

MODELO DA SEDIMENTAÇÃO HOLOCÊNICA NA PLATAFORMA CONTINENTAL SUL BRASILEIRA

RENATO OSCAR KOWSMANN ⁽¹⁾
MARCIO PAULO DE ATAIDE COSTA ⁽¹⁾
MARCO AURÉLIO VICALVI ⁽²⁾
MARIA GLICIA DA NÓBREGA COUTINHO ⁽³⁾
LUIZ ANTONIO PIERANTONI GAMBÔA ⁽⁴⁾

⁽¹⁾ Geólogo do Departamento de Geologia da Superintendência de Recursos Minerais/CPRM – Projeto REMAC

⁽²⁾ Geólogo do Departamento Nacional da Produção Mineral/DNPM – Projeto REMAC

⁽³⁾ Geólogo do Departamento de Geologia da Superintendência de Recursos Minerais/CPRM

⁽⁴⁾ Geólogo do Centro de Estudos de Geologia Costeira e Oceânica – CECO/Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS)

RESUMO – Este trabalho descreve a história geológica da plataforma continental sul brasileira, durante a Transgressão marinha Holocênica. Baseia-se na análise de todos os registros de 3,5 kHz disponíveis, na descrição lito-micropaleontológica e datação radiocarbono de vinte testemunhos a pistão, e nas suas correlações com mapas faciológicos dos sedimentos superficiais, já publicados.

Sedimentos grosseiros basais holocênicos são produto do retrabalhamento durante o Máximo Glacial, há 16 000 anos A.P., dos depósitos regressivos do Wisconsiniano Superior, subjacentes, que se estenderam até o talude continental. Farinha de conchas de moluscos foi concentrada na plataforma externa, enquanto as areias migraram através da plataforma, pelo recuo da linha de praia. Durante curtos períodos de estabilização do nível do mar, estas areias ficaram empilhadas como cordões litorâneos. Estes cordões foram parcialmente truncados e mais tarde afogados, com a retomada do processo transgressivo. Na plataforma sul-rio-grandense, duas antigas linhas de cordões litorâneos, identificados morfologicamente como escarpas no substrato arenoso, acompanham as atuais isóbatas de 60 e 110 metros. Com o aumento da coluna d'água, depositou-se na plataforma média uma facies lamosa homogênea, recobrando parcialmente as areias basais ou assentando-se diretamente sobre os sedimentos pleistocênicos. Ao norte do cabo de Santa Marta, os numerosos canais fluviais pleistocênicos foram afogados pelo mar transgressivo, estabelecendo condições de início estuarinas e posteriormente marinhas.

Entre 7 000 e 2 000 anos A.P., o nível do mar oscilou próximo ao atual. Condições estáveis da dinâmica costeira favoreceram o desenvolvimento de restingas múltiplas, que se estenderam ao longo da presente linha da costa do Rio Grande do Sul. Durante o mesmo período, clásticos finos progradaram sobre a plataforma.

Estes clásticos, porém, nunca alcançaram a plataforma externa e talude, porque seu fornecimento foi interrompido com o fechamento das restingas e a formação das lagoas dos Patos e Mirim, em época posterior a 2 000 anos A.P.

DESCRITORES: Sedimentação, Holoceno, Plataforma continental, oscilação eustática do nível do mar, datação carbono-14, Sul do Brasil.

ABSTRACT – *This study presents the geologic history of the Southern Brasil continental shelf during the Holocene marine Transgression. It is based on the analysis of all 3.5 kHz records available, on the lithologic-micropaleontologic description and radiocarbon dating of twenty piston cores, and on their correlation with previously published surface sedimentary facies maps.*

Coarse basal Holocene sediments are products of reworking, initiated at the Glacial Maximum 16 000 years B.P., of the underlying late Wisconsin regressive deposits which extended onto the continental slope. Mollusk shell hash was concentrated on the outer shelf, while sands migrated across the shelf through shore face retreat. During short periods of sea level stillstand the sands were built up as beach ridges. These were partly razed and eventually drowned as the sea again continued to rise. Two former lines of beach ridges, morphologically identified as scarps in the sandy substrate, were detected along the Rio Grande do Sul shelf at the present 60 and 110 m isobaths. As the water column deepened, a homogeneous mud facies deposited along the middle shelf, partly covering the basal sands or lying directly over Pleistocene sediments. North of Cape Santa Marta, the numerous Pleistocene fluvial channels were flooded by the transgressive sea, establishing estuarine conditions. As the sea rose further, it drowned the entire alluvial plain.

Between 7 000 and 2 000 years B.P., the sea oscillated near its present level. Constant coastal dynamic conditions favored the development of the multiple barrier islands which extend along the present coast line of Rio Grande do Sul. During the same time interval, continent derived muds prograded across the shelf. These, however, never did reach the outer shelf and slope, because their source was cut off sometime after 2 000 years B.P., with the closing of the barrier islands and the formation of the Patos and Mirim Lagoons.

KEY WORDS: Sedimentation, Holocene, continental shelf, eustatic sea level change, carbon 14 dating, Southern Brazil.

1 – INTRODUÇÃO

As características dos sedimentos superficiais da plataforma continental sul brasileira têm sido estudadas sistematicamente, desde 1967. Destes estudos resultaram o mapeamento das facies sedimentares superficiais e várias tentativas de determinar as suas relações ambientais.

No entanto, a compreensão das relações estratigráficas e das posições destes sedimentos dentro da história geológica do Quaternário exigia um conhecimento tridimensional, somente possível quando se conhecesse o comportamento das camadas em subsuperfície. Assim, durante o Cruzeiro Woods Hole-Águas Rasas (1972/73 – tratos 1 e 2, fig. 1), do Projeto REMAC, foram executadas linhas contínuas de ecobatimetria, utilizando-se um sistema “EDO WESTERN” de 3,5 kHz e um registrador PDR, que obtiveram reflexões do subfundo. A subsequente complementação destes dados durante o Cruzeiro REMAC-Águas Rasas (1974 – trato 6, fig. 1) permitiu conseguir, além de novos registros de 3,5 kHz, testemunhos longos correlacionáveis com eles.

Os 20 testemunhos referidos neste trabalho (fig. 2) foram radiografados conforme técnica descrita por OTTMAN e BOUGÉ (1970), e posteriormente abertos, descritos e amostrados sistematicamente. A microfauna foi estudada por VICALVI (neste volume). Biodetritos selecionados tanto nos testemunhos como em amostras superficiais (fig. 2) sofreram datação pelo método carbono-14, realizada na University of Texas, Austin, pelo Professor S. Valastro (quadro I).

Nos registros de 3,5 kHz procurou-se identificar litológica e estratigraficamente os refletores contínuos, através de correlações tanto com o mais recente mapa faciológico da área (ROCHA *et alii*, 1975) como com os resultados fornecidos pela análise dos testemunhos. Ilustram o presente estudo, a propósito selecionadas, as cinco seções mais características (fig. 1).

