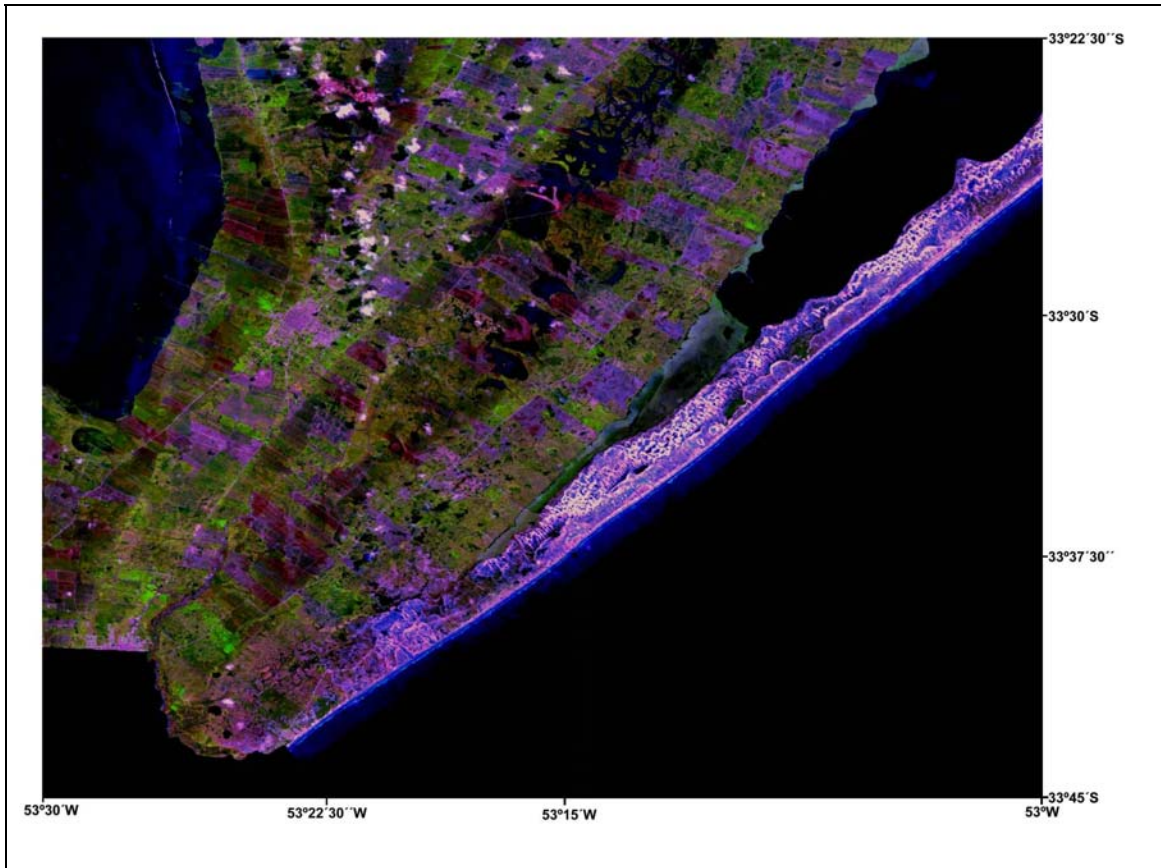


Figura 37 – Detalhe do mosaico de imagens de satélite (fonte: Embrapa).

A Figura 38 corresponde a uma imagem de satélite das áreas adjacentes ao Arroio Chuí. A interpretação da imagem (Fig. 39) destaca a presença dos sistemas deposicionais Laguna – Barreira 2, 3 e 4, segundo Villwock *et al.* (1986).

3.2.1 Afloramentos das Barrancas do Arroio Chuí

As barrancas do Arroio Chuí, no extremo sul do Brasil, foram estudadas no século passado, nas décadas de 50 e 60, por Paula Couto e colaboradores, e, na década de 70, por Soliani Jr. Estes levantamentos estratigráficos se limitaram às adjacências da ponte que cruza o Arroio Chuí, na estrada que liga Santa Vitória do Palmar ao Balneário do Hermenegildo (Figs. 40 e 41). Os resultados apresentados nesta tese abordam, além do estudo destes afloramentos próximos à ponte, alguns aspectos de outros afloramentos ao longo de 20 km do Arroio Chuí, ao norte desta ponte, bem como exposições em canais artificiais para agricultura, adjacentes à Estrada dos Oliveiras.



Figura 38 - Imagem de satélite das áreas adjacentes ao arroio Chuí (fonte: INPE).

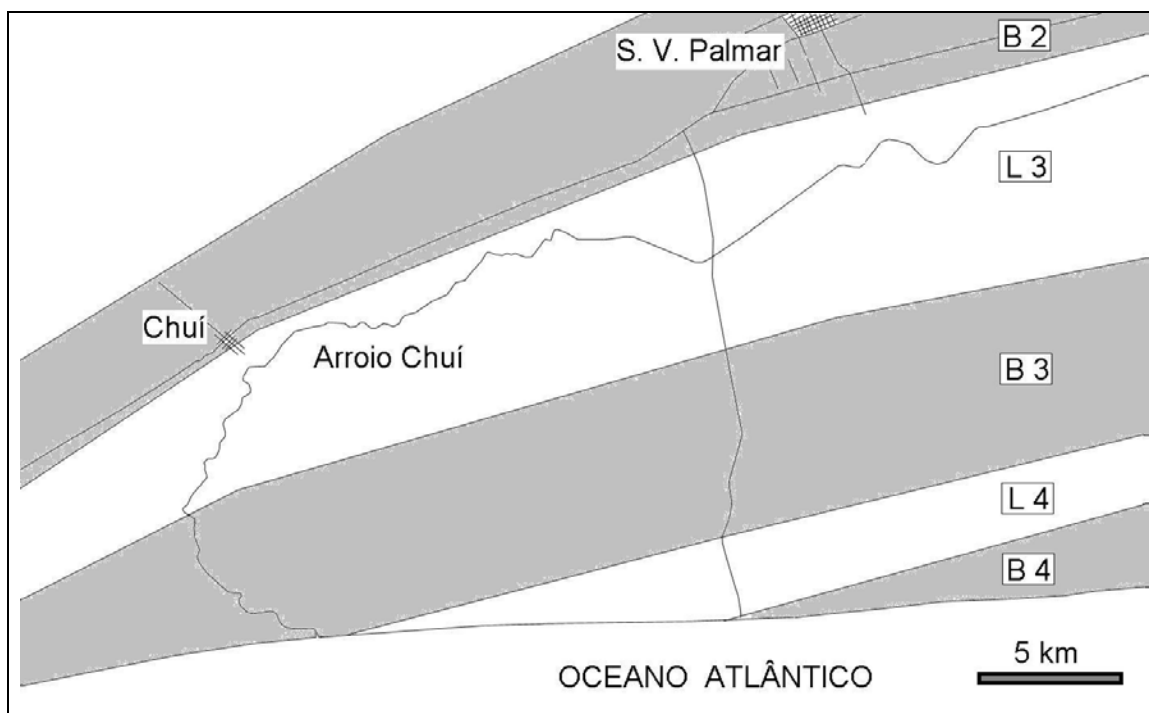


Figura 39 - Interpretação da imagem, destacando os sistemas deposicionais Laguna (L) e Barreira (B) 2, 3 e 4, baseado em Villwock *et al.* (1986).

As observações de campo apresentadas por Buchmann *et al.* (2001) e Lopes *et al.* (2001) levaram a uma revisão estratigráfica do trabalho de Soliani Jr. (1973). Estes autores, com base em novos afloramentos, reinterpretaram as barrancas do Arroio Chuí, definindo que as areias com estratificação plano-paralela (anteriormente definidas como depósitos lagunares do Membro Santa Vitória) como sendo sedimentos depositados em ambiente praiar associado ao sistema deposicional Barreira 3. As areias lamosas da camada sobrejacente (anteriormente definidas como paleosolo), contendo os fósseis de megafauna, foram redefinidas como correspondendo a sedimentos de origem lagunar, pertencentes ao sistema deposicional Lagunar 3. Ambos depósitos possuem uma idade estimada em torno de 120 ka.

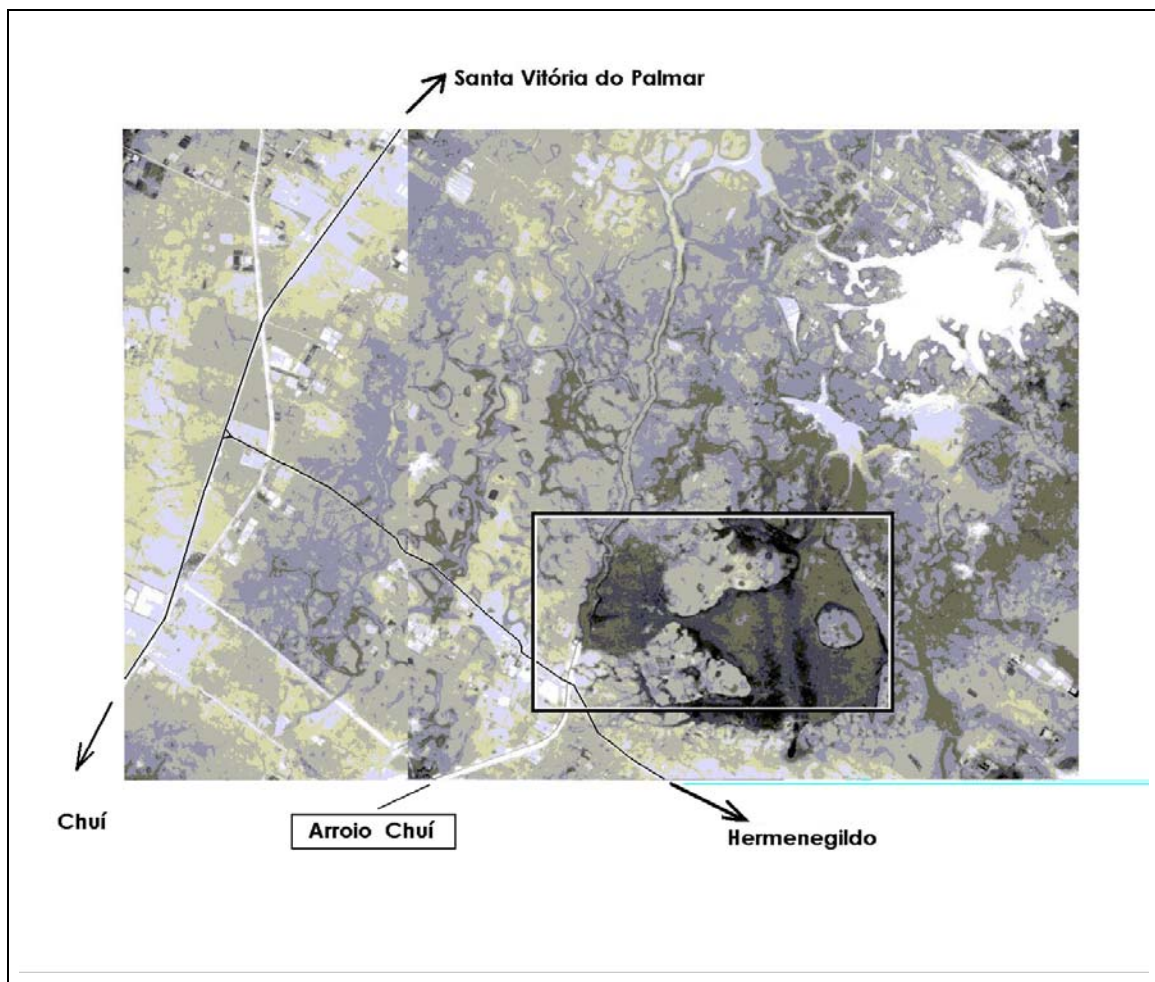


Figura 40 - Mosaico de aerofotos, destacando a ponte sobre o arroio Chuí (fonte: Agência Lagoa Mirim).

A sucessão vertical de fácies encontrada nos afloramentos das barrancas do Arroio Chuí (Figs. 41 e 42) mostra, na base, entre 3,5 e 4,5 m de profundidade, uma camada de areias finas inconsolidadas, localmente oxidadas, com estratificação plano-paralela disposta em *sets* truncados em baixo ângulo, contendo moldes de moluscos e a presença comum de galerias de *Callianassa*, provavelmente do gênero *Sergio* (*Callichirus*) sp. (Figs. 43, 44, 45 e 46).

As estruturas físicas e biogênicas sugerem uma origem em ambiente de praia intermarés (Buchmann *et al.*, 2001). Acima desta camada, a 3,5 m da superfície, ocorre uma mudança abrupta na coloração dos sedimentos, com a diminuição da fração areia e o aumento da fração lamosa.



Figura 41 - Vista panorâmica das barrancas do arroio Chuí, com as exposições do Sistema Depositional Lagunar 3.

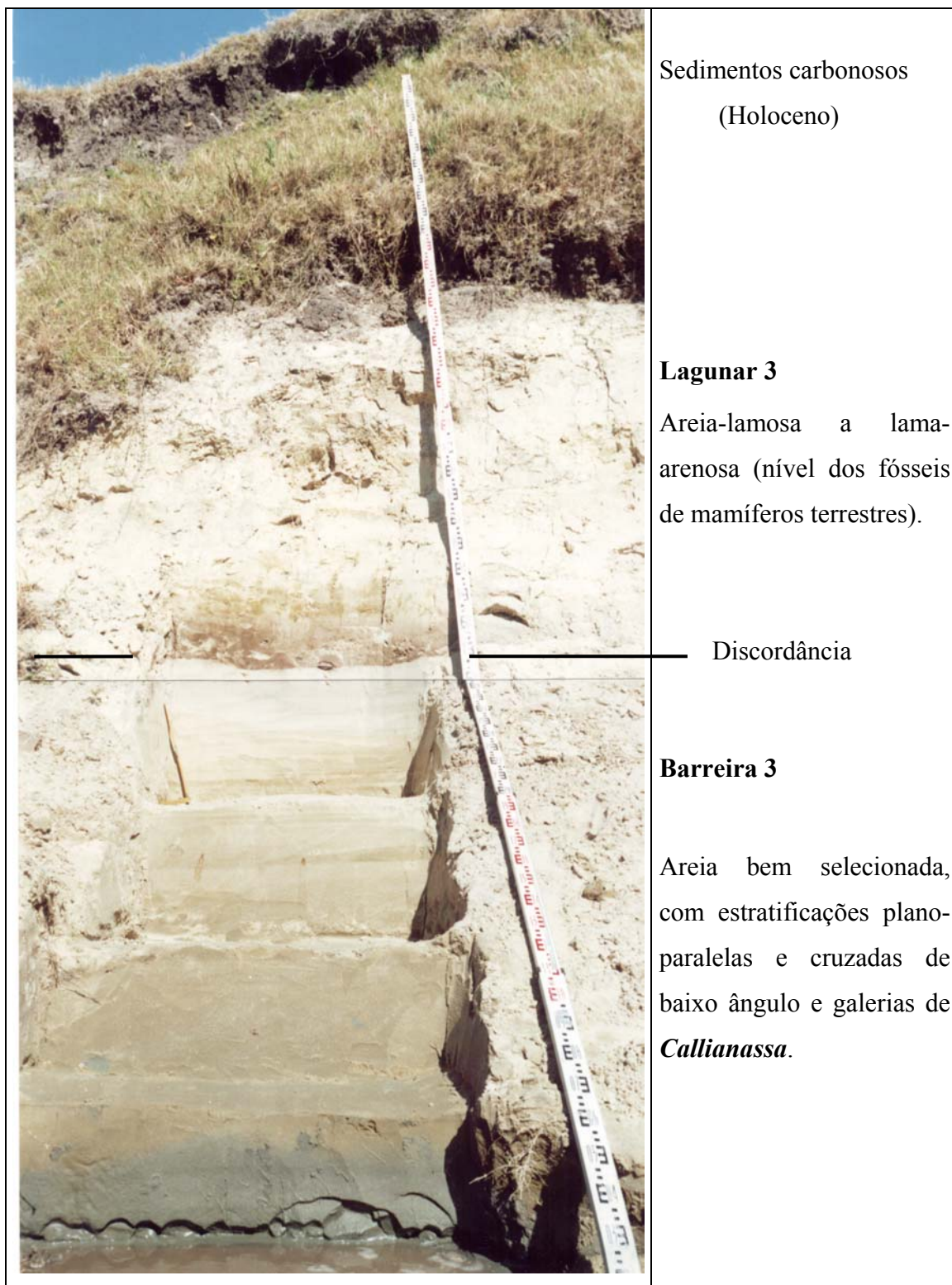


Figura 42 – Estratigrafia das barrancas do arroio Chuí.



Figura 43 - Estruturas sedimentares plano-paralelas e cruzadas de baixo ângulo, depositadas em ambiente marinho praiar, vista geral e detalhe.

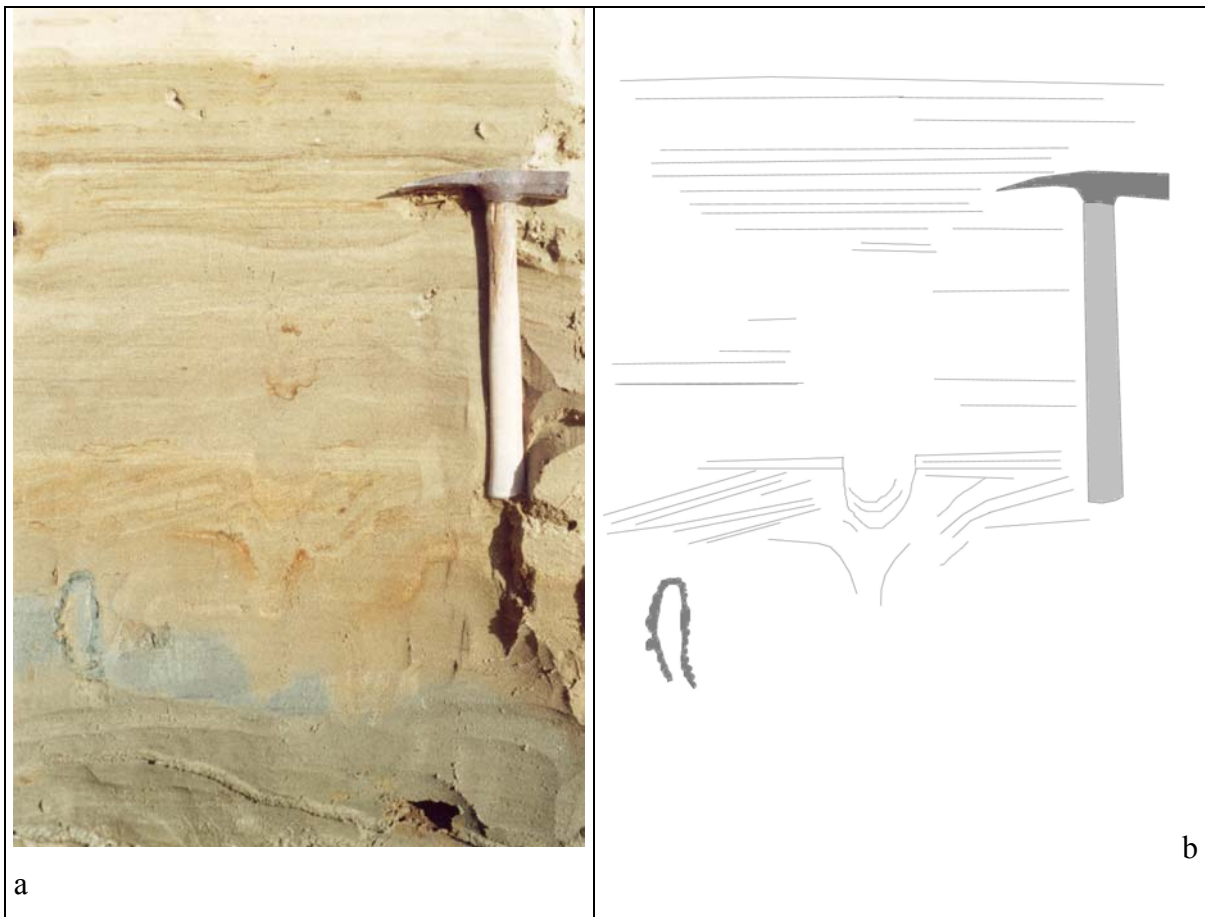


Figura 44 - a) Galeria (abaixo, à esquerda) e estrutura de retração (ao centro) de Callianassa, associada à migração de um banco, b) Interpretação da foto.