Para relacionar o efeito produzido pelas oscilações eustáticas, durante o Quaternário Superior, sobre o padrão deposicional identificado, foi necessário associar as datações por carbono-14, efetuadas no presente trabalho, com curvas eustáticas conhecidas. Isto porque os componentes biodetríticos datados não são constituídos por fauna de ambiente diagnosticamente litorâneo.

Os resultados das datações melhor se adaptaram à curva de MILLIMAN e EMERY (1968) do que à de CURRAY (1964, 1965). A primeira refere-se à plataforma leste dos Estados Unidos, mais comparável à plataforma sul brasileira. A segunda foi baseada em dados provenientes do Golfo do México e Califórnia, áreas que sofreram variações de caráter isostático.

2 – RELAÇÕES AMBIENTAIS – ESTUDOS ANTERIORES

As características texturais dos sedimentos de superfície da plataforma continental sul brasileira foram estudadas por ZEMBRUSKI (1967), MARTINS *et alii* (1967), MARTINS *et alii* (1972a), MILLIMAN *et alii* (1972), MARTINS *et alii* (1973), FRANCISCONI *et alii* (1974) e ROCHA *et alii* (1975). A distribuição mineralógica foi estudada por POMERANCBLUM e COUTINHO (1972), GAMBÔA *et alii* (1973), FRANCISCONI *et alii* (1974) e ROCHA *et alii* (1975).

Segundo ROCHA *et alii* (1975, fig. 2), a plataforma continental, desde Cabo Frio até quase o sul do Rio Grande do Sul, apresenta uma distribuição de sedimentos bastante contínua. A plataforma interna é constituída por 90% de areia predominantemente quartzosa e cascalho biodetrítico, depositados em ambiente costeiro de praia. A plataforma média contém argila e silte terrígenos pobres em areia e depositados em ambiente costeiro lagunar. A plataforma externa é constituída por carbonato biodetrítico relictos, composto por moluscos, crustáceos e foraminíferos arenáceos. O talude continental mostra sedimentos finos terrígenos, oriundos do retrabalhamento de depósitos relictos da plataforma e com fração arenosa predominantemente composta por foraminíferos planctônicos. Ao largo do Sul do Rio Grande do Sul, as plataformas interna e externa são constituídas por areia quartzo-feldspática, encontrando-se na plataforma média ocorrências isoladas de corpos de lama terrígena. O talude continental é composto por sedimentos terrígenos, com alto conteúdo de silte e baixo teor de carbonato. Nesta região, os sedimentos foram depositados em ambientes semelhantes aos da região ao norte, mas os constituintes mineralógicos revelaram proveniência Platina.

Os testemunhos curtos obtidos na facies arenosa da plataforma interna do Rio Grande do Sul, durante a Operação GEOMAR VI, indicaram um ambiente atual de retrabalhamento intenso (KOWSMANN e COSTA, 1974a), o qual certamente modificou as características praias sugeridas por ROCHA *et alii* (1975). FIGUEIREDO JR. (1975), estudando os sedimentos ao largo de Albardão, Rio Grande do Sul, constatou também ambiente de alta energia, atribuindo a concentração de depósitos conchíferos, na plataforma interna, ao retrabalhamento atual de sedimentos pleistocênicos. Contrariando a origem lagunar proposta por ROCHA *et alii* (1975), os testemunhos da facies lamosa de plataforma média, estudados por KOWSMANN e COSTA (1974a), evidenciaram ambiente francamente

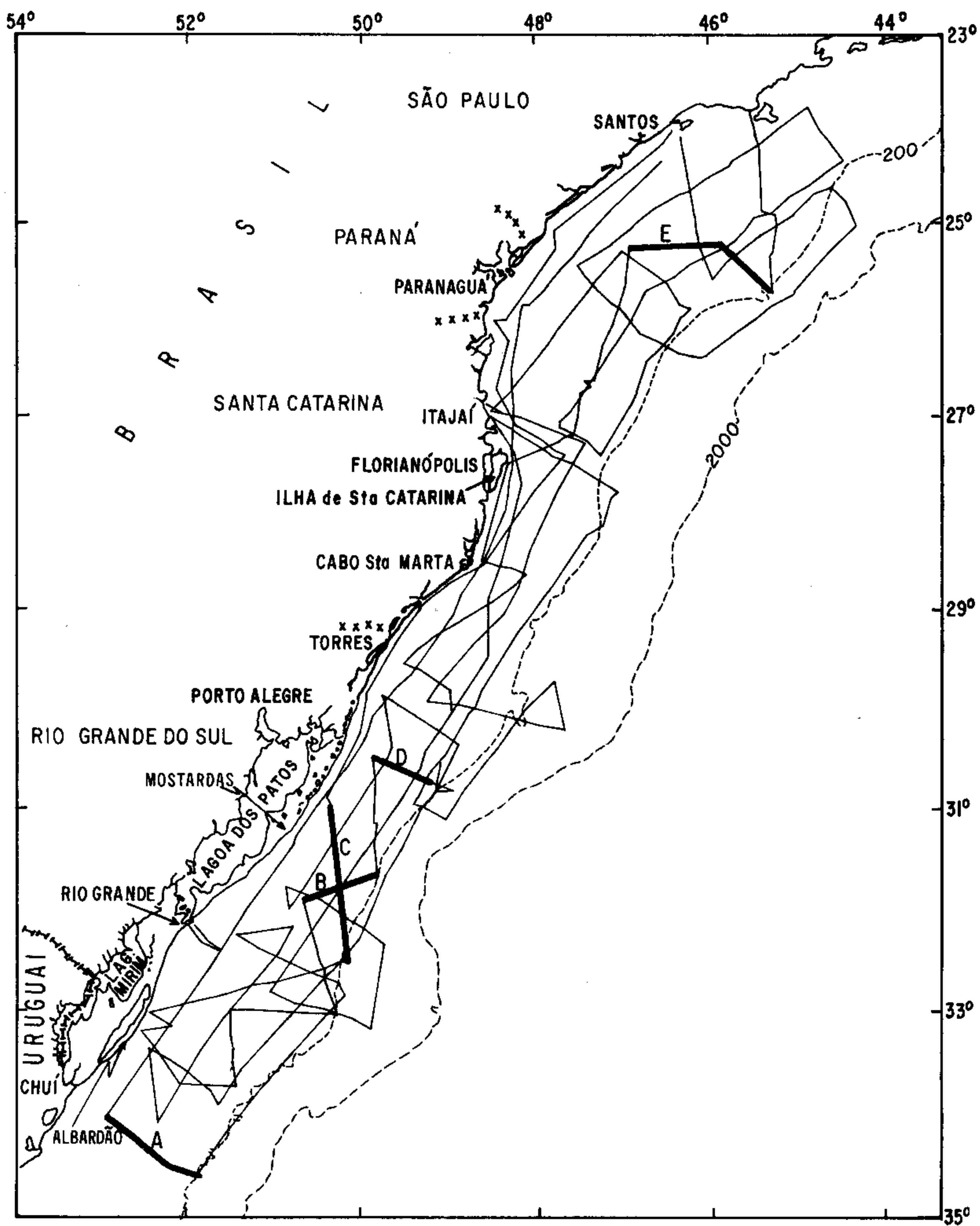


Fig. 1 — Mapa de localização dos levantamentos ecobatimétricos com 3,5 kHz. Linhas grossas e letras identificam as seções ilustradas nas figuras 4 a 8.

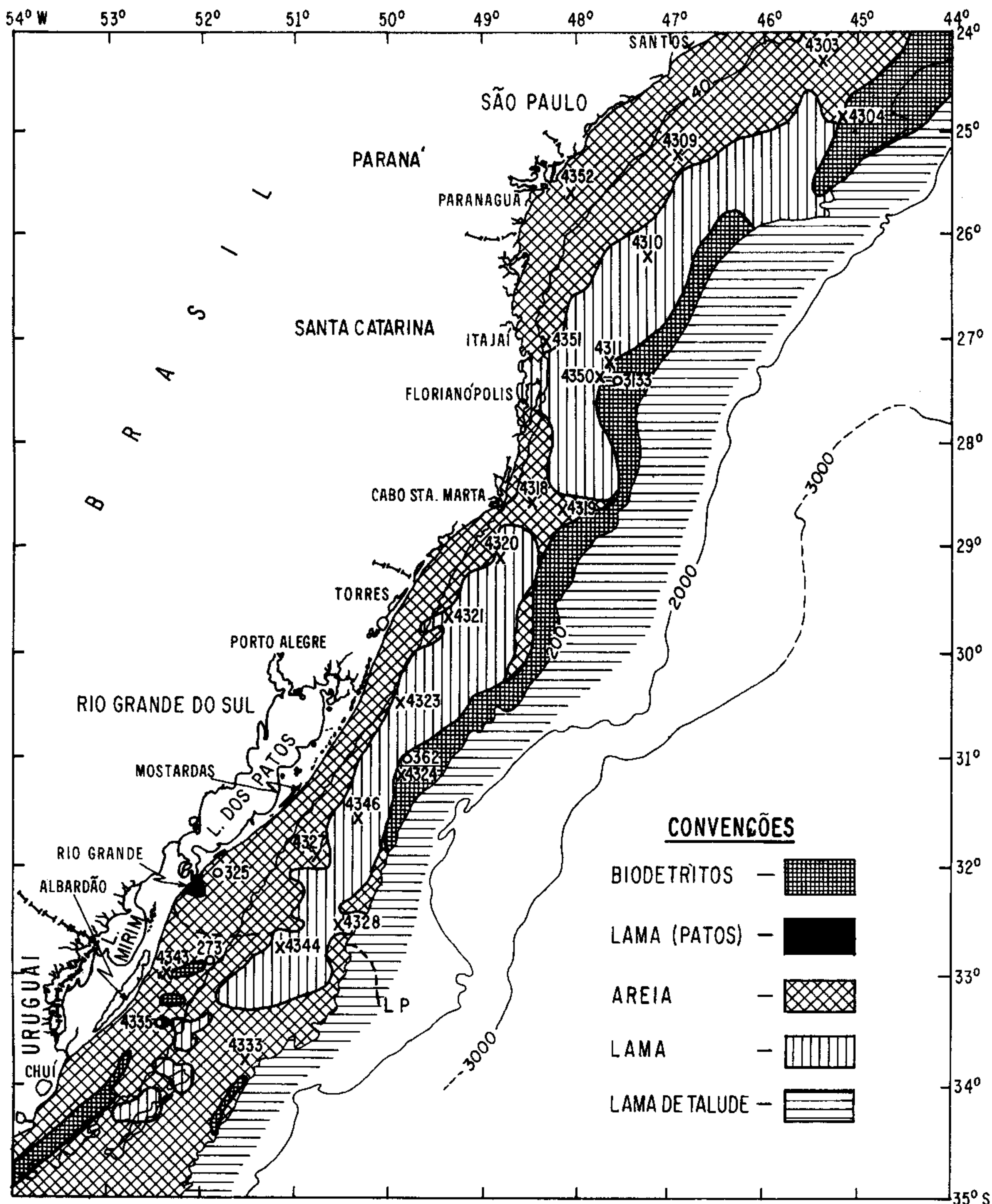


Fig. 2 — Mapa litofaciológico dos sedimentos superficiais da plataforma continental sul brasileira, baseado em ROCHA, et alii (1975). X — testemunhos analisados; o — amostras superficiais datadas por carbono-14; LP — limite da ocorrência de sedimentos de origem Platina.

marinho para esta facies, pelo menos em sua porção superior. Biodetritos de plataforma externa, segundo estes autores, depositaram-se em ambiente de plataforma média, e foram posteriormente retrabalhados e concentrados em ambiente costeiro.

Considerando as oscilações eustáticas durante o Holoceno, KOWSMANN e COSTA (1974b) sugeriram estabilizações do nível do mar a -60, -110 e -170m, baseados principalmente em concentrações de areias terrígenas na fração grosseira dos sedimentos. FRANCISCONI *et alii* (1974) identificaram antigas linhas de costa a -60 e -110m, baseando-se na distribuição batimétrica dos corpos arenosos e lamosos.

3 – RELAÇÕES ESTRATIGRÁFICAS

a) *A plataforma continental entre o arroio Chuí e a cidade de Albardão* tem a sua distribuição de sedimentos com predominância de areias terrígenas e com mineralogia de fonte Platina (ROCHA *et alii*, 1975) (fig. 2). Localmente ocorrem depósitos conchíferos grosseiros, em interdigitação com aquelas areias (FIGUEIREDO JR., 1975).

Datações por carbono-14, efetuadas por FIGUEIREDO JR. (1975) e no curso deste trabalho (quadro I), assinalaram a deposição de biodetritos na plataforma interna, tanto na fase regressiva do mar wisconsiniano como na fase transgressiva holocênica. A fração conchífera da amostra 4335 revelou idade de $23\,050 \pm 550$ anos. Já um *beach rock* existente na mesma amostra foi datado em $16\,250 \pm 1\,670$ anos por FIGUEIREDO JR. (1975). A amostra G 273, citada por este mesmo autor, apresentou idade de $17\,000 \pm 340$ anos. Finalmente, uma amostra correspondente a um nível de conchas situado a 55cm do topo do testemunho 4343 revelou idade de $6\,470 \pm 70$ anos. As duas datações supra-referidas de idades extremas concordam praticamente com a curva eustática de MILLIMAN e EMERY (1968) (fig. 3), deixando claro que a atual plataforma interna esteve submersa somente nos períodos que correspondem ao início da Regressão do Wisconsiniano Médio e ao final da Transgressão Flandriana. As idades intermediárias, deslocadas batimetricamente em relação à curva eustática, demonstraram provável contaminação de biodetritos pleistocênicos por componentes mais recentes, como sugere FIGUEIREDO JR. (1975).

A simples presença aflorante de biodetritos de idade pleistocênica, concentrados na plataforma interna, segundo FIGUEIREDO JR. (1975), durante a construção moderna de bancos arenosos, significa que os sedimentos superficiais grosseiros originaram-se, em grande parte, da canibalização de sedimentos pleistocênicos.