Figura 45 - Galerias de *Callianassa* vistas em plano

Em alguns locais, os afloramentos contendo galerias de *Callianassa* apresentam fragmentos de moluscos (Fig. 46), provavelmente associados a um evento de tempestade durante a deposição.

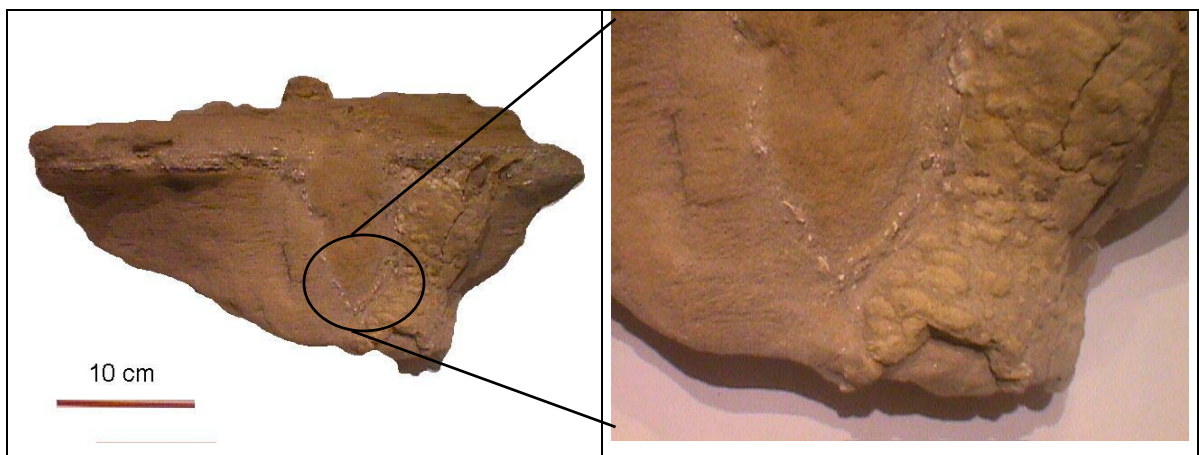


Figura 46 - Estrutura de fuga de *Callianassa*, apresentando fragmentos de moluscos.

Próximo à ponte sobre o Arroio Chuí, a camada em que aparecem os fósseis de mamíferos (posicionada entre 2,0 a 3,5 m da superfície) apresenta sedimentos de coloração bege clara, com porcentagem de areia variando entre 85% a 80%. A presença de lama confere uma certa plasticidade ao material que, em épocas de seca, torna-se bastante consolidado (Fig. 47). Acima desta camada não foi observada a presença de fósseis de vertebrados, apenas marcas de raízes. A camada subjacente (entre 2,0 a 0,5 m) apresenta de 60% a 46% de areia de coloração marrom-escuro devido ao aumento do teor de matéria orgânica de origem vegetal. No topo da sucessão de fácies é encontrada uma fina camada (< 0,5 m) de sedimentos eólicos e cobertura vegetal de gramíneas.

Alguns dos ossos encontrados nas barrancas do arroio apresentam fraturas, entretanto não apresentam-se retrabalhados após a fragmentação sugerindo que as fraturas foram causadas pela pressão das camadas subjacentes e não pela exposição ao sol e chuva. Mostram também indícios de uma exposição posterior à fragmentação e retrabalhamento parcial. Neste local foi também coletada uma mandíbula de *Toxodon*, associada a duas escápulas e costelas fragmentadas e porção occipital do crânio, possivelmente do mesmo indivíduo. A mandíbula estava disposta lateralmente sobre o lado esquerdo, com a parte ventral se projetando para fora da barranca (Fig. 47). Apresentava rachaduras em vários pontos, provavelmente devido à compactação do sedimento. Na porção direita da mandíbula, o processo articular e fragmentos dos molares (M3) estavam ausentes, sugerindo um retrabalhamento parcial posterior à fragmentação, mas que não alterou o restante da mandíbula (Figs. 48 e 49).

Durante a coleta de um segmento da coluna vertebral de *Lestodon* (preguiça terrícola) com quatro vértebras e costelas articuladas, observou-se ossículos dérmicos dispostos num nível bem marcado, sugerindo nenhum ou um pequeno retrabalhamento pós-morte (Fig. 50).



Figura 47 – Coleta de uma mandíbula de *Toxodon*, nos sedimentos lagunares. (vide figura 42 , estratigrafia do corte a esquerda da foto). Detalhe da mandíbula.



Figura 48 - a) a mandíbula de *Toxodon* após a limpeza, b) os diversos ossos recuperados junto com a mandíbula, destacados num esqueleto completo.



Figura 49 - Detalhe da mandíbula de *Toxodon*, mostrando a fragmentação dos ossos devido a pressão das camadas sedimentares e a ausência de parte do ramo mandibular direito.

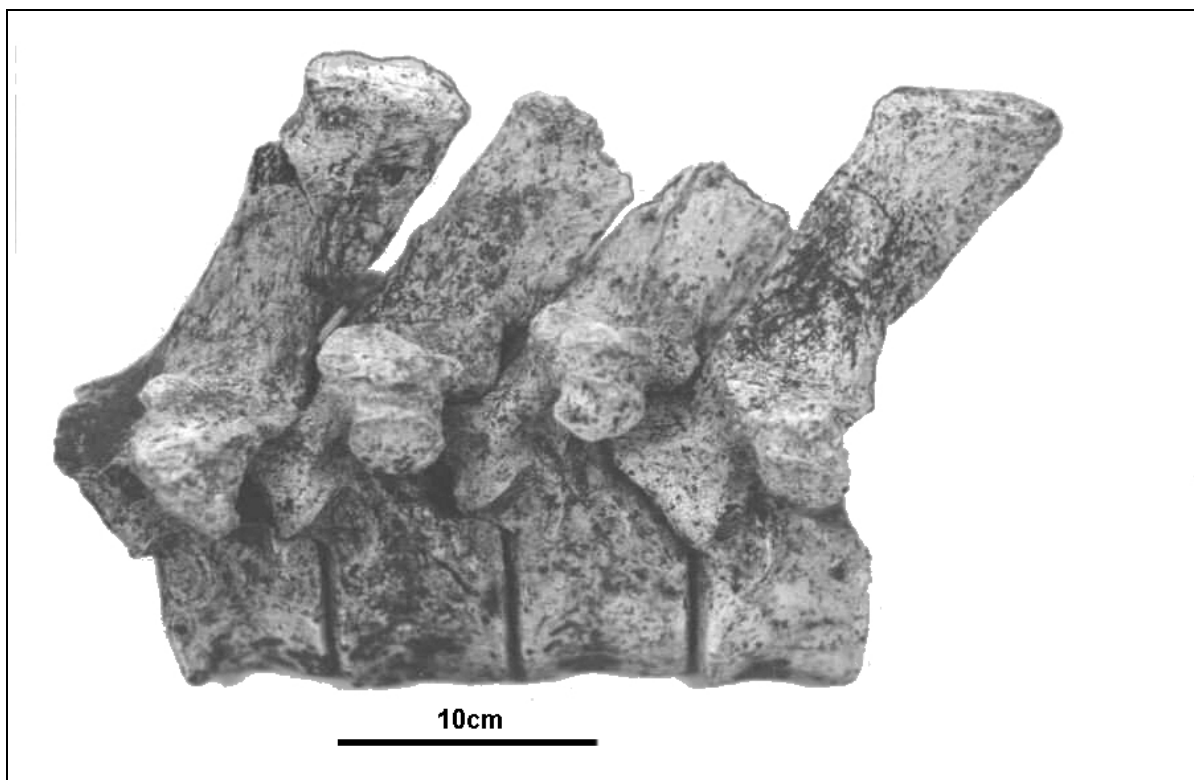


Figura 50 - Segmento da região torácica da coluna vertebral de *Lestodon* (preguiça terrícola).

3.2.2 Afloramentos próximos à Estrada dos Oliveiras

Todos os estudos anteriores foram desenvolvidos próximos à ponte sobre o arroio Chuí, na estrada que liga Santa Vitória do Palmar e o Balneário do Hermenegildo (Fig. 40). Outra estrada que cruza o arroio Chuí é a Estrada dos Oliveiras, que intersecta o arroio Chuí cerca de 20 km ao norte desta ponte. Esta estrada secundária foi construída para dar acesso aos canais de irrigação de água para plantio de arroz. Nestes canais, durante os períodos de seca (verão) pode ser observada a estratigrafia local em cortes na estrada.

A Figura 51 ilustra um afloramento próximo à Estrada dos Oliveiras. Nele os ossos fósseis de mamíferos podem ser observados na base dos depósitos lagunares (coloração marrom) e acima dos depósitos marinhos (coloração azul). Em alguns locais, os ossos de mamíferos estão desarticulados (Fig. 52) em sedimentos que apresentam características semelhantes aos depósitos marinhos encontrados próximos à ponte do

Arroio Chuí, embora não apresentem estruturas sedimentares, o que dificulta uma correlação mais precisa.

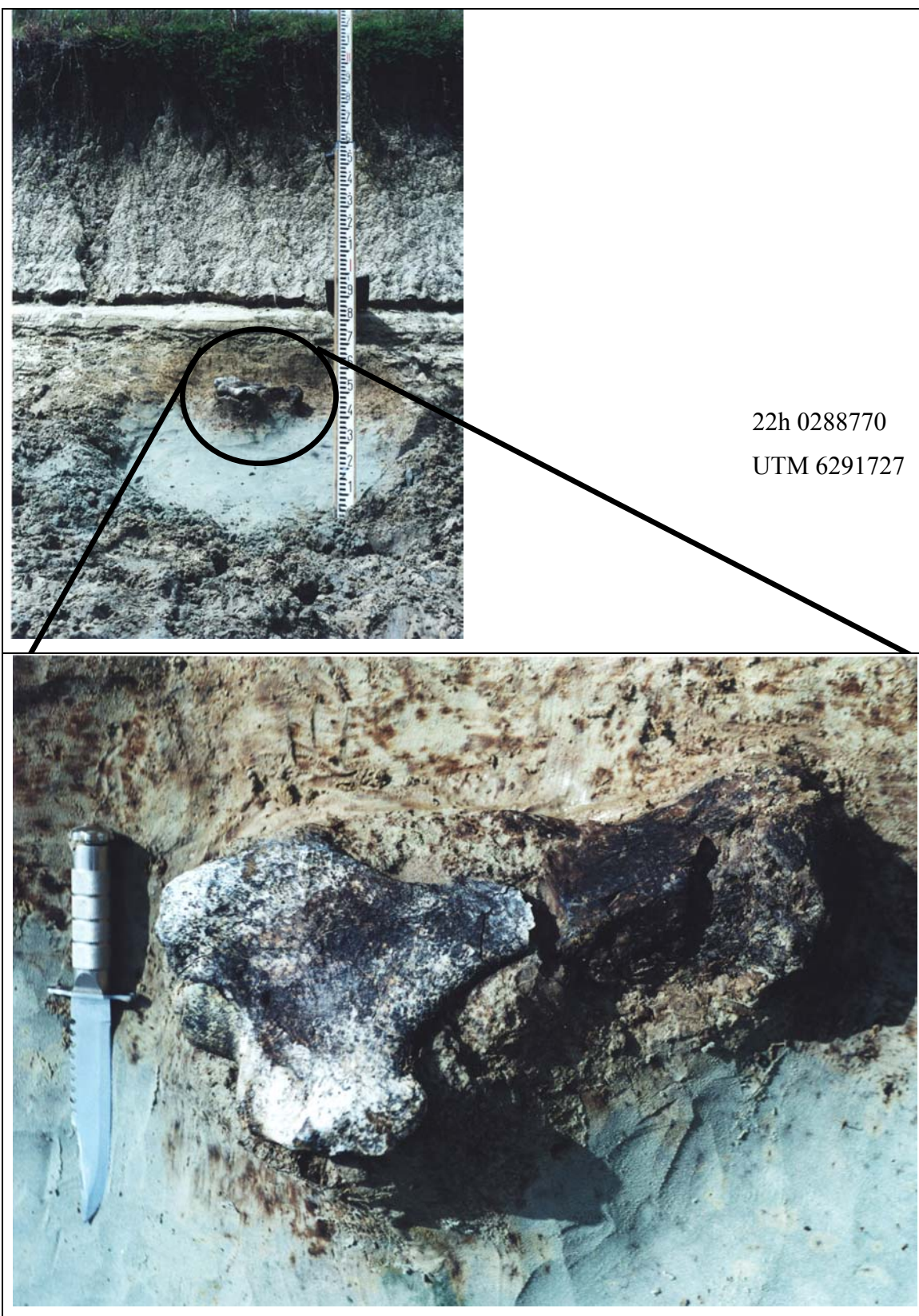


Figura 51 – Vista geral e detalhe de um úmero de preguiça-gigante, provavelmente *Lestodon*, na base dos depósitos lagunares (coloração marrom) e próximo aos depósitos marinhos (coloração azul).



22 h 028 86 85

62 91 732

Figura 52 - Ossos de mamíferos desarticulados, nos sedimentos arenosos.

Além das estruturas sedimentares e dos ossos fósseis acima descritos, os afloramentos próximos à Estrada dos Oliveiras apresentaram diversos traços fósseis (icnofósseis), como crotovinas, marcas de raízes e galerias de invertebrados.

As crotovinas são de pequeno tamanho e foram formadas, provavelmente, por algum roedor fossorial (Figs. 53 e 54). O sedimento que preenche as crotovinas apresenta uma coloração mais escura que os sedimentos circundantes, maior teor de sedimentos finos e matéria orgânica, não apresentando estratificação interna. As marcas de raízes são preenchidas, às vezes, por sedimentos finos de coloração escura (Fig. 53), ou então por cimento carbonático com coloração clara (Fig. 55). Observou-se também a presença de traços fósseis nos depósitos marinhos. Estes icnofósseis, provavelmente causados pela atividade de invertebrados cavadores, foram posteriormente preenchidos por sedimentos finos (Fig. 56).

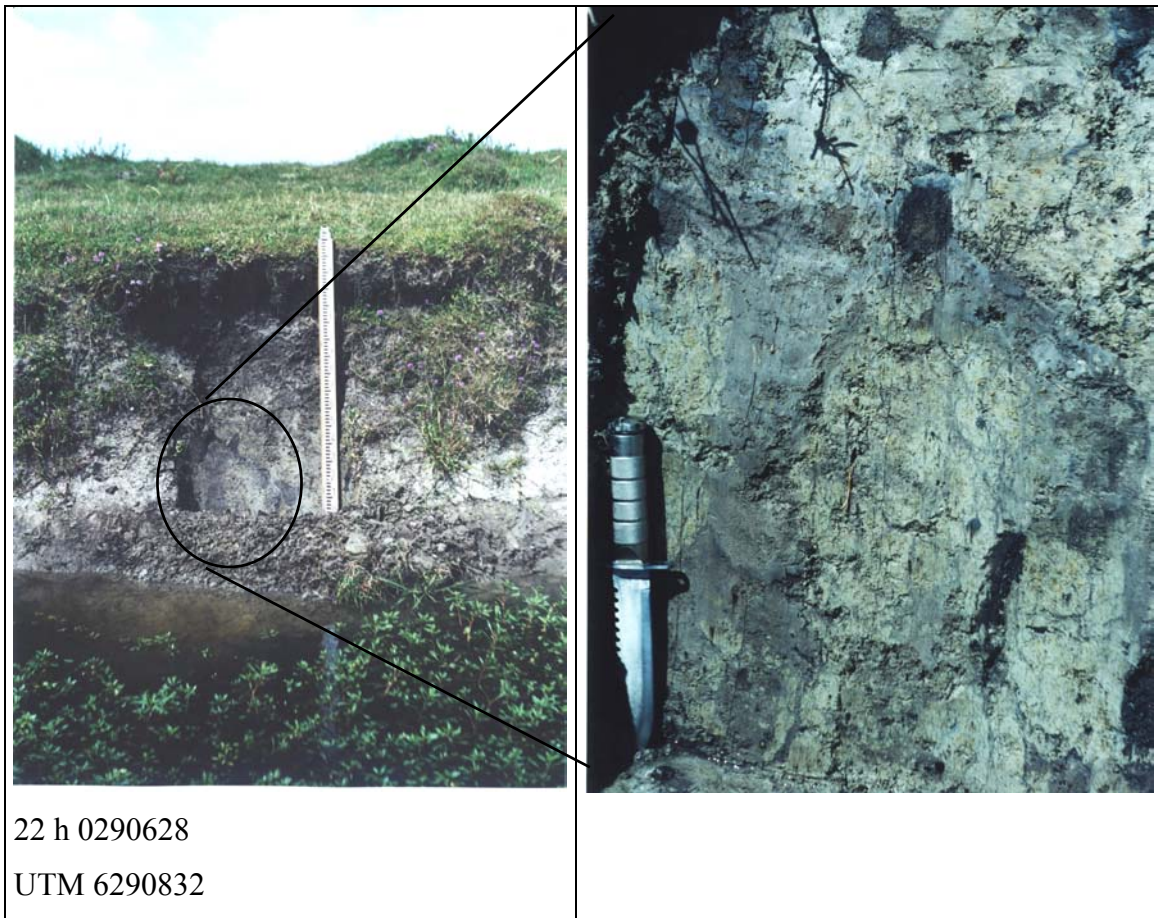


Figura 53 - Crotoquina em um canal artificial, adjacente à estrada dos Oliveiras.

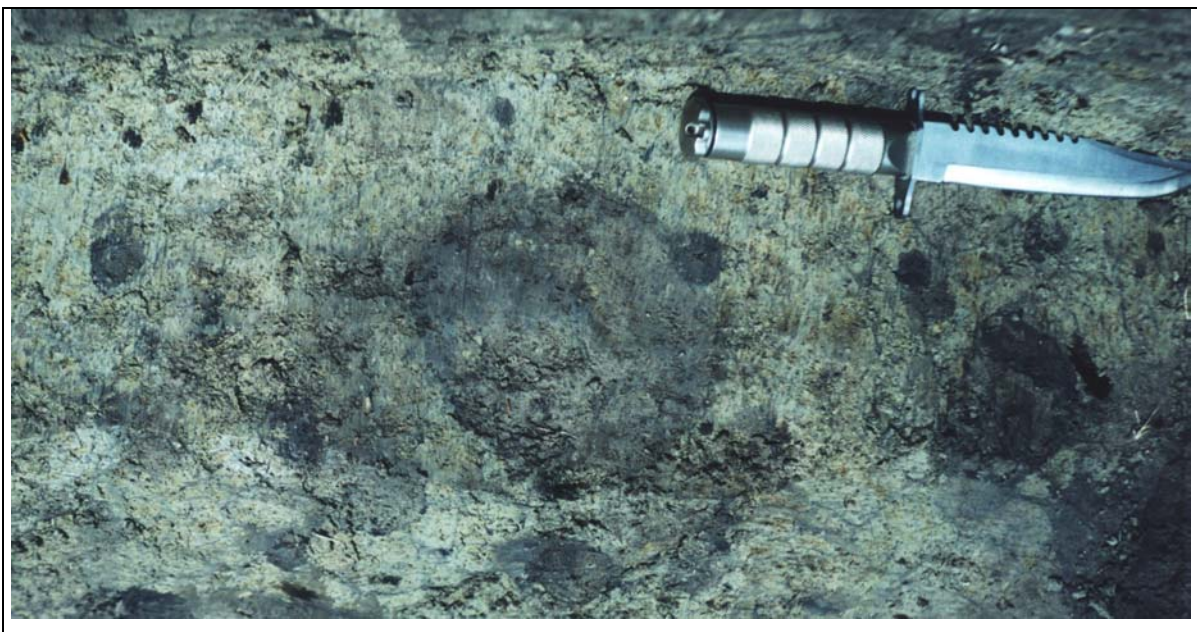


Figura 54 - Detalhe da crotoquina vista em plano, observar as marcas de raízes preenchidas de material argiloso de coloração escura.