Na plataforma externa, o testemunho 4333, obtido à profundidade de 100m, possui na base componentes biogênicos característicos de plataforma rasa. A datação de uma amostra da base do testemunho (quadro I) acusou idade de $14\,690 \pm 170$ anos, que coincide com a época do mais baixo nível de mar da curva eustática de MILLIMAN e EMERY (1968) (fig. 3). Daí se depreende que durante o limite Pleistoceno/Holoceno o mar esteve, no mínimo, 100m abaixo do nível atual nesta região.

Em uma depressão batimétrica com forma de canal, que se desenvolve ao longo da plataforma central, encontra-se um corpo lamoso terrígeno, encaixado na facies arenosa.

A seção A (fig. 4), perpendicular à costa, ao largo do arroio Chuí, exemplifica as relações estratigráficas entre as facies arenosa e lamosa, supramencionadas. Os sedimentos situados entre a superfície e o refletor mais raso ocorrem somente dentro dos limites da depressão batimétrica e, segundo amostragem superficial, correspondem à facies lamosa. A espessura máxima deste depósito é de cerca de 14m. Um segundo refletor, mais profundo e com continuidade provável abaixo do corpo de lama, ocorre ao longo de toda a seção. Amostragem superficial permitiu estabelecer a correlação da camada sobrejacente a este refletor com a facies arenosa.

Embora não se tenha informação sobre a litologia e idade dos sedimentos situados abaixo deste segundo refletor, acredita-se que a facies arenosa, de acordo com a datação dos biodetritos associados, seja o resultado do retrabalhamento, pelo mar holocênico transgressivo, dos sedimentos pleistocênicos subjacentes. Assim, o segundo refletor provavelmente representaria o contato Holoceno/Pleistoceno nesta região.

b) *A plataforma continental entre a cidade de Albardão e o cabo de Santa Marta* é capeada internamente por areias terrígenas. Entre as cidades do Rio Grande e Mostardas, estas areias formam, localmente, bancos associados a depósitos conchíferos (fig. 2). Uma amostra superficial destes biodetritos (G 325) foi datada por FIGUEIREDO JR. (1975) como superior a 30 000 anos. A mesma amostra, datada no Texas, indicou idade de $21\,110 \pm 430$ anos (quadro I). Essas idades, embora discrepantes, coincidem com a Regressão Wisconsiniana do Pleistoceno, evidenciando que, à semelhança da plataforma na área de Albardão, os sedimentos grosseiros superficiais provêm principalmente da canibalização do substrato pleistocênico.

Na plataforma média localiza-se uma faixa contínua de sedimentos lamosos, passando, na plataforma externa, a sedimentos arenosos terrígenos e biodetríticos (fig. 2).

Estes sedimentos biodetríticos são constituídos principalmente por conchas de moluscos, tendo sido depositados em ambiente de plataforma média e retrabalhados em ambiente costeiro (KOWSMANN e COSTA, 1974a). Em recente reavaliação da paleobatimetria, M.E.M. dos Santos (com. pessoal) sugere deposição dos moluscos em ambiente mais de plataforma interna do que média.

Uma amostra superficial destes biodetritos (amostra G 362), coletada a 135m de profundidade, foi datada no Texas, com idade de $17\,420 \pm 270$ anos (quadro I). Um único testemunho (4324), amostrado em lâmina d'água de 132m, recuperou nódulos de algas calcárias nos 200cm inferiores.

Segundo VICALVI (neste volume), junto a essas algas são encontrados foraminíferos arenáceos, indicadores de plataforma média a externa. A aparência desgastada destes foraminíferos e a presença de outras formas bentônicas, indicadoras de águas costeiras, denunciam que a assembléia carbonática foi posteriormente submetida a um ambiente costeiro de alta energia. Uma

QUADRO I

Índice das datações por carbono-14 efetuadas em sedimentos da plataforma continental sul brasileira. (*) – amostras obtidas ao norte da área estudada e só utilizadas na elaboração da figura 3; (**) – amostras datadas por FIGUEIREDO JR. (1975).

Cruzeiro	Amostra		Prof. lâmina d'água, m	Idade, anos A.P.	Localização	
	Número	Natureza			Latitude S.	Longitude W.
REMAC-ÁGUAS	4160(*)	conchas/subsuperf.	66	10 620 ± 300	18° 45,8'	038° 33,6'
RASAS	4294(*)	conchas/superf.	73	18 750 ± 280	23° 08,0'	042° 44,1'
"	4304	conchas/subsuperf.	105	12 550 ± 140	24° 55,0'	045° 13,5'
"	4319	conchas/subsuperf.	115	19 910 ± 330	28° 40,0'	048° 09,0'
"	4324	algas calc./sub-superf.	132	17 330 ± 480	31° 10,5'	049° 55,3'
"	4333	conchas/subsuperf.	100	14 690 ± 170	33° 44,7'	051° 34,8'
"	4335	conchas/superf.	28	23 050 ± 550	33° 27,4'	052° 27,0'
"	4335(**)	beach rock/superf.	28	16 250 ± 1670	33° 27,4'	052° 27,0'
"	4343	conchas/subsuperf.	19	6 470 ± 70	32° 59,5'	052° 23,2'
WHOI-ÁGUAS						
RASAS	3133	conchas/superf.	136	13 780 ± 170	27° 28,0'	047° 34,0'
GEOMAR IV	G273(**)	conchas/superf.	40	17 000 ± 340	32° 51,0'	051° 52,0'
GEOMAR VI	G325	conchas/superf.	25	21 110 ± 430	32° 13,0'	051° 46,0'
GEOMAR VI	G362	conchas/superf.	135	17 420 ± 270	31° 06,0'	049° 46,0'

amostra de alga calcária, tomada a 185cm do topo do testemunho 4324, foi datada em 17 330 ± 480 anos (quadro I).

A curva eustática de MILLIMAN e EMERY (1968) (fig. 3) leva a admitir que o nível do mar, nessa época, estaria a cerca de 110m abaixo do atual, denotando que a deposição da assembléia carbonática se teria dado à profundidade aproximada de 30m. Isso estaria em desacordo com a batimetria de plataforma média e externa, inferida pelos foraminíferos arenáceos, mas em acordo com a grande maioria da assembléia carbonática. É provável que os arenáceos se tivessem depositado durante o início da Regressão Wisconsiniana, antes dos moluscos e algas calcárias datadas e que se depositaram no final da regressão.

A julgar pela curva de MILLIMAN e EMERY (1968), o nível do mar teria alcançado cotas batimétricas ainda maiores que 110m, atingindo cerca de 130m durante o Máximo Glacial. Nessa época, a assembléia carbonática teria sido então concentrada em depósitos biodetríticos, durante curto período de mar estacionário.

A seção B (fig. 5), oblíqua à costa, exhibe a seqüência estratigráfica das facies sobreditas. Observa-se aí, da base para o topo, um pacote de sedimentos progradantes sobre um primeiro refletor, situado a 25m do piso marinho. Na plataforma externa estes sedimentos são truncados por um segundo refletor. Já na plataforma média este segundo refletor ocorre acima de sedimentos arenosos terrígenos inconsolidados, que vão aflorar na plataforma interna e foram amostrados pelo testemunho 4327. Estas areias, de acordo com as datações consideradas nos parágrafos anteriores, são o resultado do retrabalhamento do pacote progradante inferior (pleistocênico), durante a Transgressão Flandriana. Assim, na plataforma externa o segundo refletor corresponde à superfície Holoceno/Pleistoceno, enquanto na

plataforma média e interna sua idade é holocênica.

Superpostos ao refletor supradescrito, estão assentados depósitos que foram identificados, a partir de amostras superficiais e testemunhos, como biodetríticos e arenosos terrígenos, na plataforma externa, e como lamosos, na plataforma média.

Os testemunhos 4320, 4321, 4346 e 4323 – os dois últimos, ilustrados nas seções C e D (figs. 6 e 7, respectivamente) e coletados na plataforma média – atravessaram o pacote de lama, amostrando areias transgressivas subjacentes, que afloram na plataforma interna. Entretanto, os testemunhos 4344 e 4328, que também atravessaram o pacote lamoso, não amostraram areias transgressivas na base. O primeiro amostrou areias mixoalinas passando a continentais (estéreis), enquanto o segundo amostrou lamas mixoalinas e continentais intercaladas (VICALVI, neste volume).

O testemunho 4328 foi retirado ao largo do Rio Grande do Sul, na única região onde a lama de plataforma se estende até quase ao talude (fig. 2). Nesse trecho a lama é espessa e confinada a uma estreita faixa, que se orienta em direção a uma protuberância na isóbata de 2 000m, protuberância por MARTINS *et alii* (1972b) denominada "Cone do Rio Grande".

O testemunho 4344 situa-se na plataforma média, mais ao sul, dentro da região de influência dos sedimentos originários do rio da Prata (fig. 2).

A ocorrência em subsuperfície de um ambiente mixoalino, estendendo-se desde a plataforma média até a externa, onde possui caráter confinado, suscita a possibilidade da existência de um paleocanal fluvial, afogado no início da Transgressão Holocênica. Este canal, de idade

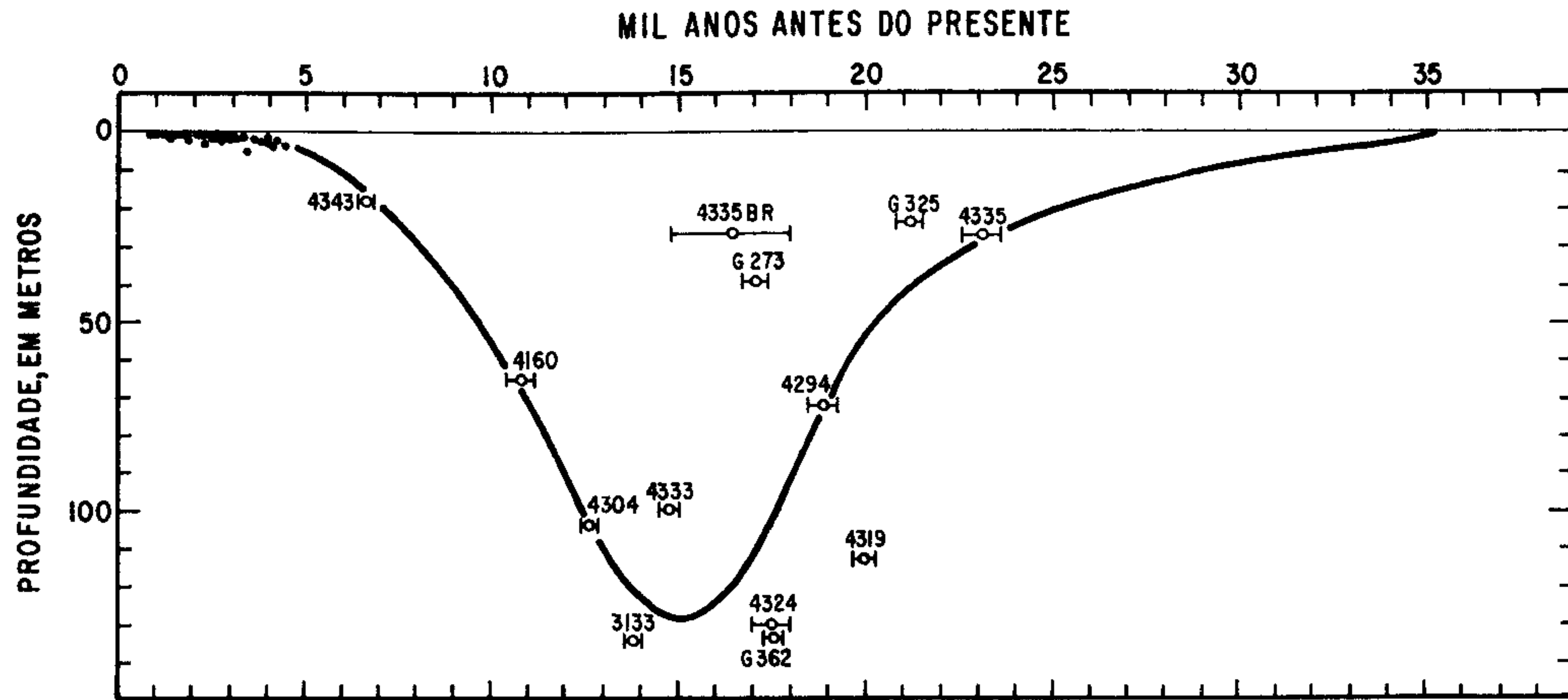


Fig. 3 – Amostras da plataforma continental sul brasileira, datadas por carbono-14 e confrontadas com a curva eustática de MILLIMAN e EMERY (1968)