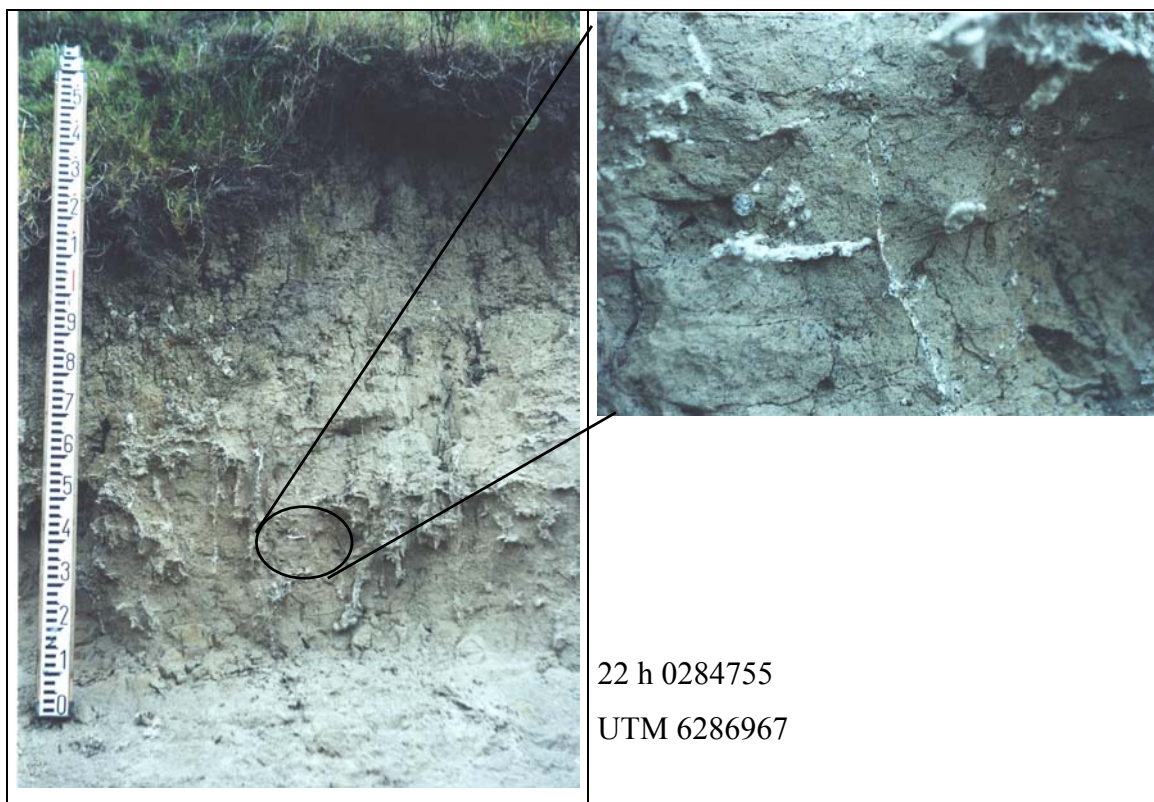


Figura 55 – Estruturas biogênicas nos sedimentos lagunares, causada por raízes e cimentadas por carbonato de cálcio.

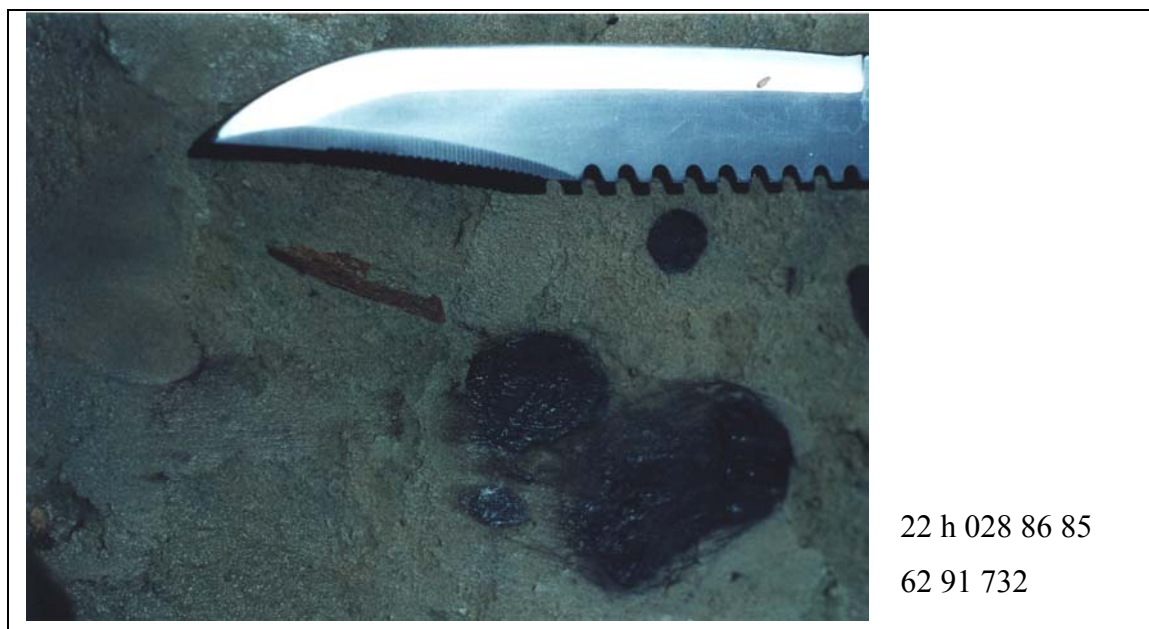


Figura 56 – Estruturas biogênicas nos depósitos marinhos, causada pelo retrabalhamento por invertebrados, e o preenchimento das cavidades por sedimentos finos.

3.3 AFLORAMENTOS NA PRAIA

Diversos afloramentos de sedimentos semiconsolidados quaternários (pleistocênicos e holocênicos) podem ser observados ao longo das praias do Rio Grande do Sul, principalmente após eventos de tempestades, quando as ondas e correntes retrabalham a face praial, removem a cobertura arenosa recente e expõem parte do substrato antecedente. Entre estas ocorrências incluem-se os afloramentos de arenitos de praia, de idade pleistocênica, que afloram próximo ao Farol da Conceição e os depósitos de turfas, lamas e conchas de moluscos, de idade holocênica, encontrados nas praias adjacentes à Lagoa do Peixe, Farol da Conceição, Hermenegildo e Maravilhas.

A ocorrência destes afloramentos na praia é um claro indicio do severo processo erosivo que afeta alguns setores da linha de costa do Rio Grande do Sul, fato observado pioneiramente por Tomazelli & Villwock (1989) e Tomazelli (1990). A erosão praial na região do Farol da Conceição (Fig. 57) foi descrita por Tomazelli & Villwock (1989), Tomazelli (1990), Tomazelli *et al.* (1996, 1998, 1999), Barletta & Calliari (1996), Speranski & Calliari, (1999), Dillenburg (1999), Barletta (2000), entre outros.

As praias adjacentes ao Farol da Conceição apresentam extensos afloramentos de turfas (Figs. 58, 59 e 60). Durante as saídas de campo, observou-se que após grandes tempestades, com ondas e correntes de alta energia, com grande movimentação de areia no pós-praia, as turfas são expostas e estendem-se por cerca de 100 km de maneira contínua, entre o Farol do Estreito e a barra da Lagoa do Peixe. Durante as condições de baixa energia das ondas, estes afloramentos permanecem recobertos por uma fina camada de areia. A intensa erosão nas proximidades do Farol da Conceição causou a queda do farol em 1993, e a derrubada da casa do faroleiro em 1999.

Os afloramentos de arenitos de praia (Figs. 61 e 62) no estirâncio, próximo ao Farol da Conceição (coordenadas UTM 6489422 e 22 454341), estendem-se por 35 km de praia, na porção central da planície costeira do Rio Grande do Sul. Estes arenitos de praia apresentam internamente uma estratificação plano-paralela desenvolvida em “sets” que se truncam em baixos ângulos, moldes de conchas de moluscos e galerias de *Callianassa*, provavelmente do gênero *Sergio* (*Callichirus*) sp.



Figura 57 - Vista panorâmica da praia adjacente ao farol da Conceição.



Figura 58 - Farol da Conceição, observar a direita o farol antes de cair, a esquerda o farol após a sua queda em 1993 (foto: Calliari).



Figura 59 - Casa do faroleiro do farol da Conceição, a direita, antes de cair (01 abril 1998), a esquerda, queda depois de intensa erosão (abril 1999).



Figura 60 - Depósitos de turfas aflorantes depois de tempestades, nas proximidades do Farol da Conceição (10 abril 1998).



Figura 61 - Arenitos de praia pleistocênicos próximo ao farol da Conceição, estão indicados o atual farol e o farol caído em 1993.



Figura 62 - Arenitos de praia, observar as estruturas plano-paralelas e cruzadas de baixo ângulo.

As estruturas físicas e biogênicas sugerem uma origem em ambiente de praia intermarés, análogo ao ambiente em que os depósitos se encontram atualmente. Utilizando equipamento de mergulho autônomo foi possível verificar que o corpo de arenito continua exposto na porção submersa da praia pelo menos até 4 m de profundidade (Buchmann *et al.*, 1999, 2000).

O grau de litificação dos arenitos de praia é bastante reduzido. Testes feitos com ácido não revelaram a presença de cimento, embora a ocorrência de estruturas do tipo melicária sugira uma cimentação por carbonato. Diversas marcas de ravinamento (*ridge-and-furrows*) desenvolvidas perpendicularmente à atual linha de praia são observadas na superfície do afloramento devido ao retrabalhamento atual pelas ondas (Fig. 63).

A datação por termoluminescência do arenito de praia localizado na zona intermarés (estirâncio) próximo ao Farol da Conceição (Coordenadas UTM 6489422 e 22454341), realizada na Universidade de São Paulo, apresentou a idade de $109 \pm 7,5$ ka, portanto, durante a gênese do sistema deposicional Laguna-Barreira 3, de Villwock *et al.* (1986).



Figura 63 - Retrabalhamento dos arenitos pelas ondas na zona de varrido (estirâncio), formando marcas de ravinamento.

Nas praias adjacentes à barra da Lagoa do Peixe (Fig. 64) também é possível de se observar, após tempestades, diversos afloramentos de sedimentos semiconsolidados de idade holocênica. Estes afloramentos são compostos por turfas e lamas contendo carapaças de moluscos bivalves, com o predomínio das espécies de ambientes estuarinos como *Tagelus plebeus* e *Erodona mactroides*.

Estes moluscos são observados retrabalhados e concentrados abaixo de camadas de turfas, bem como em posição de vida (articulados e fechados) na camada mais inferior (Fig. 65). A datação por radiocarbono revelou para estes moluscos uma idade de 3,6 ka.



Figura 64 - Foto aérea (oblíqua) da barra da Lagoa de Peixe.

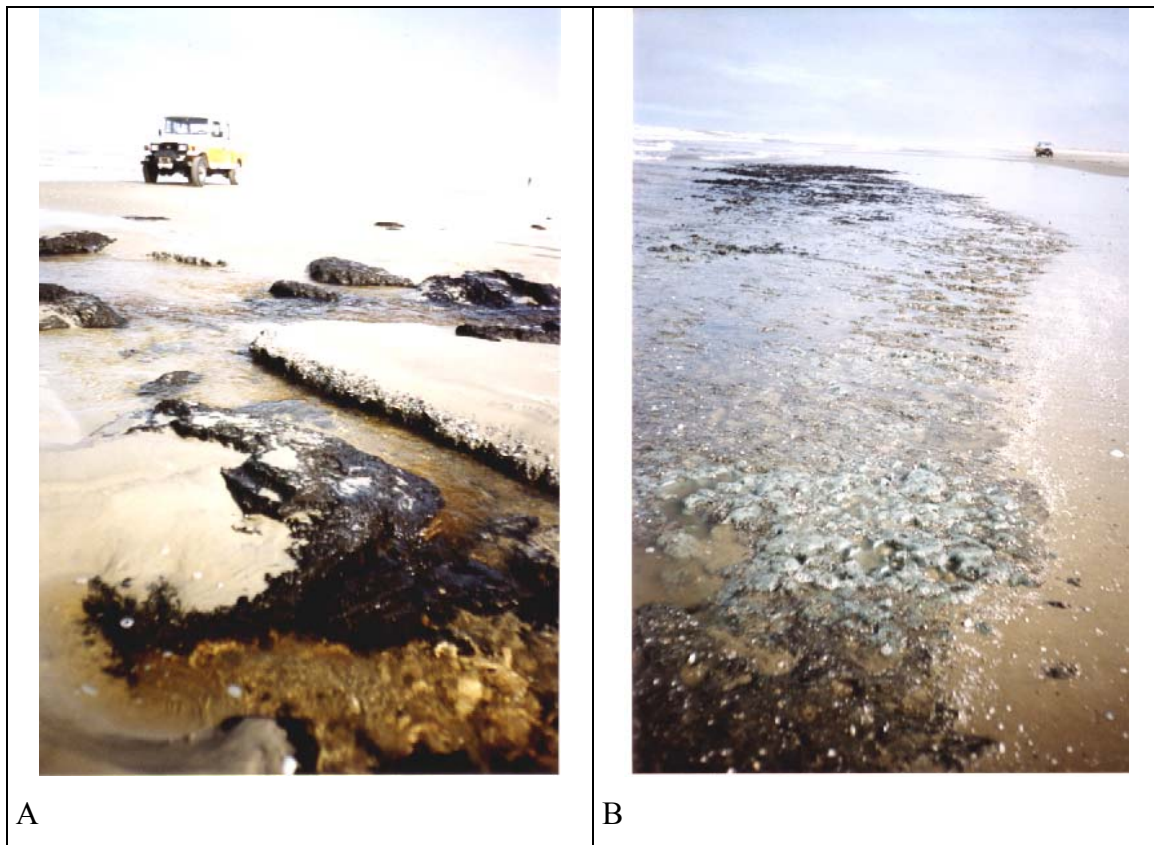


Figura 65 - Afloramentos expostos no pós-praia (01 abril 1998), próximos à barra da Lagoa do Peixe, de turfas e lamas semiconsolidadas contendo carapaças de moluscos bivalve. Em A) retrabalhados e concentrados, e em B) em posição de vida, articulados e fechados.

Entre o Hermenegildo e a barra do Arroio Chuí, observa-se uma série de afloramentos de sedimentos semiconsolidados holocênicos, associados à paleoembocadura da Lagoa Mirim. Após as tempestades, grandes extensões do afloramento ficam expostas em um trecho de mais de 20 km na linha de praia atual (Fig. 66). A estratigrafia pode ser vista na Figura 67. Datações de radiocarbono indicaram idades superiores a 38.0 ka (limite do método) para o estrato areno-lamoso, com raízes e restos vegetais, localizado na porção basal do afloramento. Sobre este substrato pleistocênico são observadas lamas transgressivas contendo invertebrados fósseis marinhos (Foraminifera, Crustacea, Pelecypoda, Gastropoda, Scaphopoda) associados ao máximo transgressivo holocênico. Em discordância com as lamas, podem ser observadas coquinas (Fig. 68) compostas por organismos marinhos (alóctones) e estuarinos (autóctones) datadas entre 4.9 e 4.3 ka. As coquinas são recobertas por lentes de areia e turfas datadas em 2.5 ka (Buchmann, 1997; Buchmann *et al.*, 1997).



Figura 66 - Afloramentos de camadas de turfas (2.5 ka), acumulações de carapaças de moluscos (4.3 ka) e lamas semiconsolidadas com moluscos em posição de vida, articulados e fechados (maio 1995).

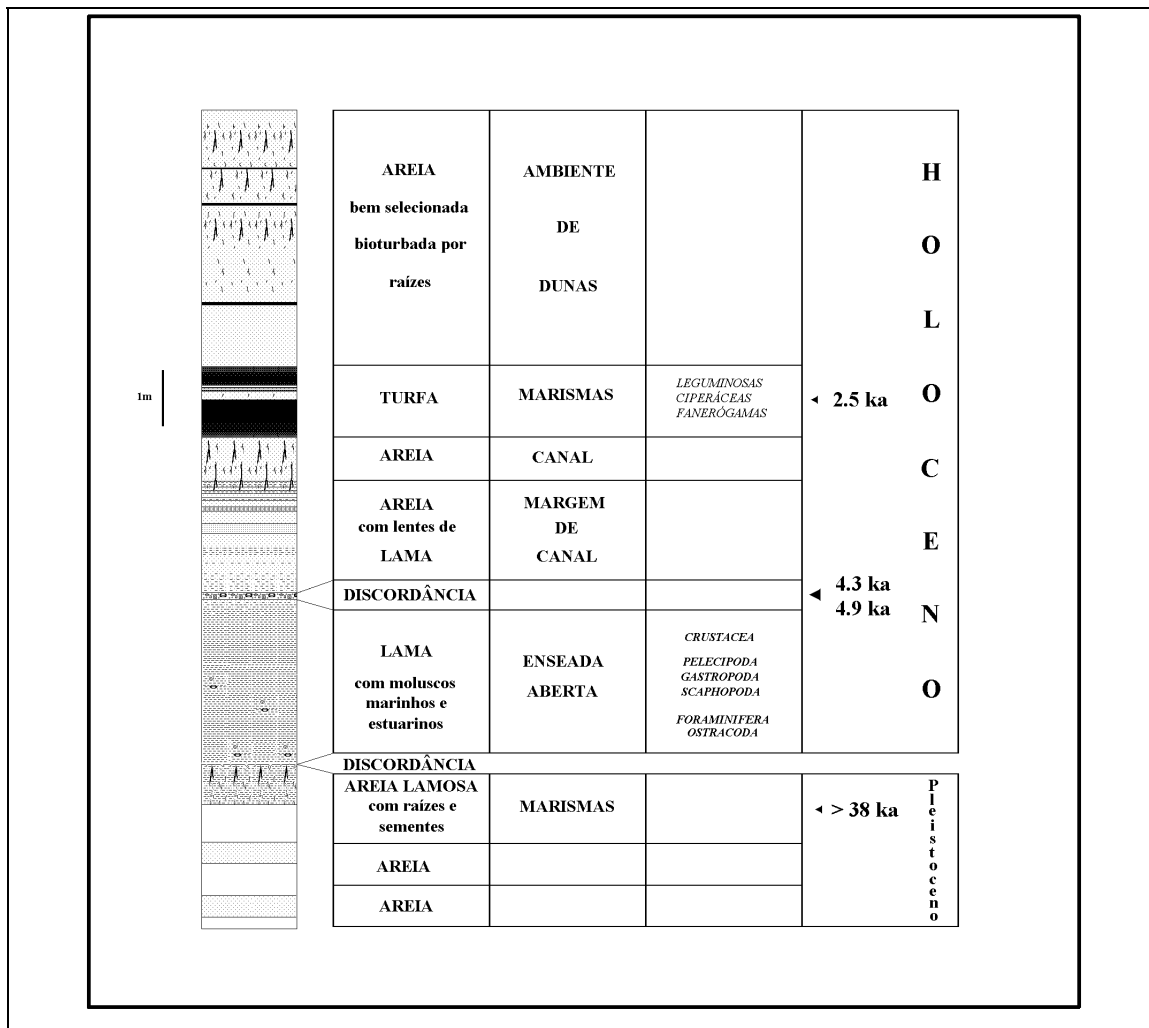


FIGURA 67 - Estratigrafia dos afloramentos holocênicos aflorantes na atual linha de praia (Buchmann, 1997).

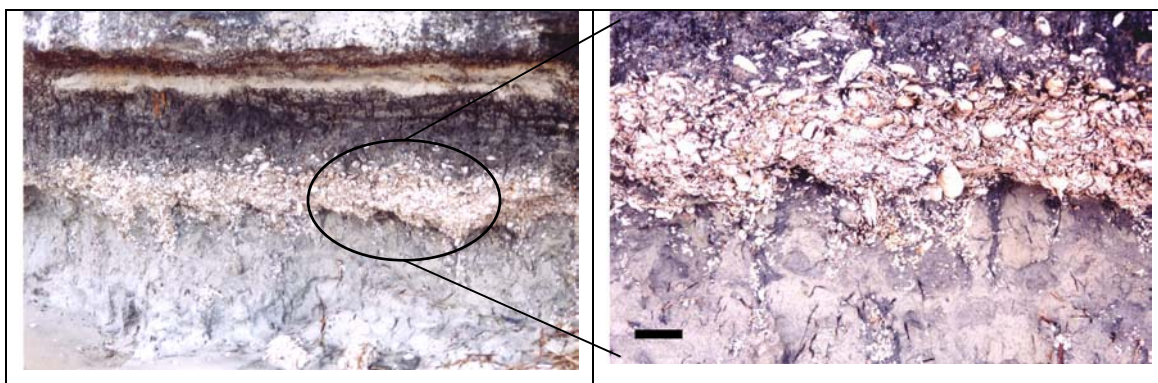


Figura 68 - Detalhe das acumulações de moluscos fósseis, na praia das Maravilhas (fevereiro 2001). (escala gráfica = 5 cm).