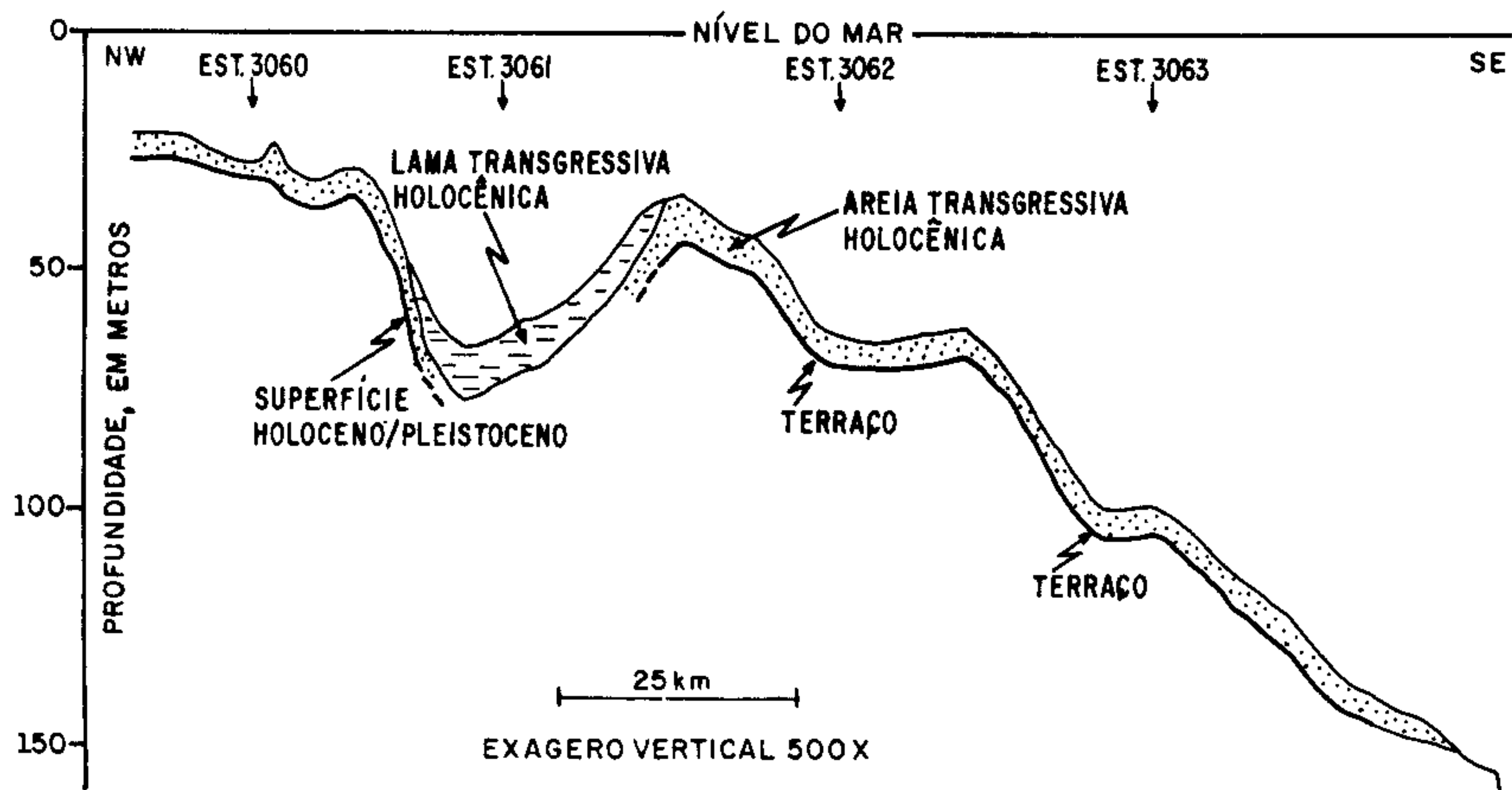


Fig. 4 – Seção A: relações estratigráficas entre as facies, de Chuí a Albardão, RS

possivelmente pleistocênica, teria sido parcialmente responsável pelos sedimentos que formam o Cone do Rio Grande.

O pacote lamoso entre a cidade de Albardão e o cabo de Santa Marta é dividido em duas unidades por um terceiro refletor. A análise litológica do testemunho 4346, que atravessou as duas unidades, não apontou diferenças marcantes entre elas. No entanto, VICALVI (neste volume) constatou o aumento brusco de foraminíferos planctônicos no nível de 150cm. Este nível coincide na seção C (fig. 6) com o refletor intermediário entre as duas unidades de lama. Talvez tenha esse aumento em foraminíferos provocado ligeiro enriquecimento da fração grosseira, propiciando o contraste acústico observado.

A análise das faunas planctônica e bentônica do testemunho 4346 (VICALVI, neste volume) evidenciou gradação vertical de espécimes de águas rasas para mais profundas, na unidade inferior da lama, sugerindo sua deposição durante a fase de transgressão rápida, no início do Holoceno. A constância do alto teor de formas planctônicas, a partir do nível de 150cm até o topo do testemunho, indica que a unidade superior da lama foi depositada em ambiente mais profundo, durante o final da fase transgressiva do Holoceno, num período de mar já quase estacionário.

Na seção D (fig. 7), o testemunho 4323 somente amostrou a unidade superior do corpo lamoso, com características micropaleontológicas semelhantes aos 150cm superiores do testemunho 4346. Estes dados confirmam a origem totalmente marinha das lamas, negando-lhes uma origem lagunar, aventada por KOWSMANN e COSTA (1974a) e sugerida por ROCHA *et alii* (1975).

Na seção B (fig. 5), a unidade inferior do pacote lamoso acunha de encontro a uma escarpa do substrato arenoso, associada à cota batimétrica de 110m. Na seção C (fig. 6), esta escarpa acha-se atenuada, em virtude da orientação da seção. Já na seção D (fig. 7), a unidade inferior da lama ocorre acima da escarpa de 110m, acunhando de encontro a uma segunda escarpa, situada a 60m.

c) *A plataforma continental de Santa Catarina até a cidade de Santos é capeada internamente por larga faixa de areias terrígenas, passando a um corpo lamoso, isolado do talude, em quase toda a sua extensão, por uma faixa contínua de cascalhos e areias biotérficas que ocorrem na plataforma externa, desde o norte do Estado do Rio Grande do Sul. No seu extremo norte, o corpo de lama estende-se quase até o talude continental (fig. 2).*