3.4 AFLORAMENTOS NA ANTEPRAIA E PLATAFORMA INTERNA

Ao longo da linha de costa do Rio Grande do Sul há vários exemplos de feições topográficas submersas, de idade holocênica e pleistocênica, que podem estar influenciando a forma e a evolução dos diferentes compartimentos costeiros. Os depósitos pleistocênicos provavelmente se formaram durante a Penúltima Grande Transgressão, ocorrida há aproximadamente 120 ka e ficaram submetidos a uma exposição subaérea durante a regressão subsequente. Este fato possibilitou a dissolução diferenciada dos componentes carbonáticos existentes nos depósitos e sua recristalização em ambientes saturados em água doce. Posteriormente, com a subida do nível do mar, durante a Última Grande Transgressão, os depósitos foram afogados. Devido ao seu grau de consolidação estes depósitos resistiram à erosão associada à elaboração da superfície de ravinamento e encontram-se atualmente expostos na antepraia e, mesmo, na linha de praia atual.

3.4.1 Antecedentes Sobre Arenitos Praiais (*Beachrocks*)

A ocorrência de arenitos de praia (*beachrocks*) no litoral brasileiro foi citada originalmente por Darwin (1841). Até a primeira metade do século XX, todos os trabalhos sobre este assunto foram realizados no litoral nordestino. O primeiro trabalho descritivo sobre os arenitos de praia (entre os estados do Ceará e Bahia) foi feito por Branner (1904). Maury (1934) mencionou a presença de *Anomalocardia brasiliiana* (molusco bivalve) nos arenitos de praia de Areia Preta, Natal (RN), enquanto Mendonça (1966) estudou a fauna de invertebrados fósseis do arenito de praia de Tibau, situada no limite entre os estados de Rio Grande do Norte e Ceará. Andrade (1955), Ottman (1960), Mabesoone (1964) e Oliveira (1978a, 1978b) discutiram a origem e a idade dos arenitos do litoral do nordeste.

Trabalhos mais recentes como o de Oliveira *et al.* (1990) descrevem a geometria, petrografia, sedimentologia, diagênese e a idade dos arenitos de praia da região sul de Pernambuco, numa área de 60 km. Estes depósitos ocorrem simultaneamente na área estudada em duas linhas paralelas: uma com até 8km contínuos de extensão (linha distante da costa) e outra com até 420m de extensão (próximo à costa). A porção siliciclástica compreende 75% do arcabouço e o cimento carbonático representa, em

média, 11% da rocha e ocorre na forma de franjas de calcita ou aragonita fibrosa, calcita criptocristalina (micrítica) e calcita microespática e espática. O estudo das estruturas sedimentares (cruzadas acanaladas e plano-paralelas de baixo ângulo) indicam como ambiente deposicional o estirâncio ou parte superior da ante-praia. As idades obtidas através de C_{14} permitem supor dois eventos deposicionais, um há 6.25 ka, para o arenito próximo ao continente, e o outro há 4.7 ka, para o arenito distante da costa.

Assis *et al.* (1990) caracterizam os arenitos do sul de Pernambuco com base em evidências petrográficas e isotópicas. Os arenitos apresentam-se em três linhas paralelas, com 7km de extensão, 2m de largura e 4m de espessura, com um mergulho médio de 12° , no sentido do mar. Apresentam estruturas plano-paralelas e estratificação cruzada. A linha próxima do continente fica praticamente emersa na maré baixa e estende-se continente adentro sob os terraços marinhos holocênicos. As outras linhas mais afastadas da costa, posicionam-se, respectivamente, a 0,9 km e 1 km, com apenas 1/3 a 2/3 de sua porção aflorante na baixa-mar. O arcabouço da rocha é formado por siliciclastos (70 a 80%) e bioclastos (5%), com 20 a 30% de cimento carbonático.

Segundo o estudo de Martin *et al* (1999) feito no litoral da Bahia, bancos de arenitos de idade holocênica são observados nas regiões de Santa Cruz de Cabrália, Porto Seguro (Branner, 1904; Martin *et al.*, 1980) e ao sul de Caraíva, onde existem importantes bancos de arenitos, cuja composição é bastante similar à dos sedimentos dos terraços holocênicos. São reconhecidas areias predominantemente quartzosas, com teores variados de grãos biodetríticos, apresentando estratificação cruzada planar e acanalada. Em bancos de arenitos do norte do Estado da Bahia, com as mesmas características, os tipos de cimento encontrados indicam origem marinha (Nolasco, 1987; Apoluceno *et al.* 1996). O ambiente de formação desses arenitos, levando-se em consideração as estruturas sedimentares presentes, seria a zona de baixa praia e/ou de antepraia (Bigarella, 1975).

Na região sudeste, observações preliminares sobre arenitos de praia foram feitas por Macedo (1971) que relatou a presença de arenitos submersos em frente à praia dos Bandeirantes, a oeste da baía de Guanabara. Muehe (1982) e Muehe & Ignarra (1984) registram um arenito de praia submerso na praia de Itapuaçú, RJ. Este se apresenta de forma paralela à linha de costa com 2500 m de extensão, com cerca de 100 m de largura e 2,5 m de profundidade na extremidade norte, e 20 m de largura e 7,3 m de

profundidade na extremidade sul. Entre os extremos, a profundidade se mantém entre 4 e 5 m, e a largura em torno de 30 a 40 m. As estruturas sedimentares mergulham em direção ao continente. Dias *et al.* (1982) mapearam anomalias de relevo com expressões topográficas lineares e contínuas de até 5 m em relação ao fundo adjacente, entre as profundidades de 96 e 100 m na plataforma continental de Macaé, RJ, interpretando-as como arenitos de praia.

Na região sul, os trabalhos de Figueiredo Jr. (1975), Calliari & Abreu (1984) e Calliari *et al.* (1994) interpretando registros de sonar de varredura lateral e amostras sedimentológicas descreveram altos topográficos submersos (parcéis) na costa do Rio Grande do Sul, com ênfase no Banco do Albardão e Parcel do Carpinteiro. Buchmann *et al.* (1999) e Buchmann & Tomazelli (1999, 2000, no prelo) analisaram mais detalhadamente estes altos topográficos, utilizando equipamento de mergulho autônomo para visualização das estruturas sedimentares e coleta de amostras, datação por radiocarbono e termoluminescência. Estes autores relacionaram estes altos com níveis de estabilização do mar durante o Pleistoceno Superior.

3.4.2 O Banco Capela

O Banco Capela é um exemplo de feição submersa que aparece nos mapas batimétricos da região próxima ao Farol da Conceição (Fig. 69). De acordo com a carta batimétrica da DHN nº 2100 (compilada em 1963) esta feição apresentava, na época, 7m no seu topo e 13 m na sua base. Durante embarques realizados recentemente (abril de 2000), com o apoio da Marinha do Brasil e com o objetivo de monitorar estes afloramentos, constatou-se a total erosão deste banco. A área foi aplainada na profundidade de 12 m, o que significa uma erosão vertical de pelo menos 5 m. Parte dos sedimentos disponibilizados pela erosão desta feição pré-holocênica foi transportada pelas ondas incidentes até as praias adjacentes, como fica evidenciado no conteúdoossilífero encontrado junto ao pós-praia (Fig. 70). O grande número de fósseis de equinodermos (gênero *Encope* sp.) e de tubarões (*Carcharias taurus* e *Carcharodon Carcharias*) encontrados no pós-praia na forma rolada, sugere a erosão de afloramentos submersos contendo estes fósseis, seu transporte e deposição no pós-praia.

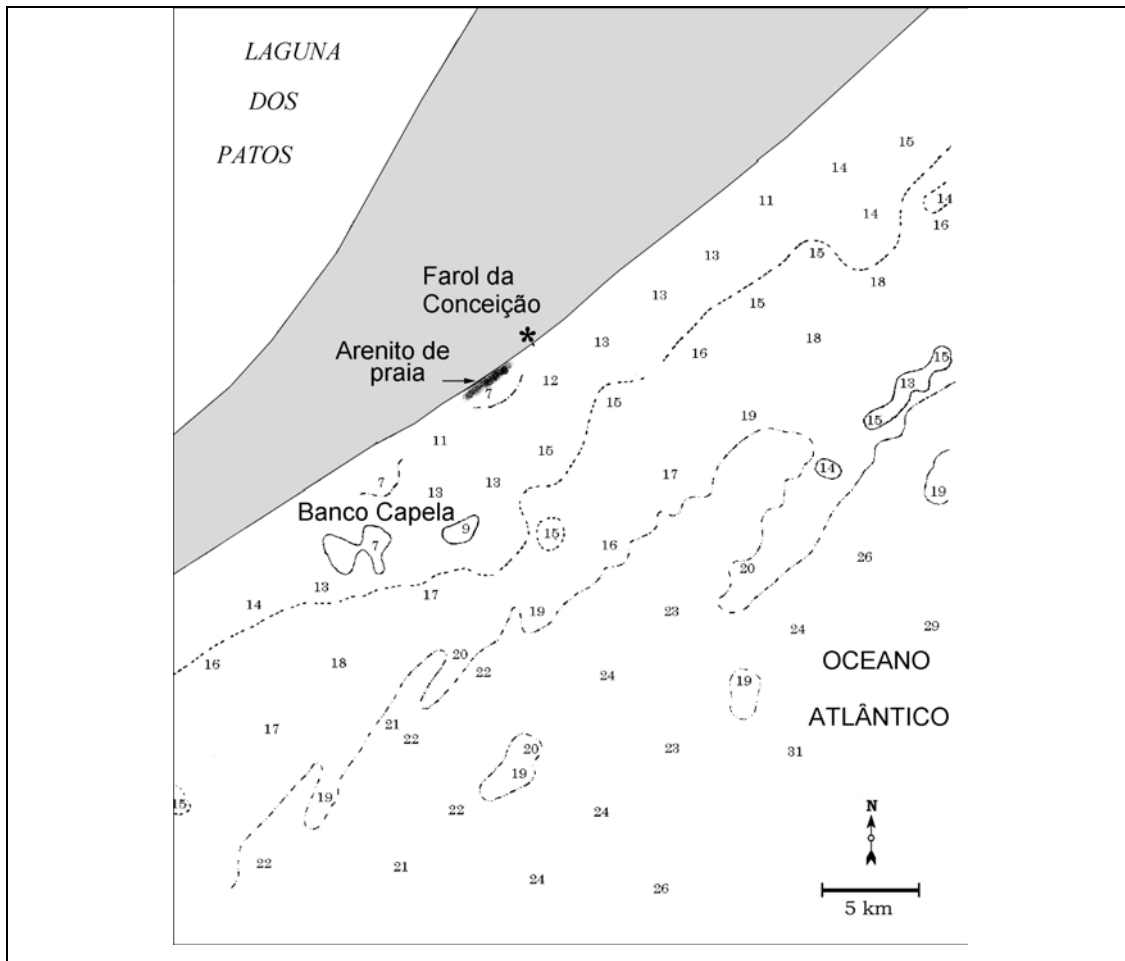


Figura 69 – Mapa batimétrico da região adjacente ao Banco Capela (modificado da carta da DHN nº 2200).

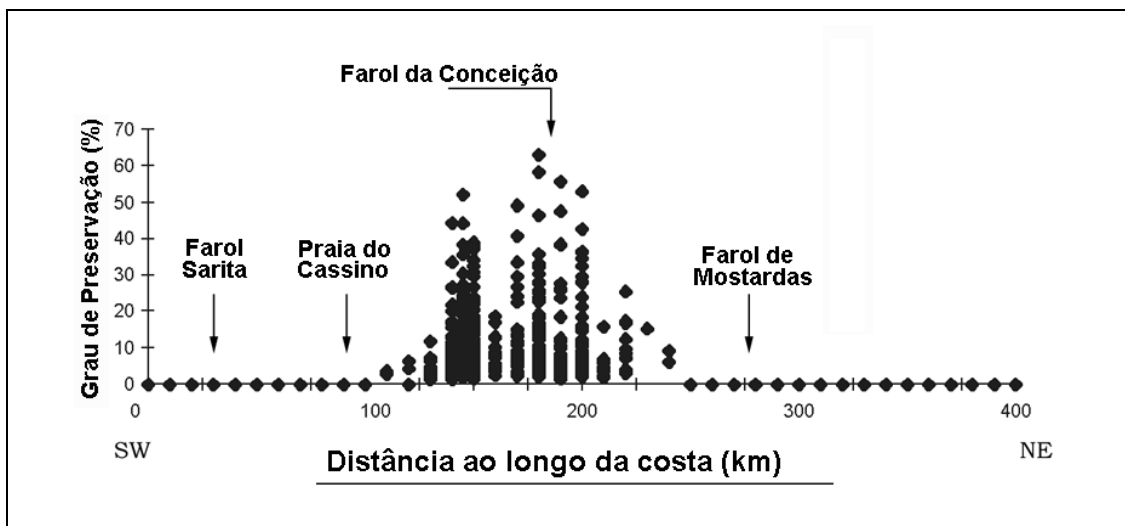


Figura 70 – Distribuição ao longo da costa e grau de preservação dos equinodermos fósseis.

3.4.3 O Parcel do Carpinteiro

O Parcel do Carpinteiro é um alto topográfico submerso formado por coquinas e arenitos de praia fortemente cimentados e situado na antepraia do litoral do Rio Grande do Sul, próximo à desembocadura da Laguna dos Patos ($32^{\circ} 16' S$ e $51^{\circ} 47' W$). Esta feição topográfica, com topo e base posicionados a -15 e -25 m, respectivamente, é limitada por uma escarpa com 10 m de desnível. Os resultados de vários métodos integrados empregados no estudo desta feição morfológica, interpretada como uma paleolinha de praia pleistocênica, atualmente afogada. Tais métodos incluem: batimetria de detalhe, índice de reflexão da superfície de fundo (**IRSF**), sonar de varredura lateral (**SVL**), mergulho autônomo e análises sedimentológicas.

3.4.3.1 – Batimetria de detalhe

O estudo comparativo entre a batimetria já existente apresentada na carta da DHN nº 2110 (Fig. 71), feita a partir de dados compilados até 1963, e a batimetria de detalhe, feita em 1999 e 2000 (Fig. 72) permitiu definir melhor a morfologia dos três conjuntos de afloramentos que formam o Parcel do Carpinteiro (Cabeço do Norte, Cabeço do Meio e Cabeço do Sul).

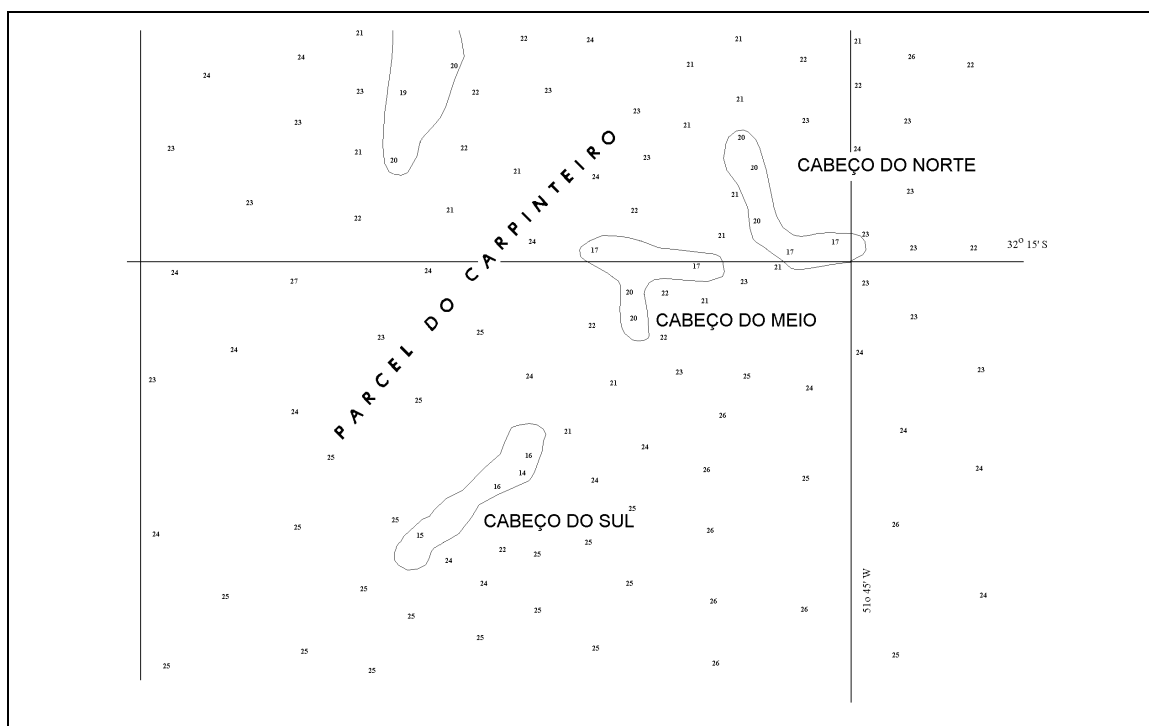


Figura 71 – Mapa batimétrico da região adjacente ao Parcel do Carpinteiro (com base na carta da DHN nº 2110).

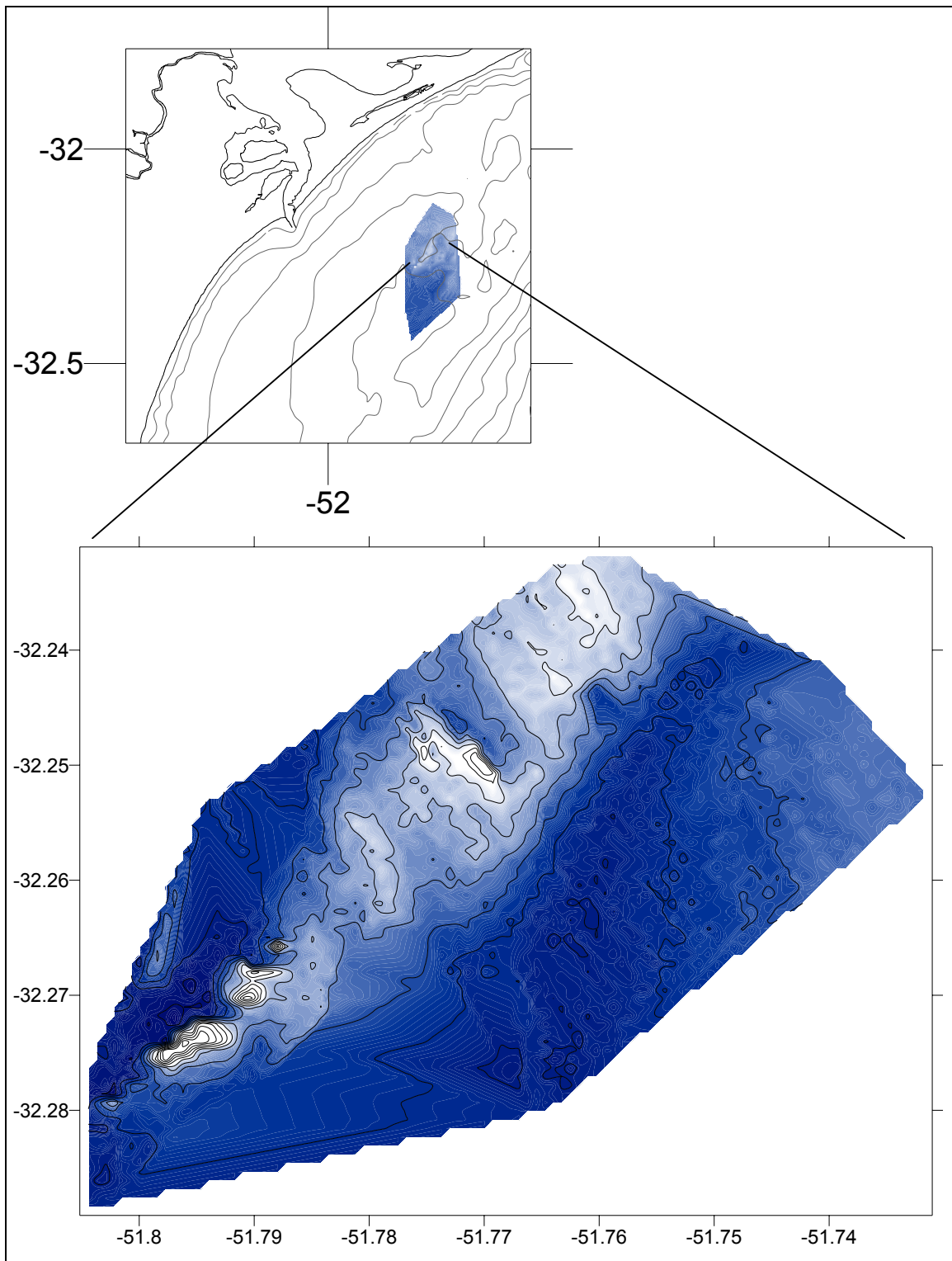


Figura 72 – Localização e batimetria de detalhe do Parcel do Carpinteiro, comparar com a Figura 71.