Uma análise dos registros de 3,5 kHz patenteou, em

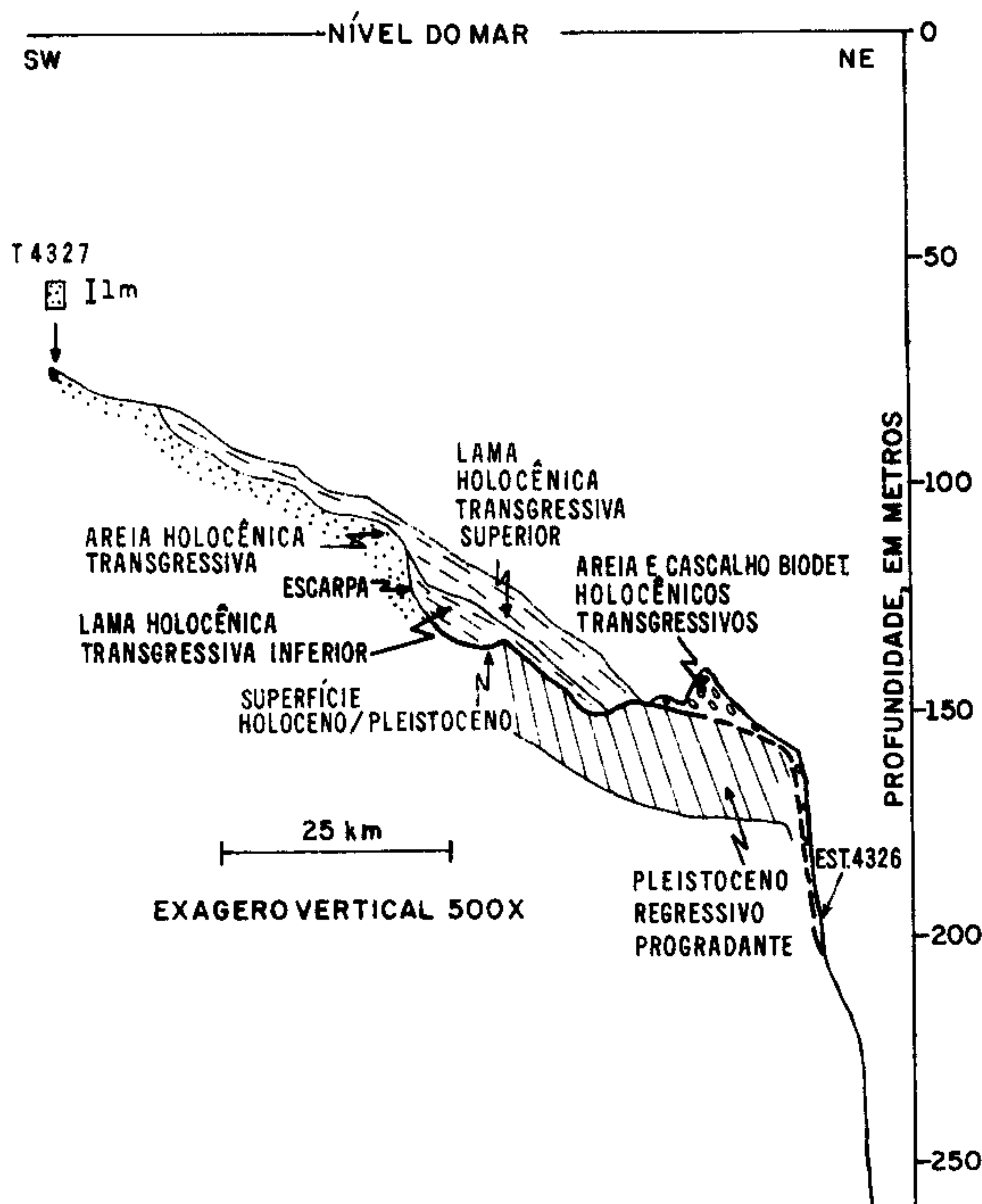


Fig. 5 — Seção B: relações estratigráficas entre as facies, de Albardão ao cabo de Santa Marta. A escarpa assinalada é remanescente de um cordão litorâneo, construído em período de estabilização do nível do mar a 110m abaixo do atual, durante a Transgressão Flandriana.

contraste marcante com o padrão encontrado nas regiões mais ao sul, a existência de ampla rede de paleocanais soterrados, especialmente na plataforma interna.

A seção *E* (fig. 8) exemplifica as relações estratigráficas deste trecho da plataforma. Camadas progradantes, com mergulhos suaves em direção ao talude e de provável idade pleistocênica, são recobertas, na plataforma externa, por um corpo de topografia irregular, provavelmente constituído de biodetritos. Mais ao sul, biodetritos coletados na extensão deste corpo foram datados, na amostra 3133 (coletada a 136m), em $13\,780 \pm 170$ anos (quadro I). O testemunho 4319, obtido ao sul de Florianópolis, à profundidade de 115m, amostrou um cascalho arenoso biodetrítico em subsuperfície, cuja idade é de $19\,910 \pm 330$ anos. Enquanto este testemunho está relacionado a uma linha de costa bem mais rasa da Regressão Wisconsiniana (cerca de 50m abaixo da atual, comparada com a curva eustática de

MILLIMAN e EMERY, 1968), a amostra 3133 situa-se próximo à linha de costa correspondente ao Máximo Glacial (fig. 3).

A deposição de biodetritos, estendendo-se desde a Regressão Wisconsiniana até o início do Holoceno, e a concentração destes sedimentos durante o Máximo Glacial reproduzem um padrão semelhante ao do Rio Grande do Sul. Era de esperar, em face da continuidade desses biodetritos desde o Rio Grande do Sul até São Paulo.

Na plataforma média, a facies lamosa superficial capeia sedimentos areno-quartzosos aflorantes na plataforma interna e resultantes do retrabalhamento do substrato pleistocênico. O testemunho 4310, situado um pouco mais ao sul da seção *E*, perfurou a facies lamosa, atingindo areia quartzosa subjacente. Os exames litológico e paleontológico demonstraram a passagem gradual de ambiente marinho raso, na base, para francamente