3.4.3.2 Fauna e Flora Associadas

O Parcel do Carpinteiro é constituído por lajes de coquinas e arenitos fortemente cimentados por carbonato de cálcio recristalizado. Todo o conjunto encontra-se atualmente colonizado superficialmente por uma fauna (corais, briozoários, esponjas, poliquetas, crustáceos, etc) e flora (algas coralíneas) incrustantes. Perfuradores de substratos rochosos também são abundantes. Foi possível identificar um total de 18 táxons infragenéricos. O zoobentos está representado por 13 táxons do filo Cnidaria, e o fitobentos por 5 táxons de macroalgas, do filo Rhodophyta.

Segundo Horta *et al.* (2001), o substrato apresenta-se recoberto por uma epibiota abundante e exuberante, destacando-se diferentes representantes do grupo dos cnidários, principalmente antozoários. Todos os animais identificados representam novas ocorrências para o Rio Grande do Sul, excetuando-se o octocoral *Muricea atlantica*. Esta espécie, juntamente com o gênero *Leptogorgia*, representam os organismos mais abundantes da referida localidade.

Dentre as macroalgas, *Rhodymenia delicatula* juntamente com *Ceramium comptum* foram as espécies mais freqüentes. *Ceramium comptum* em muitas frestas apresentou-se sob a forma de “tapete” sendo relativamente abundante. A pequena diversidade do fitobentos (Horta, 2000) deve estar associada aos períodos em que a quantidade de luz junto ao fundo deve ser insuficiente para a sobrevivência de organismos fotossintetizantes macroscópicos ou devido a ação de correntes, o que explicaria a ausência de várias espécies que ocorrem na região entre marés da referida região. A hipótese alternativa de uma elevada taxa de predação, fica descartada face à não observação de herbívoros. Entretanto, tais hipóteses devem ser testadas através de estudos específicos. A presença de *Rhodymenia delicatula* que até então era citada apenas para as Ilhas Britânicas e o Mediterrâneo dá uma boa idéia de como é pouco conhecido o infralitoral do Parcel do Carpinteiro.

Assim como considerado por Palacio (1982) os presentes resultados confirmam a existência da província biogeográfica “Paulista” como proposta por Horta (2000) como província temperada quente que se estende do Rio de Janeiro ao Rio da Prata.

Tabela 7 - Espécies de macroalgas e cnidários encontradas no Parcel do Carpinteiro (RS) segundo Horta *et al.* (2001).

MACROALGAS		
	Rhodophyta	<i>Antithamnionella atlantica</i> <i>Ceramium comptum</i> <i>Cryptonemia delicatula</i> <i>Rhodymenia delicatula</i>
	Chlorophyta	<i>Codium isthmocladum</i>
ZOOBENTOS	Anthozoa	<i>Astrangia braziliensis</i> <i>Corynactis</i> sp. <i>Leptogorgia</i> sp. <i>Lophogorgia punicea</i> <i>Muricea atlantica</i> <i>Palythoa variabilis</i> <i>Parazoanthus</i> sp.
	Hydrozoa	<i>Dynamena disticha</i> <i>Eudendrium</i> sp. <i>Halopteris diaphana</i> <i>Obelia dichotoma</i> <i>Sertularella conica</i>
	Scyphozoa	<i>Nausithoe</i> sp.

3.4.3.3 Sedimentologia

O banco de cascalho biodetrítico associado ao Parcel do Carpinteiro é uma feição orientada na direção N-S (Fig. 72) e que, de acordo com as análises sedimentológicas realizadas, é composto basicamente por conchas desarticuladas de moluscos bivalves. A coloração avermelhada e o grau de fragmentação e arredondamento dos bioclastos indica se tratar de sedimentos palimpséticos, sugerindo o retrabalhamento destes na zona de arrebenção em condições de nível de mar mais baixo do que o atual (Figueiredo Jr, 1975; Asp, 1996, 1999a,b).

A análise comparativa do IRSF e SVL, associada à sedimentologia das áreas adjacentes possibilitou estimar a extensão lateral do afloramento revelando que o Parcel do Carpinteiro representa a porção distal de uma grande feição alongada no sentido NE-SW (Fig. 72a).

Comparando-se a batimetria de detalhe apresentada neste trabalho com a distribuição de carbonato biodetrítico (Asp, 1999a) nas adjacências do Parcel do Carpinteiro, observa-se no local uma grande concentração que foi interpretada por Asp (1999b) como sendo resultado de uma estabilização do nível do mar a -20 m de profundidade (Fig. 72b).

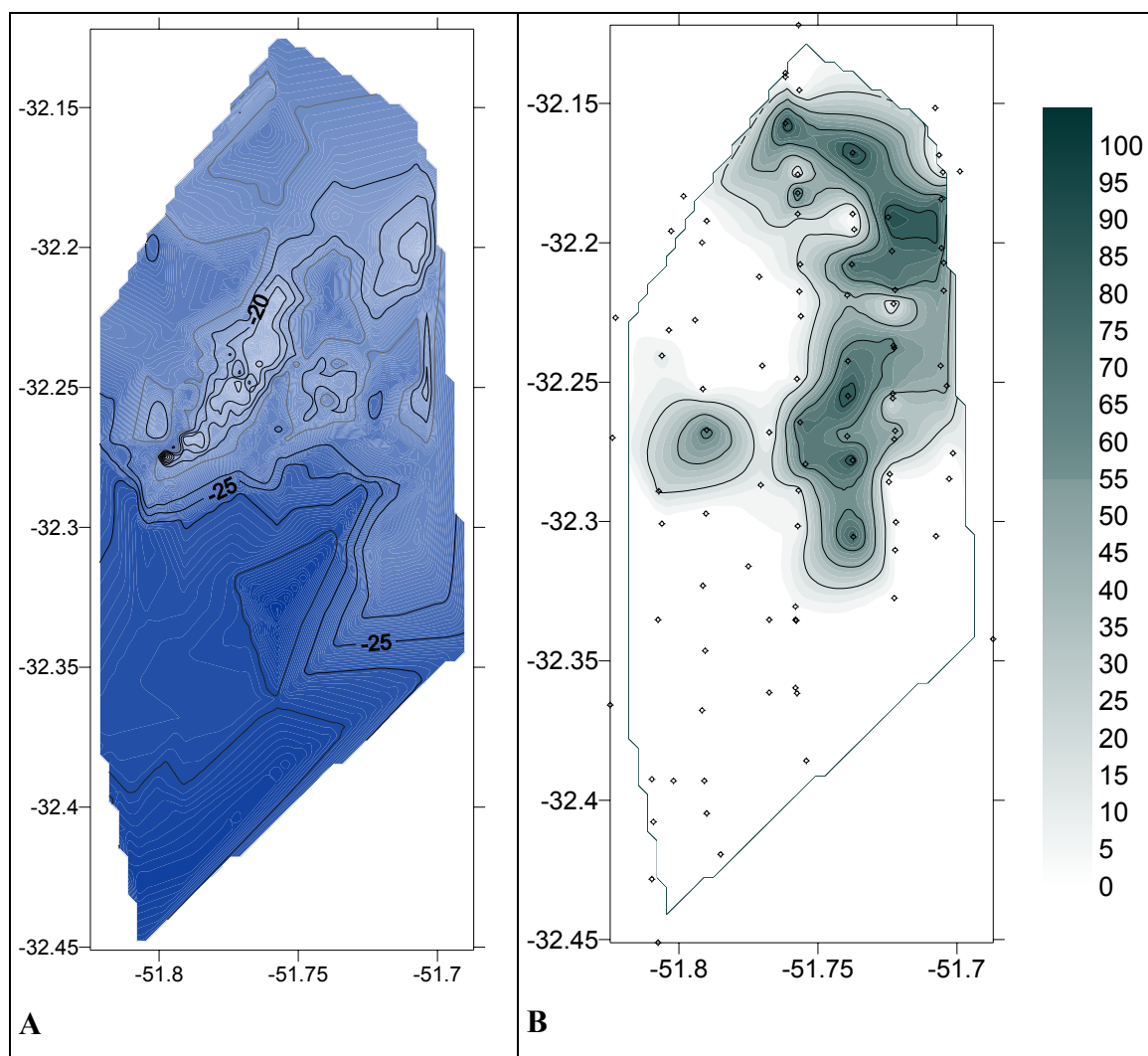


Figura 72 - (A) Batimetria das áreas adjacentes e (B) Distribuição do carbonato biodetrítico (%) das áreas adjacentes ao Parcel do Carpinteiro (PC).

A interpretação do IRSF associada à descrição das amostras sedimentológicas (Fig. 73) evidenciou a distribuição do cascalho biodetrítico nas depressões entre os altos topográficos. Os valores do IRSF entre -3 e -8 identificam os depósitos de cascalho biodetrítico inconsolidados, onde -3 representa a fração mais grossa, e -8 representa a fração menos grossa do cascalho. Os valores do IRSF entre -9 e -12 identificam os afloramentos de arenitos e coquinas do Parcel do Carpinteiro.

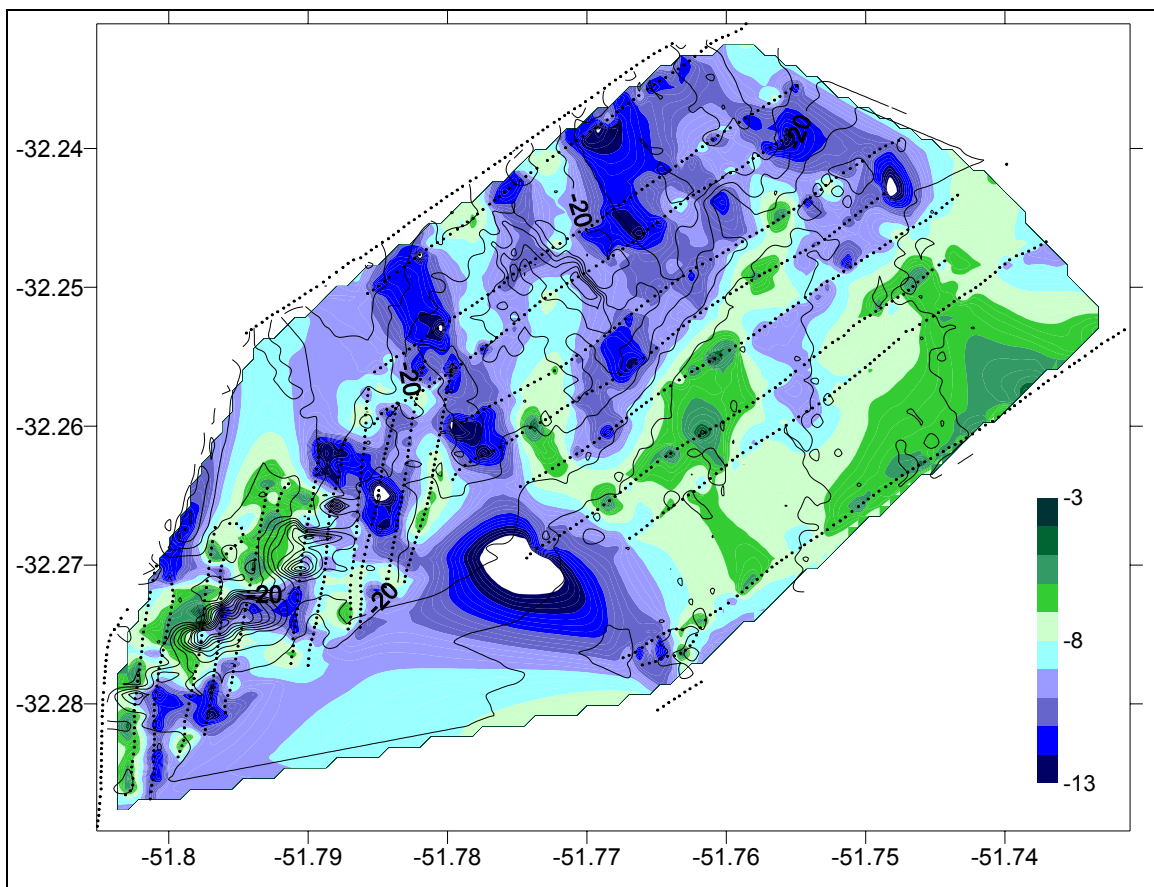


Figura 73 – Interpretação do Índice de Reflexão da Superfície do Fundo sobre o Parcel do Carpinteiro.

- Legenda:
- Cascalho biodetrítico (-3 a -8).
 - Lajes de arenitos e coquinas (-8 a -10).
 - Areias com biodetrito (-10 a -13).
 - Linha tracejada = Linhas de navegação e amostragem.
 - Linha contínua = Batimetria de detalhe.

Na Figura 74 podemos observar em detalhe o Cabeço do Sul (Parcel do Carpinteiro), evidenciando uma escarpa de 10m, e um banco biodetrítico a leste (coloração verde) na base da escarpa.

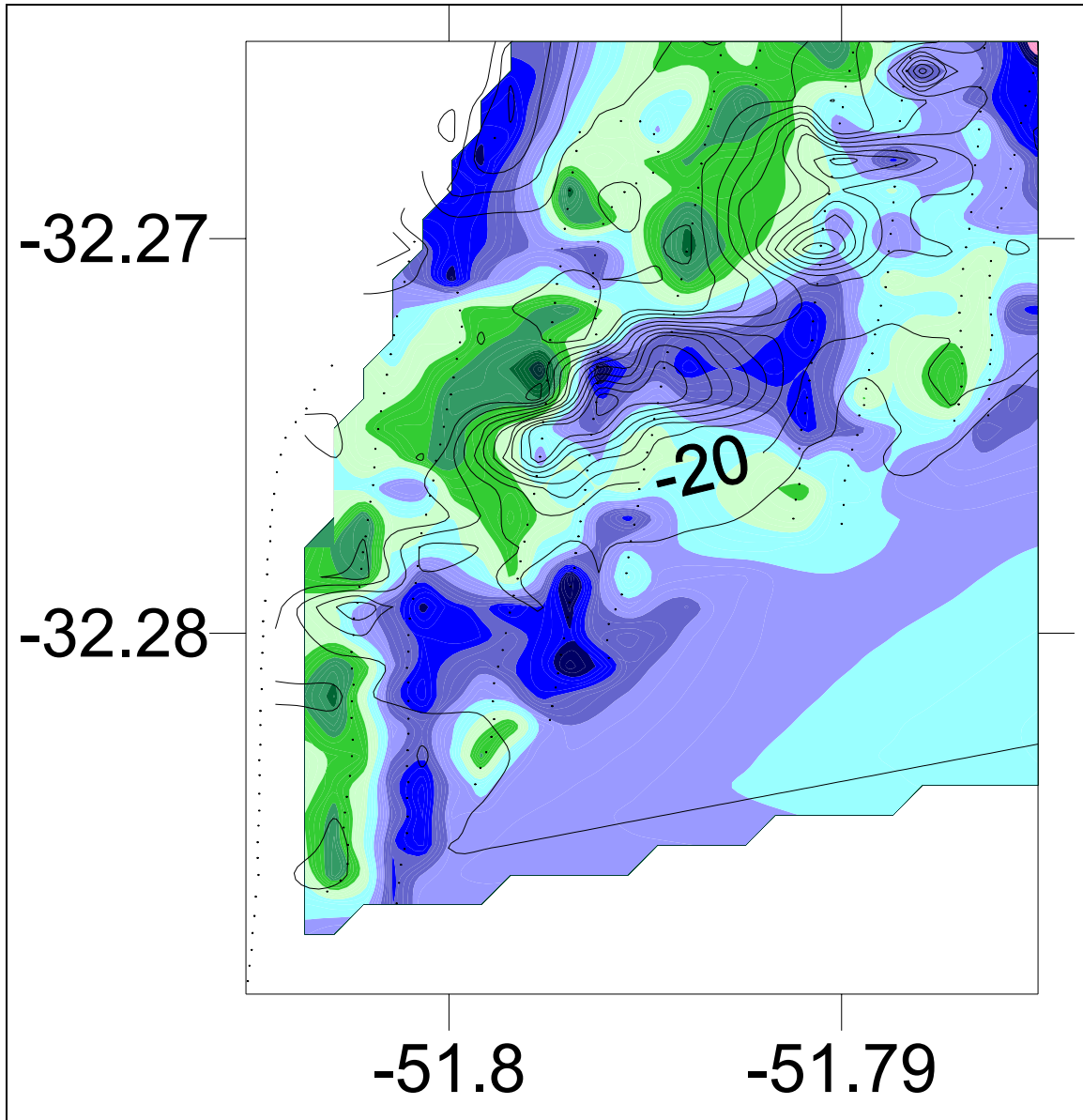


Figura 74 – Interpretação do Índice de Reflexão da Superfície do Fundo sobre o Cabeço do Sul, Parcel do Carpinteiro.

- Legenda:
- Cascalho biodetrítico (-3 a -8).
 - Lajes de arenitos e coquinas (-8 a -10).
 - Areias com biodetrítico (-10 a -13).
 - Linha tracejada = Linhas de navegação e amostragem.
 - Linha contínua = Batimetria de detalhe.

3.4.3.4 Fósseis Associados

A presença de fósseis de organismos marinhos (tubarões e crustáceos) e ossos de mamíferos terrestres extintos (ordens Artiodactyla e Edentata) associada ao cascalho biodetrítico indica o retrabalhamento de diversas fácies, provavelmente de diferentes idades, existentes na área. Os fósseis de crustáceos dos gêneros *Libinia* sp. e *Sergio* sp. apresentam-se como quelas isoladas e fragmentos de carapaça, associadas às coquinas ou soltas no cascalho biodetrítico. (são “restos preservados em rochas carbonáticas aloquímicas” de Bishop, 1986).

Tabela 8 - Localização das estações com de fósseis associados ao cascalho biodetrítico (Projeto COMEMIR - 18 a 21 janeiro de 1993).

# 70	# 76	# 77
Lat 32° 16 78	Lat 32° 15 12	Lat 32° 15 21
Lon 51° 48 11	Lon 51° 45 47	Lon 51° 44 33

Localização das estações com fósseis associados ao cascalho biodetrítico (Projeto COMEMIR - 06 a 08 maio de 1994).

# 18	# 39	# 41	# 47
Lat 32°16'02"	Lat 32°09'26"	Lat 32°10'53"	Lat 32°15'52"
Lon 51°47'24"	Lon 51°45'42"	Lon 51°45'26"	Lon 51°45'23"
# 48	# 59	# 61	# 63
Lat 32°16'46"	Lat 32°15'70"	Lat 32°13'83"	Lat 32°12'28"
Lon 51°45'16"	Lon 51°44'22"	Lon 51°44'21"	Lon 51°44'16"
# 64	# 67	# 68	# 69
Lat 32°11'43"	Lat 32°11'27"	Lat 32°12'11"	Lat 32°12'61"
Lon 51°44'13"	Lon 51°43'29"	Lon 51°43'24"	Lon 51°43'20"
# 70	# 72	# 77	# 86
Lat 32°13'19"	Lat 32°14'16"	Lat 32°16'59"	Lat 32°13'89"
Lon 51°43'22"	Lon 51°43'21"	Lon 51°43'27"	Lon 51°42'21"
# 88	# 90	# 91	
Lat 32°12'26"	Lat 32°11'04"	Lat 32°10'29"	
Lon 51°42'17"	Lon 51°42'20"	Lon 51°42'18"	

3.4.3.5 Registros de Sonar de Varredura Lateral (SVL)

Os padrões sonográficos (SVL) dos afloramentos apresentam alternância de faixas claras e escuras (Figs. 75 e 76). Durante os mergulhos autônomos observou-se que as camadas claras representam estratos sedimentares compostos por camadas de coquinas, fortemente cimentadas e recristalizadas, dispostas paralelamente entre si, numa forma escalonada e apresentando um mergulho suave em direção mar afora, e as camadas escuras representam sombras no registro sônico. Cada estrato tem espessura aproximada de 1 m e apresenta uma distribuição textural granocrescente. As escarpas apresentam marcas de ravinamento equidistantes que cortam perpendicularmente o afloramento, e que são atualmente inativas. As ravinas não foram reconhecidas nos registros do SVL.

IMPRIMIR EM PAISAGEM

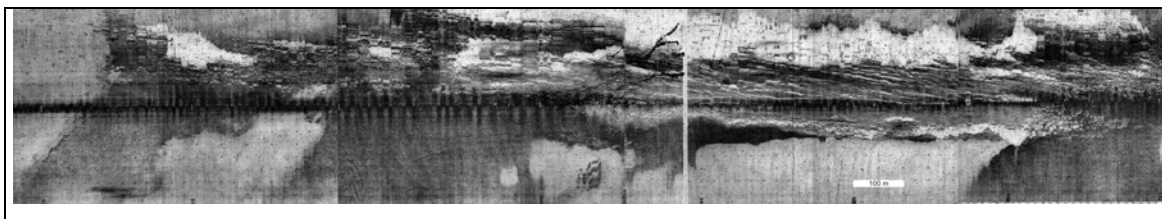


Figura 75 – Mosaico dos registros sonográficos (SVL) sobre o Cabeço do Sul. Observar as alternâncias de faixas claras e escuras.

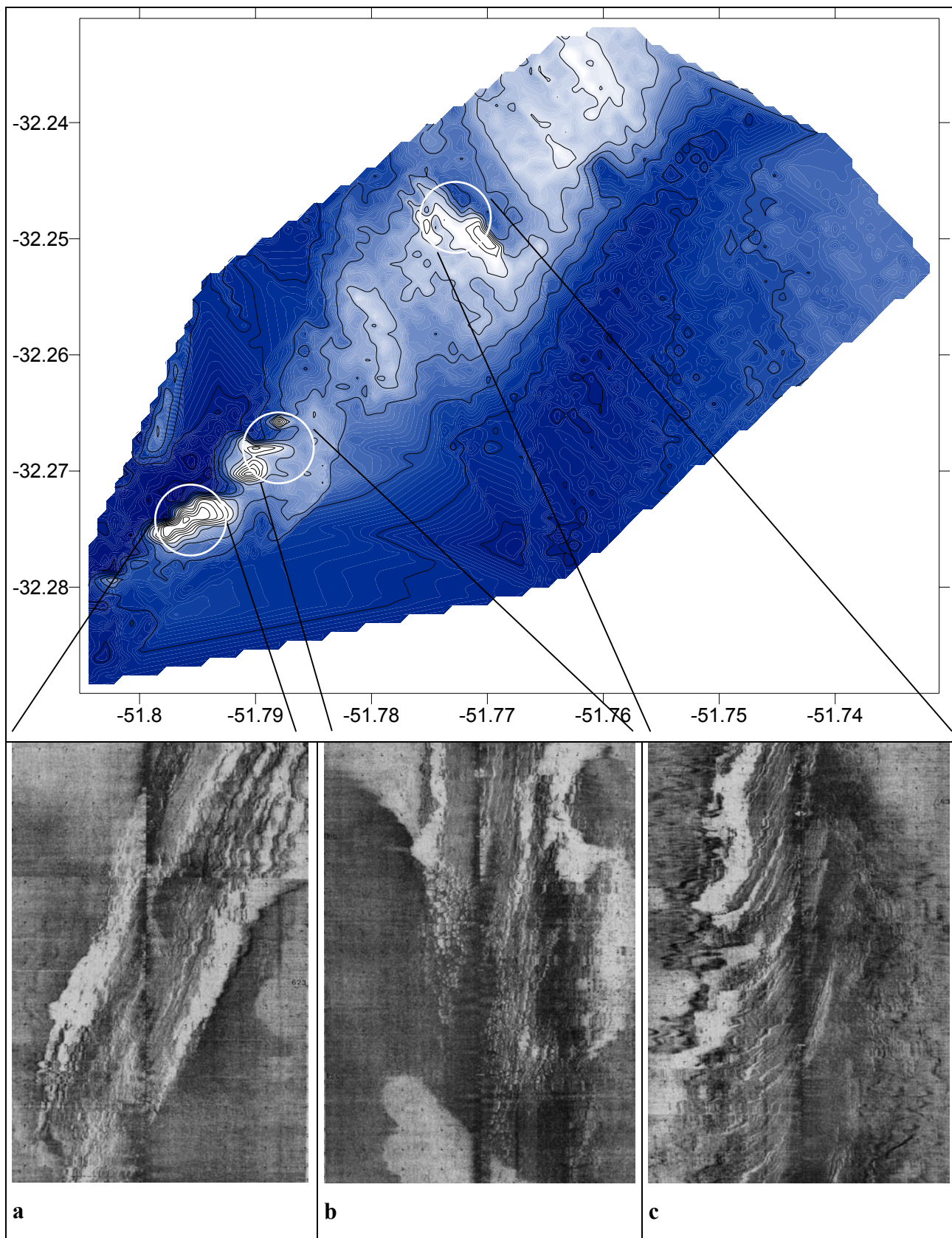


Figura 76 – Registros do sonar de varredura lateral (SVR) sobre o Parcel do Carpinteiro.
(a) Cabeço do Sul. (b) Cabeço do Sul. (c) Cabeço do Meio.

4. DISCUSSÃO

4.1 COMPOSIÇÃO E DISTRIBUIÇÃO DOS BIOCLASTOS

A composição dos bioclastos no pós-praia evidencia a ampla gama de fácies sedimentares formadas em ambientes costeiros e que se encontram atualmente preservadas próximos à praia. A partir da taxonomia e idade dos fósseis coletados na praia, pode-se inferir a natureza dos ambientes deposicionais destas fácies que estão sendo erodidas atualmente na antepraia (Tab. 9).

Bioclasto	Ambiente	Idade absoluta
Ossos e dentes de mamíferos terrestres	Ambiente continental (savanas e banhados)	Pleistoceno 120 ka
Corais (<i>Oculina patagonica</i>)	Ambiente marinho (antepraia)	Pleistoceno (superior a 40 ka}
Fósseis de crustáceos inclusos em seixos	Ambiente marinho praial (mesolitoral)	Holoceno 8 ka
Fósseis de equinodermos	Ambiente marinho (antepraia superior)	?
Ossos e dentes fósseis de tubarões e peixes	Ambiente marinho (antepraia inferior)	?

Tab. 9 - Interpretação dos ambientes deposicionais das fácies erodidas na antepraia, a partir da natureza dos bioclastos coletados na praia.

A distribuição ao longo da costa dos bioclastos encontrados na forma rolada no pós-praia permite segmentar a linha de costa do Rio Grande do Sul em quatro setores:

Setor norte (Fig. 5)

Caracterizado pela pouca ocorrência de bioclastos.

Setor central-norte (Fig. 7)

Dominância de crustáceos, próximo às praias da Lagoa do Peixe (Fig. 20).

Dominância de equinodermos, entre o farol do Estreito e o Conceição (Fig. 16).

Setor central-sul (Fig. 9)

Dominância de equinodermos, próximo ao farolete Verga (Fig. 16).

Setor sul (Fig. 11)

Abundância de moluscos bivalves, associados com vertebrados terrestres (megafauna), vertebrados marinhos (peixes) e crustáceos na Praia dos Concheiros (Figs. 20, 21 e 28).

A distribuição dos bioclastos no pós-praia parece ser controlada pelo substrato local existente na antepraia e que atua como área-fonte, e também pela dinâmica das ondas incidentes e correntes, responsáveis pela erosão, selecionamento, concentração dos bioclastos, transporte em direção à costa e sua redeposição no pós-praia. A distribuição agrupada destes bioclastos sugere a existência de diversas áreas-fontes pontuais localizadas na antepraia e compostas por diferentes fácies sedimentares depositadas durante o Quaternário e que se encontram atualmente submersas.

Considerando uma deriva litorânea com resultante no sentido SW→NE, seria de esperar que ao longo dos últimos milhares de anos (Holoceno) os bioclastos apresentassem uma distribuição homogênea ao longo da costa. O fato de não haver a mistura das diferentes populações de grãos, ao longo da costa, sugere uma exposição recente do substrato. Esta recente exposição possibilitou a erosão e o transporte dos bioclastos em direção ao pós-praia. Entretanto, não houve um intervalo de tempo suficiente para que ocorresse a mistura das populações de bioclastos.

4.2 TAFONOMIA DOS BIOCLASTOS

A análise tafonômica - o estudo dos processos de preservação de organismos e/ou suas partes, e como eles afetam a informação no registro geológico - quando aplicada aos bioclastos possibilita entender melhor os processos sedimentológicos e diagenéticos que ocorreram na planície costeira do Rio Grande do Sul durante o Quaternário.

Neste estudo foi abordada a tafonomia dos seixos contendo fósseis de crustáceos, representando o ambiente praiial, e a tafonomia dos mamíferos terrestres, representando o ambiente costeiro.

4.2.1 Tafonomia dos Fósseis de Crustáceos

O registro fóssil de crustáceos no sul e sudeste do Brasil durante o Quaternário é esparso e muito fragmentado. Os Ophiomorpha encontrados em áreas costeiras emersas são tubos fósseis de *Callianassa*, os quais têm sido registrados em vários pontos da costa brasileira, estando relacionados a antigas linhas de praias associadas ao evento transgressivo / regressivo ocorrido no Pleistoceno Superior (com idade estimada de 120.000 anos). Bigarella & Becker (1975) registram tais feições em Santa Catarina e Paraná; exemplos semelhantes no litoral de São Paulo foram estudados por Suguio & Petri (1973), Suguio & Martim (1976). A paleoecologia do gênero foi analisada por Rodrigues *et al.* (1984) e Suguio *et al.* (1984), comparando as estruturas das galerias fósseis e viventes, permitindo a identificação de *Callichirus major* Say 1818 (crustáceo cavador) em paleolinhas de praias pleistocênicas da Formação Cananéia (Suguio & Petri, 1973). Tomazelli *et al.* (1982) e Tomazelli (1985) descrevem estruturas de bioturbação atribuídas ao gênero *Callichirus* em terrenos pleistocênicos, na porção norte da planície costeira do Rio Grande do Sul. Buchmann (1996) e Buchmann *et al.* (1998) registram os fragmentos de carapaças e quelas isoladas de crustáceos atribuídos a *Neocallichirus mirim*, sinônimo de *Sergio mirim*, em bancos biodetríticos.

O icnofóssil *Callianassa* foi bem definido pelos geólogos marinhos, sendo muito utilizado como um importante indicador paleoambiental, representando a linha de praia, mais precisamente o estirâncio ou intermarés. Entretanto, devido à diversidade de espécies na região sul do Brasil, ainda existe uma dificuldade por parte dos biólogos em standardizar a citação do gênero, sendo propostos *Sergio* e *Callichirus*, *Neocallichirus* para o mesmo organismo. Segundo as normas de nomenclatura biológica, o nome mais correto (a primeira descrição) para os organismos que constroem as galerias de *Callianassa* seria gênero *Sergio*.

Bishop (1986) identifica seis tipos diferentes de preservação em decápodos, reconhecendo, para os crustáceos, as seguintes composições mineralógicas: (1) restos preservados em matriz clástica pouco alterada, exceto por adição de calcita como cimento; (2) restos preservados em rochas carbonáticas aloquímicas; (3) restos preservados em concreções de calcita em clásticos finos; (4) restos preservados em nódulos de apatita em clásticos; (5) restos preservados com concreções de hematita e (6) compressões em calcários.

As diferenças encontradas na sedimentologia e tafonomia dos fósseis de crustáceos decápodos indicam duas populações de partículas bem definidas, associadas à fácies deposicionais distintas. Os fósseis não foram coletados *in situ*, mas associados ao cascalho biodetrítico na plataforma interna, assim como depositados no pós-praia por tempestades (Tab. 10).

Ordem DECAPODA	ANTEPRAIA Parcel do Carpinteiro	LINHA DE PRAIA ATUAL	
		Concheiros	Lagoa do Peixe
Infraordem BRACHYURA PORTUNIDAE XANTHIDAE MAJIDAE	<i>Libinia</i> sp.	<i>Cronius</i> sp. <i>Menippe</i> sp. <i>Libinia</i> sp.	Indeterminado Indeterminado
Infraordem THALASSINIDEA CALLIANASSIDAE	<i>Sergio</i> sp.	<i>Sergio</i> sp.	<i>Sergio</i> sp.

Tab. 10 - Gêneros de crustáceos decápodos fósseis coletados na linha de praia atual e antepraia do Rio Grande do Sul.

Pouco se conhece sobre a estratigrafia dos depósitos fossilíferos marinhos encontrados na antepraia e plataforma continental do Rio Grande do Sul. Estudos anteriores efetuados por Cunha & Nunan (1980), Cunha (1982, 1985), Cunha *et al.* (1992), Richter (1987), Buchmann (1994) e Buchmann & Rincón F^o (1997) evidenciam a similaridade entre a fauna fóssil de vertebrados marinhos encontrada nos biodetritos do pós-praia e a fauna atual, o que parece ser extensiva à carcinofauna (Buchmann, 1996, Buchmann *et al.* 1998).

O resultado obtido pela datação absoluta de moluscos gastrópodes do gênero *Buccinanops* sp. associados a restos esqueléticos de crustáceos do gênero *Sergio* sp. preservados em posição de vida (articulados), através de C-14 indica uma idade em torno de 8 ka. A presença destes crustáceos decápodos fósseis está relacionada às variações do nível do mar ocorridas no final do Pleistoceno – início do Holoceno. A dominância de *Sergio* sp. nos bioclastos contendo crustáceos sugere a erosão de uma paleolinha de praia, visto que o gênero habita normalmente a zona do estirâncio (intermarés). A presença de *Libinia* sp. e *Menipe* sp. sugere a influência de substratos consolidados ou semiconsolidados, visto que estes gêneros habitam fundos rochosos.

A identificação destes bioclastos cimentados por carbonato de cálcio sugere condições favoráveis à litificação de rochas sedimentares na transição Pleistoceno–Holoceno, embora hoje estas condições não sejam mais observadas.

A interpretação da tafonomia sugere duas fácies deposicionais:

(a) Fósseis articulados numa matriz areno-síltica, preenchidos por silte e argila, interpretados como originalmente depositados em regime transgressivo no ambiente Mesolitoral (*foreshore*) para Infralitoral superior (*upper shoreface*), com baixa ação de ondas.

(b) Fragmentos de carapaças e quelas isoladas encontradas numa coquina fortemente cimentada por calcita espática, por vezes recristalizada, interpretados como concentrados na Zona de Arrebentação por ondas de tempestades.

4.2.2 Tafonomia da Megafauna fóssil

Os fósseis da megafauna extinta encontrada na antepraia, pós-praia e nas barrancas do arroio Chuí, no extremo sul do Brasil, apresentam uma taxonomia muito semelhante, sendo que as pequenas diferenças na listagem de gêneros podem ser atribuídas ao método de coleta.

A identificação taxonômica da fauna de megamamíferos, permite concluir que, originalmente, tanto os fósseis de mamíferos coletados nas barrancas do arroio Chuí, quanto os encontrados na linha de praia atual foram depositados em um ambiente lagunar durante o Pleistoceno superior (similar ao Lujanense argentino), denominado por Villwock et al. (1986) de Sistema Depositional Lagunar III. De acordo com este modelo, os mamíferos do Pleistoceno tiveram seus ossos preservados em extensos sistemas deposicionais lagunares paralelos à linha de costa, desenvolvidos no espaço de retrobarreira correspondente à região topograficamente mais baixa, situada entre a barreira e os terrenos interiorizados mais antigos. Entretanto, comparando a tafonomia e a sedimentologia, observam-se importantes diferenças entre os fósseis da megafauna das três áreas de ocorrência.

Nas barrancas do Arroio Chuí podem ser encontrados ossos *in situ* bem preservados e articulados, mas também ocorrem ossos isolados e/ou fragmentos ósseos, apresentando evidências de transporte. Outros exibem marcas de arranhões e ranhuras paralelas entre si e de forma agrupada, o que pode ser um indício de ação de necrófagos. O sedimento associado varia entre areia-lamosa a lama-arenosa. A estratigrafia indica que após a deposição em ambiente marinho praiial (com presença de galerias de *Callianassa*), instalou-se um ambiente lagunar de baixa energia, muito favorável à fossilização de grandes animais, sugerindo nenhum ou pouco retrabalhamento posterior à deposição. Em alguns locais, como na Estrada dos Oliveiras, os ossos de mamíferos terrestres são observados desarticulados e nos sedimentos marinhos, sugerindo que as condições para a fossilização já estavam presentes neste ambiente.

Os fósseis da megafauna encontrados no pós-praia, principalmente na Praia dos Concheiros, apresentam uma tafonomia mais complexa, devido ao retrabalhamento em ambiente marinho, em diversos ciclos transgressivos - regressivos do nível do mar. Embora sejam encontrados em grande número, poucos ossos estão completos, sendo a maioria fragmentada e bordas arredondadas, geralmente associada às concentrações de cascalho biodetrítico (carapaças de moluscos bivalves). Frequentemente os ossos estão inseridos em blocos rolados de coquinas fortemente cimentadas por carbonato de cálcio e de arenitos compostos por areia média e grossa.

Na antepraia, os fósseis da megafauna apresentam-se associados aos altos topográficos submersos, sendo encontrados cimentados no interior de coquinas. Estes grandes ossos também são recolhidos por pescadores utilizando redes de arrasto. Foram registrados em profundidades que variam de 20 a 120 m, sempre associados com cascalhos biodetríticos e aos altos topográficos submersos. Os fósseis apresentam a sua superfície recoberta por organismos incrustantes, geralmente briozoários e corais (Figs. 33 e 34).

Ocorrências semelhantes a estas do Rio Grande do Sul são descritas na literatura. Whitmore *et al.* (1967), por exemplo, descreve a ocorrência de Proboscídeos (*Mammuthus* sp.) na costa atlântica próxima a Boston e New York (Georges Bank). Os exemplares foram dragados por pescadores locais em profundidades que oscilavam entre 20 e 120 m. Os autores relacionaram estes fósseis com a última regressão pleistocênica.

4.3 OS ALTOS TOPOGRÁFICOS SUBMERSOS

A integração de diversos métodos de análise no estudo de detalhe sobre um dos altos topográficos submersos da antepraia do Rio Grande do Sul (Parcel do Carpinteiro) permitiu identificar a composição do substrato, as estruturas sedimentares e a presença de fósseis. O resultado deste estudo sugere que este parcel corresponde a uma antiga linha de praia, de idade pleistocênica, que se encontra atualmente afogada.

Embora os dados não sejam conclusivos, a análise das estruturas sedimentares nos afloramentos submersos, constituídos por coquinas e arenitos, sugere a origem em um ambiente deposicional de alta energia, provavelmente próximo à zona de arrebatção. Os afloramentos estudados apresentam-se cimentados e recristalizados por carbonato de cálcio (calcita espática). A recristalização das coquinas indica exposição subaérea após a deposição. A presença de marcas de ravinamento perpendiculares ao afloramento sugere que, após a sua litificação, a feição sofreu novamente a ação das ondas, durante uma estabilização do nível do mar, voltando, posteriormente, a ser novamente afogada.

Os altos topográficos parecem ter sofrido pelo menos duas cimentações distintas, uma durante o Pleistoceno superior (carbonato cimentado recristalizado) e outra, no Holoceno, durante a Transgressão Pós-Glacial (carbonato cimentado não recristalizado). Já os bancos biodetríticos associados aos altos topográficos não apresentam cimentação ou recristalização.

A comparação das características dos arenitos de praia do Rio Grande do Sul com as feições correspondentes da costa nordeste brasileira revela a existência de importantes diferenças. De maneira geral, os arenitos de praia da região nordeste apresentam uma composição predominante siliciclástica (70 a 80 %) e bioclastos (5%), com 20 a 30% de cimento carbonático (Assis *et al.*, 1990 e Oliveira *et al.*, 1990). Segundo Soares *et al.* (2000), os arenitos de praia coletados no Rio Grande do Sul contém 20 a 40 % de siliciclásticos e 60 a 80 % de cimento carbonático.

As datações obtidas através de C_{14} dos arenitos de praia do nordeste indicam uma idade holocênica (Oliveira *et al.*, 1990). Já no Rio Grande do Sul alguns arenitos de praia foram formados no Pleistoceno. A determinação de uma idade TL (termoluminescência) em torno de 120 ka (Buchmann *et al.* 2000) permite associar estes arenitos ao evento responsável pela formação do sistema deposicional Laguna-Barreira III, proposto por Villwock *et al.* (1986). Recentes datações por C_{14} (Buchmann, *et al.* 2001) em corais fósseis no Rio Grande do Sul, corroboram esta hipótese

Com base na dinâmica costeira atual, os altos topográficos (parcéis) da antepraia e plataforma do Rio Grande do Sul podem ser divididos em três tipos: ativos, intermediários e passivos:

PARCÉIS ATIVOS - Compreendem as feições situadas na porção superior da antepraia e que se encontram submetidas diretamente à ação das ondas incidentes. Apresentam sua superfície desprovida de organismos incrustantes, indicando exposição recente do substrato. Localizam-se geralmente próximos às isóbatas de 7 a 9 m (Parcel do Hermenegildo, Banco do Albardão, Banco Capela). Diversos corpos menores são observados próximos à atual linha de maré, sendo visíveis durante a maré baixa após fortes eventos de erosão costeira. Na atual linha de praia adjacente aos altos topográficos submersos é encontrada grande quantidade de fósseis.

PARCÉIS INTERMEDIÁRIOS - Situam-se numa zona de transição na porção inferior da antepraia, onde o fundo é trabalhado episodicamente por grandes ondas de tempestades. A baixa dinâmica favorece a colonização do substrato por uma fauna incrustante típica de substratos rochosos. Podem ser encontrados nas isóbatas entre 14 e 17 m (Parcel do Carpinteiro, Banco Minuano, Parcel da Lagoa do Peixe, Parcel de Mostardas), e nas isóbatas entre 23 e 32 m (Parcel da Berta e depósitos associados ao Banco do Albardão).

PARCÉIS PASSIVOS - Correspondem às feições relíctuais que foram retrabalhadas durante a Transgressão Pós-Glacial e que não estão sendo retrabalhadas atualmente. Devido à profundidade em que se situam, sofrem pouca ou nenhuma ação das ondas. Estão submetidos a uma sedimentação reduzida representada apenas pela contribuição biogênica por organismos incrustantes e lamas de plataforma. Localizam-se a partir do final da zona de transição, existindo registros de fósseis de origem continental nas profundidades entre 40 e 120 m.

5. CONCLUSÕES

Enquanto a Planície Costeira do Rio Grande do Sul se caracteriza por apresentar depósitos de natureza essencialmente siliciclástica, alguns locais ao longo da praia atual se destacam pela ocorrência de sedimentos e afloramentos de rochas carbonáticas. Os bioclastos carbonáticos que ocorrem nestes locais caracterizam uma Associação Heterozoa, ou seja, são formados por carbonatos de águas frias, característicos de médias latitudes. Os organismos predominantes nesta associação de fósseis são representados por carapaças de moluscos bivalves, além de esqueletos de equinodermos irregulares e de crustáceos decápodos. Restos esqueléticos de peixes e de megamamíferos do Pleistoceno estão associados a estes componentes carbonáticos.

A concentração dos bioclastos no pós-praia é o resultado direto da ação dos processos hidrodinâmicos que atuam na região de estudo (ondas de tempestade, deriva litorânea, correntes, etc). A variação no tamanho médio dos fragmentos fósseis encontrados ao longo da linha de costa está relacionada ao limite da ação das ondas de tempestades sobre o fundo oceânico, o que é controlado, principalmente, pela profundidade (relação inversa entre o aumento da profundidade e a atuação das ondas sobre o substrato). Além da profundidade, o tamanho médio dos fósseis e fragmentos depende da distância do afloramento-fonte até a linha de costa.

A tafonomia, as idades absolutas obtidas e o padrão de distribuição dos bioclastos permitem inferir que após o penúltimo máximo transgressivo que resultou na formação do sistema deposicional Laguna-Barreira III (aproximadamente 120 ka) parte dos depósitos lagunares permaneceram emersos e não estiveram sob a ação marinha (barrancas do arroio Chuí, com a megafauna preservada *in situ*), enquanto que parte dos depósitos lagunares esteve sob ação direta do ambiente praial. Em diversas feições submersas observam-se coquinas contendo fósseis de mamíferos terrestres, indicando o retrabalhamento dos sedimentos lagunares em ambiente praial. As coquinas que apresentam moluscos pouco arredondados e de maior granulometria são aqui definidas, informalmente, como Coquinas do Tipo 1. Como consequência da última regressão pleistocênica (iniciada após o máximo transgressivo de 120 ka) estas coquinas ficaram submetidas a uma exposição subaérea. Este fato possibilitou a dissolução diferenciada

dos componentes carbonáticos existentes nos depósitos (coquinas e arenitos) e sua recristalização (calcita espática) em ambientes saturados em água doce.

A Transgressão Pós-Glacial (iniciada em torno de 18 ka) foi responsável pelo retrabalhamento dos arenitos e coquinas, recristalizando mais uma vez os elementos carbonáticos. Devido ao seu grau de consolidação estes depósitos resistiram à erosão associada à elaboração da superfície de ravinamento e encontram-se atualmente expostos na antepraia e na linha de praia atual. Pelo menos há 8 ka (identificado pelos seixos contendo crustáceos intermareais) houve novamente um período favorável à precipitação de carbonato de cálcio, ocorrendo a litificação de rochas sedimentares em uma linha de praia numa cota batimétrica inferior à atual. Neste intervalo de tempo formaram-se arenitos não recristalizados e as coquinas apresentando fragmentos de moluscos muito fragmentados e arredondados e de menor granulometria, aqui definidas, informalmente, como Coquinas do Tipo 2.

A dinâmica costeira atual retrabalha novamente os sedimentos inconsolidados enquanto as rochas sedimentares consolidadas (Coquinas Tipo 1 e 2) resistem parcialmente à erosão e constituem os altos topográficos submersos (parcéis) descritos neste trabalho.

Esta tese mostra fortes evidências de que a visão da linha de costa do Rio Grande do Sul como retilínea e de composição homogênea começa a mudar. A antepraia desta região parece preservar uma variedade de fácies formadas em diferentes ambientes deposicionis e que se escondem sob uma fina camada de areia. Sua eventual exposição à ação das ondas é responsável por importantes modificações na morfologia e composição sedimentar dos segmentos praias adjacentes.

6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ANDRADE, G. O. **Contribuição para o estudo morfológico da costa pernambucana**. Recife. Tese de concurso, Universidade Federal do Recife. 1955. 84p.
- APOLUCENO, D. M; ANDRADE, E. J. & DOMINGUEZ, J. M. L. Origem dos bancos de arenito de Arembepe. Litoral norte do Estado da Bahia. 39º Congresso Brasileiro de Geologia, Salvador. **Anais...** 181-184. 1996.
- ASSIS, H. M .B.; AMARAL, R. F. & MANSO, V. A. V. Caracterização dos “beach rocks” do litoral sul de Pernambuco com base em evidências petrográficas e isotópicas. 36º Congresso Brasileiro de Geologia, **Anais...** 2: 635-646. 1990.
- ASP, N.E. **Avaliação do potencialidade de depósitos de calcário biodetrítico da plataforma interna e linha de costa do Rio Grande Sul**. Trabalho de conclusão de curso de graduação em Oceanologia, FURG, Rio Grande, 71p. (inédito). 1996.
- ASP, N.E. **Evidencias de estabilizações no nível do mar no Quaternário da plataforma continental entre Rio Grande e Chuí – Rio Grande do Sul, Brasil**. Dissertação de mestrado em geociências , 118 p. Instituto de Geociências, Universidade Federal do Rio Grande do Sul. 1999
- ASP, N.E. 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. 1999
- BARLETTA R.C. **Efeito da interação oceano-atmosfera sobre a morfodinâmica das praias do litoral central do Rio Grande do Sul, Brasil**. Dissertação de mestrado, Curso de Pósgraduação em Oceanografia Geológica, FURG, 134 p. 2000.

- BARLETTA R.C. & CALLIARI, L.J. Influência atmosférica na variação do volume do estoque sedimentar subaéreo das praias do litoral central do Rio Grande do Sul. 7º Congresso da Associação Brasileira de Estudos do Quaternário, Porto Seguro, **Anais ... VIIABEQUA_zco 009.pdf**. 1996.
- BIGARELLA J. J. Reefs sandstone from northeastern Brazil. **Anais da Academia Brasileira de Ciências**. 47: 395-409. 1975.
- BIGARELLA, J.J. & BECKER, R.D. Field itinerary. International Symposium on the Quaternary. **Boletim Paranaense de Geociências**., Curitiba, 33: 300-332. 1975.
- BISHOP, G.A. Taphonomy of the north american decapods. **Journal of Crustacean Biology**, 6(3): 326-355. 1986.
- BOMBIM, M. & KLAMT, E. Evidências paleoclimáticas em solos do RS. In: **Comunicações do Museu de Ciências da PUCRS**, Porto Alegre, 13: 183-193. 1976.
- BOWMAN, T.E. & ABELE, L.G. Classification of recent crustacean. p. 1-27. In: ABELE, L.G. Vol. 1 - Systematics the fossil record and biogeography. **The biology of crustacea**. Academic Press, 319 p. 1982.
- BRANNER, J. C. The stone reefs of Brazil, their geological and geographical relations, with a chapter on the coral reefs. **Comparative Zoology Bulletin**, Harvard College, Cambridge, 44: 1-44. (geol.ser. n° 7). 1904.
- BRETT, C.E. & BAIRD, G.C. Comparative taphonomy: a key to paleoenvironmental interpretation based on fossil preservation. **Palaios**, 1: 207-227. 1986.
- BUCHMANN, F.S.C. Distribuição dos fósseis pleistocênicos na zona costeira e plataforma continental interna no Rio Grande do Sul. **Acta Geológica Leopoldense**, São Leopoldo, 17(39/1): 355-364. 1994.

- BUCHMANN F.S.C. Variação sazonal no transporte litorâneo de macrofósseis na planície costeira no Rio Grande do Sul, Brasil. 6º COLACMAR Congresso Latinoamericano de Ciências del Mar, Mar del Plata, Argentina, **Resumos** p. 687. 1995.
- BUCHMANN, F.S.C. Invertebrados fósseis (Crustacea, Equinodermata e Annelidea) encontrados no cascalho biodetrítico (pós-praia) na porção sul da Planície Costeira, RS. **Notas Técnicas**, Porto Alegre, CECO-UFRGS, 9: 21-27. 1996.
- BUCHMANN, F.S.C. & RINCÓN Fº, G. Fósseis de vertebrados marinhos do Pleistoceno superior na porção sul da Planície Costeira do Rio Grande do Sul, Brasil. **Notas Técnicas**, Porto Alegre, CECO-UFRGS 10: 07-16. 1997.
- BUCHMANN, F.S.C. **Banhado do Taim e Lagoa Mangueira: Evolução holocênica da paleoembocadura da Lagoa Mirim, RS, Brasil.** Porto Alegre, RS, dissertação de mestrado, UFRGS, 160p. 1997.
- BUCHMANN, F.S.C.; BARBOSA, V.P. & VILLWOCK, J.A. Sedimentologia e paleoecologia durante o máximo transgressivo holocênico na Lagoa Mirim, RS, Brasil. **Acta Geologica Leopoldensia**, São Leopoldo, XXI (46/47): 21-26. 1998a.
- BUCHMANN, F.S.C.; BOND-BUCKUP, G.; VILLWOCK, J.A. & TOMAZELLI, L.J. Tafonomia de crustáceos quaternários na plataforma continental interna, RS, Brasil. **Nauplius**, Rio Grande, (6): 169-183. 1998b.
- BUCHMANN, F. S. C. & TOMAZELLI, L. J. Fósseis da megafauna terrestre coletados na plataforma continental interna, RS, Brasil, e sua relação com a dinâmica costeira passada e atual. 7º Congresso Brasileiro de Estudos do Quaternário, Porto Seguro, BA, **Anais...**, viiabequa_zco025.pdf. 1999a.
- BUCHMANN, F. S. C.; BARLETTA, R. C.; TOMAZELLI, L. J. & BARRETO, A. M. F. Novo afloramento pleistocênico na atual linha de costa do Rio Grande do Sul,

Brasil. 7º Congresso Brasileiro de Estudos do Quaternário, Porto Seguro, BA, **Anais...**, viiabequa_zop030.pdf. 1999b.

BUCHMANN, F. S. C. & TOMAZELLI, L. J. Altos topográficos submersos (parcéis) na antepraia do Rio Grande do Sul, Brasil, e sua influência na morfologia e dinâmica praias. Simpósio Brasileiro sobre Praias Arenosas. Itajaí. **Anais...**, p. 174-174. 2000a

BUCHMANN, F. S. C.; BARLETTA, R. C.; TOMAZELLI, L. J. & BARRETO, A. M. F. Datação por termoluminescência de um afloramento pleistocênico na atual linha de costa do Rio Grande do Sul, Brasil. 13ª Semana Nacional de Oceanografia, Itajaí, **Anais...**, p. 65-67. 2000b

BUCHMANN, F.S.C. & TOMAZELLI, L.J. A influência do substrato pré-holocênico na distribuição dos bioclastos carbonáticos ao longo da linha de costa (pós praia) do Rio Grande do Sul. 8º Congresso da Associação Brasileira de Estudos do Quaternário, Imbé, **Boletim de resumos**, p. 58-59. 2001a.

BUCHMANN, F. S. C., PIRES, D. O.; ALVES, F. N. A. & TOMAZELLI, L. J. Corais fósseis do Pleistoceno e corais recentes na costa do Rio Grande do Sul. 8º Congresso da Associação Brasileira de Estudos do Quaternário, Imbé, **Boletim de resumos**, p. 75. 2001b.

BUCHMANN, F.S.C.; LOPES, R.; ROCHA DE OLIVEIRA, U.; CARON, F.; LELIS, R.J.F.; CECÍLIO, R.O. & TOMAZELLI, L.J., Presença de Icnofósseis de Callianassa nas Barrancas do Arroio Chuí, RS: Um novo Afloramento Marinho do Pleistoceno e uma Re-interpretação da Estratigrafia Local. 8º Congresso Brasileiro de Estudos do Quaternário Imbé. **Boletim de resumos**: 94-95. 2001c.

BUCHMANN, F.S.C. & TOMAZELLI, L.J. (no prelo). Relict Nearshore Shoals of Rio Grande do Sul, Southern Brazil: Origin and Effects on Nearby Modern Beaches. **Journal of Coastal Research**

- CAIRNS, S.D. A revision of the shallow-water azooxanthellate Scleractinia of the Western Atlantic. **Studies on the Natural History of the Caribbean Region**, vol. LXXV, Uitgaven Natuurwetenschappelijke Studiekring voor het Caraïbisch Gedied: 144, 1-240. 2000.
- CALLIARI, L. J. & ABREU, J. G. N. Litologia da plataforma continental interna adjacente do Rio Grande (RS), através da interpretação de registros de sonar de varredura lateral e amostragem superficial. 33º Congresso Brasileiro de Geologia, Rio de Janeiro. **Anais...** 1553-1564. 1984.
- CALLIARI L. J.; ESTEVES, L. S.; OLIVEIRA, C. P. L.; TOZZI, H. A. M.; PEREIRA DA SILVA, R. & CARDOSO, J. N. Padrões sonográficos e sedimentológicos de um afloramento de *beach rock* na plataforma interna do Rio Grande do Sul (COMEMIR/OSNLR). **Notas Técnicas**, Porto Alegre, CECO-UFRGS, 7: 27-32. 1994.
- CALLIARI, L.J.; SPERANSKI, N. & BOUKAREVA, I. Stable Focus of Wave Rays as a Reason of Local Erosion at the Southern Brazilian Coast. **Journal of Coastal Research**, 26:19-23. 1998.
- CALLIARI, L. J.; CORREA, I. C. S. & ASP, N. Inner shelf and beach shell resources in southern Brazil, 39-49. In: L.R.Martins & C.I. Santana. (Ed.) **Non living resources of the southern brazilian coastal zone and continental margin**. Porto Alegre. 1999.
- CASTRO, C.B. Corais do Sul da Bahia. P. 160-176. In: B. Hetzel & C.B. Castro. **Corais do Sul da Bahia**. Nova Fronteira, Rio de Janeiro. 1994.
- CORREA, I.C.S. & PONZI, V.R.A. Depósitos de calcário biodetrítico das regiões do Albardão e Mostardas na plataforma interna do Rio Grande do Sul. 30º Congresso Brasileiro de Geologia, Recife, **Anais...** 2: 851-866. 1978.

- CORREA, I.C.S. Depósitos de material carbonático da plataforma continental interna do Rio Grande do Sul (Brasil). Conferencia Internacional sobre Recursos Marinos del Pacífico (Chile). **Anais...** p. 155-163. 1983.
- CORREA, I.C.S. **Analyse morphostructurale et evolution paleogeographique de la plate-forme continentale atlantique sud-bresilienne (Rio Grande do Sul - Bresil)**. Tese de doutorado, Universite de Bourdeaux, França. 1990.
- CORREA, I.C.S. Les variations du niveau de la mer Durant les derniers 17.500 BP: l'exemple de la plateforme continentale du Rio Grande do Sul – Brésil. **Marine Geology**, 130, 163-178. 1996.
- CUNHA F. L. S. Mamíferos fósseis do Pleistoceno do Rio Grande do Sul I - Ungulados. **Boletim da Divisão de Geologia e Mineralogia**. Rio de Janeiro, 202: 1-47, 4 fig. 12 est. 1959.
- CUNHA, F.L.S. Cervídeos pleistocênicos de Santa Vitória do Palmar, Rio Grande do Sul, Brasil. 2º Congresso Latino Americano de Paleontologia, Porto Alegre, **Anais...** 795-803. 1981.
- CUNHA, F.L.S. Novos registros de baleias fósseis (Balaenopteridae e Balaenidae) no Pleistoceno de Santa Vitória do Palmar, RS. **Anais da Academia Brasileira de Ciências**, 54(1): 264. 1982.
- CUNHA, F.L.S. Registro de cetáceos balaenidae (Eubalaena) no Pleistoceno de Santa Vitória do Palmar, RS, Brasil. **Anais da Academia Brasileira de Ciências**, 57(1): 142. 1985.
- CUNHA, F.L.S. & NUNAN, G.W.A. Pleistocene marine vertebrates (Sciaenidae and Balaenopteridae) from the litoral of Santa Vitória do Palmar, R.S., Brasil. 31º Congresso Brasileiro de Geologia, Camboriú, **Anais...** 5: 3049-55. 1980.

- CUNHA, F.L.S.; BERQVIST, L.P. & CAPILLA, R. Cetáceos fósseis e subfósseis da coleção de paleovertebrados do Museu Nacional. **Anais da Academia Brasileira de Ciências**, 64(3): 277-288. 1992.
- DARWIN, C. H. On a remarkable bar a sandstone of Pernanbuco on the coast of Brazil. London, Edinburg, Dublin Philos. **Mag. And Jour. Sci.** 19: 257-261. 1841.
- DELANEY, P. Fisiologia e geologia da superfície da Planície costeira do RGS. **Publicação Especial**, Instituto de Geociências, Porto Alegre, 6: 1-63. 1965.
- DIAS, G. T. M.; GORINI, M. A.; GALLEA, C. G.; MELLO, S. N.; DELLAPIAZA, H. & CASTRO, J. R. J. C. Bancos de arenitos de praia (*beachrocks*) na plataforma continental SE brasileira. 32º Congresso Brasileiro de Geologia, Salvador, **Anais...** 4: 1540-1546. 1982.
- DILLENBURG, S.R. O potencial de preservação dos registros sedimentares do Sistema Depositional Laguna/Barreira IV na costa do Rio Grande do Sul. **Notas Técnicas**, Porto Alegre, CECO-UFRGA, 9: 1-11. 1994.
- DILLENBURG, S.R.; ROY, P.S.; COWELL, P.; TOMAZELLI, L.J. & KUCHLE, J. Influence of antecedent topography on coastal evolution: an example from southern Brazil. 7º Congresso da Associação Brasileira de Estudos do Quaternário, Porto Seguro, **Anais...** VIIABEQUA_zco 015.pdf. 1999.
- DILLENBURG, S.R.; ROY, P.S.; COWELL, P.J. & TOMAZELLI, L.J. Influence of antecedent topography on coastal evolution as tested by the Shoreface Translation Barrier Model (STM). **Journal of Coastal Research**, 16(1): 71-81. 2000.
- EMERY, K.O. Relict sediments on continental shelves of world. **The Americam Association of Petroleum Geologists Bulletin**, 52(3): 445-464. 1968.
- FARIÑA, R.A. & VISCAÍNO, S. **Hace solo diez mil años**. Editorial Fin de Siglo, Colecion Prometeo, Uruguai, 2: 1-128. 1995.

- FIGUEIREDO Jr, A. C. **Geologia dos depósitos calcários biodetríticos da plataforma continental do Rio Grande do Sul**. Porto Alegre. Dissertação de mestrado em Geociências, Universidade Federal do Rio Grande do Sul. 72 p. 1975.
- FIGUEIREDO Jr, A. C. & MADUREIRA, L. S. P. Programa de avaliação do potencial sustentável de recursos vivos da Zona Econômica Exclusiva – Relatório final dos dados geológicos. LAGEMAR, Universidade Federal Fluminense. RJ, 58 p. 1999.
- FORTI-ESTEVEZ, I.R. Bioestratigrafia e paleoecologia (mollusca) do Quaternário da planície costeira do Rio Grande do Sul. 28^o Congresso Brasileiro de Geologia, **Anais...** 3: 133-149. 1974.
- FREY, R.W. Concepts in the study of biogenic sedimentary structures. **Journal of Sedimentary Petrology**, 43(1): 6-19. 1973.
- HOPLEY, D. Beach-rock as a sea-level indicator. **Sea-level research**. A manual for the collection and evaluation of data. In: Orson Van de Plassche (ed.) Geo Books, Norwich, 618 p. 1986
- HORTA, P.A. **Macroalgas do infralitoral do sul e sudeste do Brasil: Taxonomia e Biogeografia**. Tese de Doutorado, Inst. Biociências, Universidade de São Paulo. 301p. 2000.
- HORTA, P. A.; MORANDINI, A. C., BUCHMANN, F.S.C. & OLIVEIRA, E.C. Macrobentos do Parcel do Carpinteiro – Um desafio para o levantamento da biodiversidade do Infralitoral do Sul do Brasil. 13^a Semana Nacional de Oceanografia, Rio Grande. **Anais...**126-127. 2001.
- JAMES, N.P. The cool-water carbonate depositional realm. In Cool- Water carbonates James, N.P. & Clarke, J.A. D. (ed) **SEPM, Special publication** n^o 56. 1997.
- KIDWELL, S.M.; FÜRSICH, F.T. & AIGNER, T. Conceptual framework for the analysis and classification of fossil concentrations. **Palaios**, 1: 228-238. 1986.

- KOWSMANN, R.O. & COSTA, M.P.A. Paleolinhas de costa na plataforma continental das regiões Sul e Norte brasileira. **Revista Brasileira de Geociências**, 4: 215-222. 1974.
- LAWRENCE, D.R. Taphonomy and information losses in fossil communities. **Geological Society of America Bulletin**, 79: 1315-1330. 1968.
- LEES, A. & BULLER, A.T. Modern temperate water and warm water shelf carbonate sediments contrasted. **Marine Geology**, 13: 1767-1773. 1972.
- LOPES, R.P.; BUCHMANN, F.S.C. & ITUSARRY, M.E. Tafonomia e Sedimentologia associada aos fósseis de vertebrados (megafauna extinta) encontrados nas barrancas do Arroio Chuí e linha de costa, RS, Brasil. 8º Congresso Brasileiro de Estudos do Quaternário, Imbé, RS. **Boletim de resumos**, 78-79. 2001.
- MABESSONE, J. M. Origen and age of the sandstone reefs of Pernambuco (northeastern Brazil). **Journal of Sedimentary Petrology**, 34(4): 715-726. 1964.
- MACEDO, A. C. M. Testemunhos geológicos da evolução do litoral no Estado da Guanabara. **Anais da Academia Brasileira de Ciências**, 43(3/4): 832. 1971.
- MACHADO, M.I.; FURLONG, E.B.; CALLIARI, L.J. & TREIBS, S. Recursos calcários associados aos depósitos biodetríticos da região sul do Rio Grande do Sul para uso industrial. **Vetor**, FURG, Rio Grande, 7: 21-30. 1997.
- MARTINS, L.R.; MELO, U.; FRANÇA, A.M.C.; SANTANA, L. & MARTINS, I.R. Distribuição faciológica da margem continental sul riograndense. 26º Congresso Brasileiro de Geologia, Belém, PA, **Anais ...**2:114-132. 1992.
- MARTIN, L.; BITTENCOURT, A. C. S. P.; VILAS-BOAS, G. S. & FLEXOR J. M. **Mapa geológico do Quaternário costeiro do Estado da Bahia**. 2 folhas.

Escala 1/250 000, Texto explicativo, Secretaria de Minas e Energia, Salvador, BA. 1980.

MARTIN, L.; DOMINGUEZ, J. M. L. & BITTENCOURT, A. C. S. P. 1999. Roteiro de excursão “A zona costeira da costa do descobrimento”. 7º Congresso Brasileiro de Estudos do Quaternário, 1999, Porto Seguro, BA. CD-room.

MAURY, C. Y. Fossil invertebrate from northeastern Brazil. **Bulletin of the American Museum of Natural History**, 68: 123-179. 1934.

MELO, G.A.S. **Manual de identificação dos Brachyura (caranguejos e siris) do litoral brasileiro**. Ed. Plêiade, FAPESP, 604 p. 1996.

MENDONÇA, M. I. O recife de arenito de Tibau. **Arquivos do Instituto de Antropologia**, 2: 343-346. 1966.

MUEHE, D. Evidence of landward translation of beach barriers east of Guanabara bay. I.G.U. Latin American Regional Conference. Rio de Janeiro. **Abstract**, p.91. 1982.

MUEHE, D. & IGNARRA, S. Arenito de praia submerso em frente à praia de Itapuaçú – RJ. 33º Congresso Brasileiro de Geologia, Rio de Janeiro, **Anais...** Rio de Janeiro, 341-348. 1984.

NOLASCO, M. C. **Construções carbonáticas da costa norte do Estado da Bahia (Salvador a Subauma)**. Dissertação de Mestrado, Curso de Pós-Graduação em Geologia, Instituto de Geociências, Universidade Federal da Bahia. 1987.

OLIVEIRA, M. I. M. Os “recifes” de Natal. 30º Congresso Brasileiro de Geologia, **Anais...** 2: 838-847. 1978a.

OLIVEIRA, M. I. M. Os “recifes” de Natal. Recife. Dissertação de mestrado, Universidade Federal de Pernambuco. 76 p. 1978b.

- OLIVEIRA, E.V., *Mamíferos fósseis do Quaternário do estado do Rio Grande do Sul*, Brasil. Dissertação de Mestrado em Geociências, UFRGS, 92p. 1992a.
- OLIVEIRA, E.V., *Mamíferos fósseis do Pleistoceno Superior-Holoceno do Rio Grande do Sul e seu significado paleoecológico*. Disciplina de Paleoclimatologia do Quaternário. Curso de Pós-graduação em Geociências, UFRGS, Porto Alegre, RS. 1-15 (Manuscrito inédito) 1992b.
- OLIVEIRA, E.V. Perspectivas para a pesquisa geopaleontológica no Cenozóico continental do estado do Rio Grande do Sul, Brasil. **Comunicações do Museu de Ciências e Tecnologia** / UBEA / PUCRS. Série Ciências da Terra. Porto Alegre, nº 1, 75-84. 1995.
- OLIVEIRA, M.I.M.; BAGNOLI, E.; FARIAS, C.C.; NOGUEIRA, A.M.B. & SANTIAGO, M. 36º Congresso Brasileiro de Geologia. **Anais...** 2: 621-634. 1990.
- OTTMAN, F. Une hypothese sur l'origin des "arrecifes" du nordeste brésilien. Soc. Geol. France, **Compt. Rend. Somm.** 175-176. 1960.
- PALACIO, F.J. Revisión zoogeográfica del sur del Brasil. **Boletim do Instituto Oceanográfico**, São Paulo 31: 69-92. 1982.
- PAULA COUTO, C. Paleontologia do Rio Grande do Sul. **Revista do Inst. Hist. Geogr. do R.G.S.** Porto Alegre. Ano XIX.III, IV trim. p.29-90. 1939.
- PAULA COUTO, C. Paleontologia do Rio Grande do Sul. **Revista do Inst. Hist. Geogr. do R.G.S.** Porto Alegre. Ano XXI.III, I trim. p.5-88. 1940.
- PAULA COUTO, C. Um *Toxodon* do pampeano do Rio Grande do Sul. Anais da Academia Brasileira de Ciências, Rio de Janeiro, 2: 137-141. 1942.

- PAULA COUTO, C. Sobre a presença dos gêneros *Hippidion* e *Toxodon*, no Pleistoceno do Rio Grande do Sul. **Boletim do Museu Nacional**, Geologia, Rio de Janeiro, 2: 1-12. 1944.
- PAULA COUTO, C. Contribuição para o estudo de *Hoplophorus euphractus* Lund, 1839. **Summa Brasiliensis Geologiae**, Fasc.4, ano 2, vol. 1: 33-53. 1947.
- PAULA COUTO, C. Sobre um macrauquenido gigante. *Macrauqueniopsis* gen. nov. del pampero inferior de la Argentina. **Notas del Museo de La Plata**, Paleontología, La Plata, 10(84): 233-257. 1948.
- PAULA COUTO, C. Sobre os vertebrados fósseis da coleção Sellow, do Uruguai. **Boletim da Divisão de Geologia e Mineralogia**, Rio de Janeiro, 125:1-12. 1949.
- PAULA COUTO, C. Paleontologia Brasileira (Mamíferos) **Biblioteca Científica Brasileira. Série A**. Rio de Janeiro, 1:1-516. 1953.
- PAULA COUTO, C. Considerações sobre o Pleistoceno sul-brasileiro. **Revista Brasileira de Geografia**, Rio de Janeiro, 3: 569-574. 1961.
- PAULA COUTO, C. O Pleistoceno sul-americano e as migrações humanas pré-históricas. **Pré-história brasileira**, São Paulo, p.1-42. 1968.
- PAULA COUTO, C. Mamíferos Fósseis do Quaternário do Sudeste Brasileiro. **Boletim Paranaense de Geociências**, Curitiba, PR, 33: 89-132. 1975.
- PAULA COUTO, C. **Tratado de paleomastozoologia**. Academia Brasileira de Ciências, Rio de Janeiro. 563p. 1979
- PAULA COUTO, C. Um tatu gigante do pleistoceno de Santa Catarina. **Anais da Academia Brasileira de Ciências**, Porto Alegre. 52(3): 527-531. 1980.

- PAULA COUTO, C. & Souza Cunha Relatório dos trabalhos de campo, geopaleontológicos, realizados por equipe do Museu Nacional, em abril de 1965, sob os auspícios do CNPq, Rio de Janeiro. 1965.
- PETRI, S. & FÚLFARO, V.J. **Geologia do Brasil (Fanerozóico)**. EDUSP, São Paulo. 1971.
- PEZZUTO, P. R. **Ecologia populacional de *Neocallichirus mirim* (Rodrigues, 1971) (Decapoda; Callianassidae) na praia do Cassino, RS, Brasil**. Dissertação de mestrado - Oceanografia Biológica - Universidade do Rio Grande, 172 p. 1993.
- PILKEY, O.H. & FRANKBERG, D. The relict-recent sediment boundary on the Georgia continental shelf. **Bull. Georgia Acad. Sci.** 22(1): 37-40. 1964.
- RICHTER, M. Osteichthyes e elasmobranchii (Pisces) da Bacia de Pelotas, Quaternário do R.G.S., Brasil. **Revista Paulacoutiana**, Porto Alegre, (1): 17-37. 1987.
- ROCHA DE OLIVEIRA, U.; BUCHMANN, F.S.C. & ITUSARRY, M.E. **Índice de Similaridade de Fager e Índice de Similaridade Faunística de Simpson Aplicados aos Fósseis de Mamíferos Terrestres do Pleistoceno Superior Coletados na Atual Linha de Costa da Planície Costeira do Rio Grande do Sul, Entre o Farol do Albardão e o Balneário do Hermenegildo**. Monografia de conclusão do Bacharelado no curso de Geografia (FURG), 114 p. 2001.
- RODRIGUES, S.A. **Estudos sobre *Callianassa* - Sistemática, Biologia e Anatomia**. Tese de doutorado. Universidade de São Paulo. 168 p. 1966.
- RODRIGUES, S.A., SUGUIO, K. & SHIZIMU, G.Y. Ecologia e paleoecologia de *Callichirus major* Say (1818) (Crustacea, Decapoda, Thalassinidea). 4º Seminário Regional de Ecologia. **Anais...** p.499-519. 1984.
- SOARES, A. D.; BUCHMANN, F. S. C. & ITUSARRY, M. E. G. S. Determinação da porcentagem de carbonato de cálcio e análise granulométrica da fração areia do

icnofóssil Ophiomorfa (*Callichirus*) coletados na praia do Cassino – RS. 9º Congresso de Iniciação Científica, Pelotas, **Resumos**, p. 147. 2000.

SOLIANI JR, E. **Geologia da Região de Santa Vitória do Palmar, RS, e a Posição Estratigráfica dos Fósseis de Mamíferos Pleistocênicos**. Dissertação de Mestrado do Curso de Pós-Graduação em Geociências, Universidade Federal do Rio Grande do Sul. 88p. 1973.

SOLIANI JR, E. & JOST, H. Mamíferos pleistocênicos e sua posição estratigráfica na Planície Costeira do R.G.S., SE do Brasil. Primer Congreso Argentino de Paleontología y bio-estratigrafía, Tucuman, Argentina. **Atlas** Tomo II: 569-574. 1974.

SOUZA, R. S. Cimentação carbonática do beachrock de Itapuaçu, Maricá, Rio de Janeiro. 35º Congresso Brasileiro de Geologia, **Anais...** 2: 975-987. 1988.

SPERANSKI, N.S. & CALLIARI, L.J. Efeito do foco-estável e a erosão costeira localizada. 7º Congresso da Associação Brasileira de Estudos do Quaternário, Porto Seguro, **Anais...** VIIABEQUA_zco 004.pdf. 1999.

SUGUIO, K. & PETRI, S. Stratigraphy of the Iguape-Cananéia lagoonal region sedintary deposits, S. Paulo State, Brasil. I. Field observation and grain size analysis. **Boletim do Instituto de Geociências**, USP, São Paulo, V.4: 1-20. 1973.

SUGUIO, K. & MARTIM, L. Presença de tubos fósseis de Callianassa nas formações quaternárias do litoral paulista e sua utilização na reconstrução paleoambiental. **Boletim do Instituto de Geociências**, USP, São Paulo, 7: 17-26. 1976.

SUGUIO, K.; RODRIGUES, S.A.; TESSLER, M.G. & LAMBOOY, E.E. Tubos de Ophiomorpha e outras feições de bioturbação na Formação Cananéia, Pleistoceno da planície costeira Cananéia-Iguape, S.P. Lacerda, L.D.; Araújo, D.S.D.; Cerqueira, R.; Turq, B. (orgs.). Restingas : Origens, Estrutura, Processos. CEUFF, Niterói. **Anais...** p.111-22. 1984.

SWIFT, D.J.P.; STANLEY, D.J. & CURRAY, J.R. Relict sediments on continental shelves: a reconsideration. **Journal of Geology**, 79: 322-346. 1971.

TOMAZELLI, L.J. Contribuição ao conhecimento das fácies de ambiente praias a partir de elementos do Pleistoceno costeiro do Rio Grande do Sul. 2º Simpósio Sul-Brasileiro de Geologia, Florianópolis, SC, **Anais...** p. 325-388. 1985.

TOMAZELLI, L.J.; VILLWOCK, J.A.; LOSS, E.L. & DEHNHARDT, E.A. Caracterização de um depósito praias pleistocênico na província costeira do Rio Grande do Sul, Brasil. 32º Congresso Brasileiro de Geologia, Salvador, Bahia, V.4, **Anais...** p.1514-1523. (1982).

TOMAZELLI, L.J.; VILLWOCK, J.A.; DILLENBURG, S.R. & DEHNHARDT, B.A. Significance of present-day coastal erosion and marine transgressive, Rio Grande do Sul, Southern Brazil. **Anais da Academia Brasileira de Ciências**, 70(2): 221-229. 1998.

TOMAZELLI, L.J.; VILLWOCK, J.A.; BARBOSA, E.G.; BUCHMANN, F.S.C. & SANTOS, L.A.O. A Erosão costeira no Rio Grande do Sul: Uma avaliação das causas e conseqüências. 7º Congresso da Associação Brasileiro de Estudos do Quaternário, Porto Seguro, **Anais...** CD-rom. 1999.

TOMAZELLI, L.J. & VILLWOCK, J.A. Processos erosivos na costa do Rio Grande do Sul, Brasil: Evidências de uma provável tendência contemporânea de elevação do nível relativo do mar. 2º Congresso da Associação Brasileira de Estudos do Quaternário, **Resumos...**, Rio de Janeiro, p. 16. 1989.

TOMAZELLI, L.J. & VILLWOCK, J.A. O Cenozóico do Rio grande do Sul: Geologia da Planície Costeira. Holz, M & DeRos, L.F. (editores), **Geologia do Rio Grande do Sul**. Edição CIGO/UFRGS. 444 p. 2000.

TOMAZELLI, L.J.; VILLWOCK, J.A.; BACHI, F.A. & DEHNHARDT, B.A. A tendência atual do nível relativo do mar na costa do Rio Grande do Sul: uma

análise das evidências. 6º Simpósio Sul Brasileiro de Geologia, **Boletim de Resumos Expandidos**, 281-283, Porto Alegre, RS. 1995.

TOMAZELLI, L.J.; VILLWOCK, J.A.; DILLENBURG, S.R.; BACHI, F.A. & DEHNHARDT, B.A. Erosão costeira no Rio Grande do Sul, 34º Congresso Brasileiro de Geologia, Salvador, BA. **Anais...** 4: 685-687. 1996.

WHITMORE, F.C.; EMERY, K.O.; COOKE, H.B.S. & SWIFT, D.J.P. Elephant teeth from the Atlantic continental shelf. **Science**, 156: 1477-1481. 1967.

VILLWOCK, J.A.; TOMAZELLI, L.J.; LOSS, E.L.; DEHNHARDT, E.A.; HORN, N.O.; BACHL, F.A. & DEHNHARDT, B.A. Geology of the Rio Grande do Sul Coastal Province. Rabassa, J. (ed.). **Quaternary of the South America and Antarctic Peninsula**. A.A. Balkema, Rotterdam. 4: 79-97. 1986.

VILLWOCK, J.A. & TOMAZELLI, L.J. Geologia Costeira do RS. **Notas Técnicas**, Porto Alegre, CECO-UFRGS, 8: 27-29. 1995.

ZIBROWIUS, H. Les Scléreactiniaires de la Méditerranée et de l'Atlantique nord-oriental. **Memories de l'Institut Oceanographique** 11: 1-284. 1980.

7. ANEXOS

PLANILHA DE LOCALIZAÇÃO NA PORÇÃO CENTRAL DA PLANÍCIE COSTEIRA DO RIO GRANDE DO SUL

Estação	km	U T M
Molhes da Barra	0	
10 km ao Norte da base dos molhes de São José do Norte	10	64508223 22 404410
Yemanjá - Praia do Mar Grosso	12	
	20	6457875 22 410431
Pesqueiro Schmit Hasegawa	21	64 59 981 22 j 041 24 47
	30	6464850 22 417203
	40	6470117 22 423965
Farol do Estreito	45	6472444 22 427151
Barra do Estreito	50	6475185 22 431390
	60	647926 22 438870
	70	6484626 22 446812
Farol da Conceição	80	6489422 22 454341
João da Praia - Bujuru	90	6495223 22 461836
	100	6502911 22 470743
	110	6509214 22 477516
	120	6516171 22 483612
	130	6523232 22 489641
Barra Sul da Lagoa do Peixe	140	6530106 22 495814
Lagamarzinho	150	6535774 22 501866

PLANILHA DE LOCALIZAÇÃO NA PORÇÃO SUL
DA PLANÍCIE COSTEIRA DO RIO GRANDE DO SUL

Estação	km	Coordenadas
Molhes da Barra	-7	
Praia do Cassino	0	32° 11,374' S 52° 09,733' W
Navio Altair	16	
Farol Sarita	58	32° 37,830' S 52° 25,498' W
10 km Sul Farol Sarita Sede da Est. Ecol. do Taim	70	32° 43,788' S 52° 26,498' W
Limite Sul da Est. Ecol. do Taim	82	32° 49,669' S 52° 28,787' W
Farolete Verga	100	32° 58,574' S 52° 33,414' W
10 km Sul Farolete Verga	110	
Farol do Albardão	130	33° 12,281' S 52° 42,155' W
10 km Sul Farol do Albardão	140	
Duna do Tadeu	156	33° 21,552' S 52° 52,389' W
Pesqueiro Dona Yayá Co-1	173	33° 27,030' S 52° 59,159' W
Farol Fronteira Aberta Co-4	179	33° 28,643' S 53° 01,195' W
Barco de Ferro Co-6	184	22 h 0309635 6291268 UTM
Bosque Passo da Lagoa Co-9	188	33° 32,452' S 53° 05,994' W
Bosque Experimento Co-12	192	33° 34,410' S 53° 08,324' W
Praia do Hermenegildo - Yemanjá	209	33° 40,001' S 53° 15, 572' W
Praia das Maravilhas	217	33° 43,278' S 53° 20,442' W
Farol da barra do Arroio Chuí	220	33° 44,555' S 53° 22,340' W