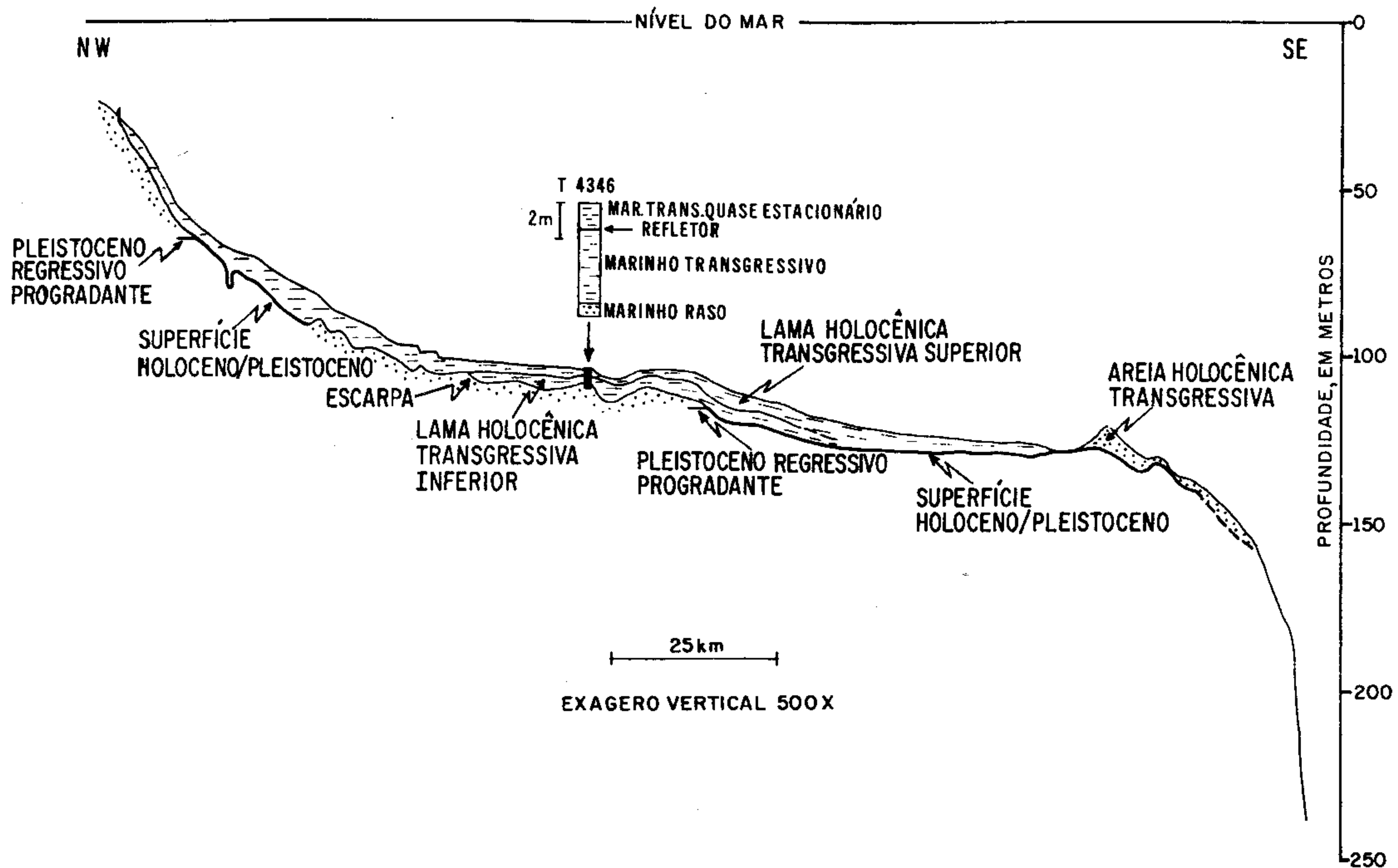


Fig. 6 – Seção C (perpendicular à seção B): testemunho 4346, que amostrou toda a seqüência holocênica. A escarpa holocênica e as camadas progradantes pleistocênicas aparecem suavizadas, devido à orientação oblíqua da seção.

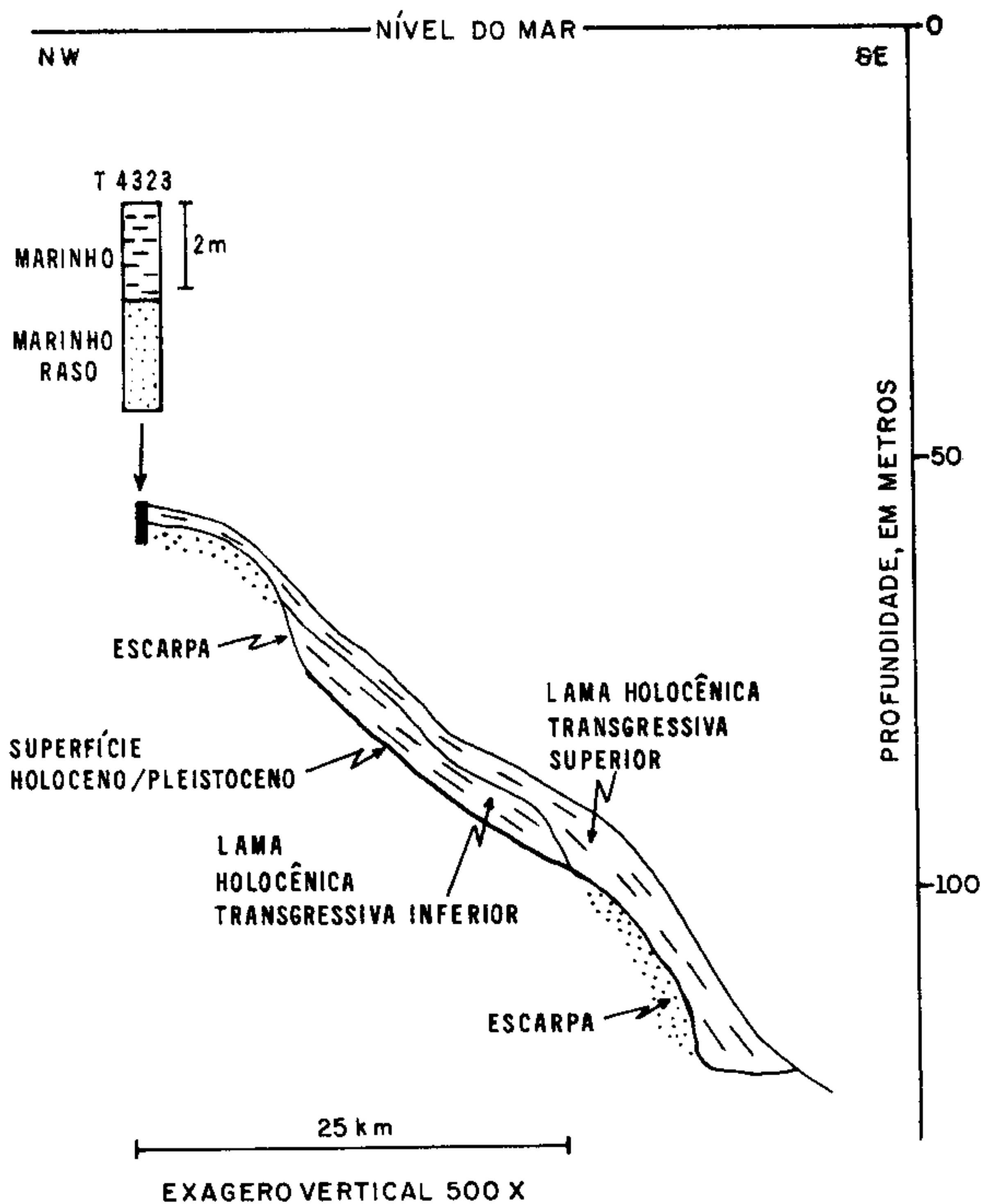


Fig. 7 – Seção D, ao largo de Porto Alegre: corpo de lama inferior, confinado à área entre as escarpas a -60 e -110m, acunhando de encontro à primeira. Nas seções B e C, a lama inferior acunha de encontro à escarpa de -110m.

marinho, no topo do testemunho (VICALVI, neste volume), permitindo caracterizar o corpo de lama como depósito do último ciclo transgressivo. A seção E atravessa o corpo lamoso no único trecho onde ele atinge a plataforma externa e onde tem espessura anormalmente grande (cerca de 9m). Somente nesta seção foi identificado na lama um refletor intermediário semelhante ao refletor que separa as duas unidades lamosas no Rio Grande do Sul. Este refletor acunha de encontro a uma escarpa do substrato arenoso associada ao nível de 140m, e não aos níveis de 60 e 110m, como ocorreu ao sul do cabo de Santa Marta.

Em nenhum dos outros registros interpretados nesta área se verificou a presença de um refletor intermediário

na lama, e a espessura do corpo lamoso revelou-se sempre reduzida. É sinal de que a lama foi depositada durante uma única fase do ciclo transgressivo flandriano.

Na plataforma interna a média, areias marinhas, coletadas nos testemunhos 4303, 4304 e 4309 e em inúmeras amostras superficiais, recobrem os já mencionados paleocanais. Estas areias foram datadas na base do testemunho 4304, indicando idade de $12\,550 \pm 140$ anos (quadro I), o que prova sua deposição durante o mar transgressivo flandriano. O testemunho 4309, de 5m de comprimento, perfurou as areias transgressivas, atravessando, ainda, sedimentos acumulados dentro de um dos paleocanais. Os 40cm basais revelaram a presença de

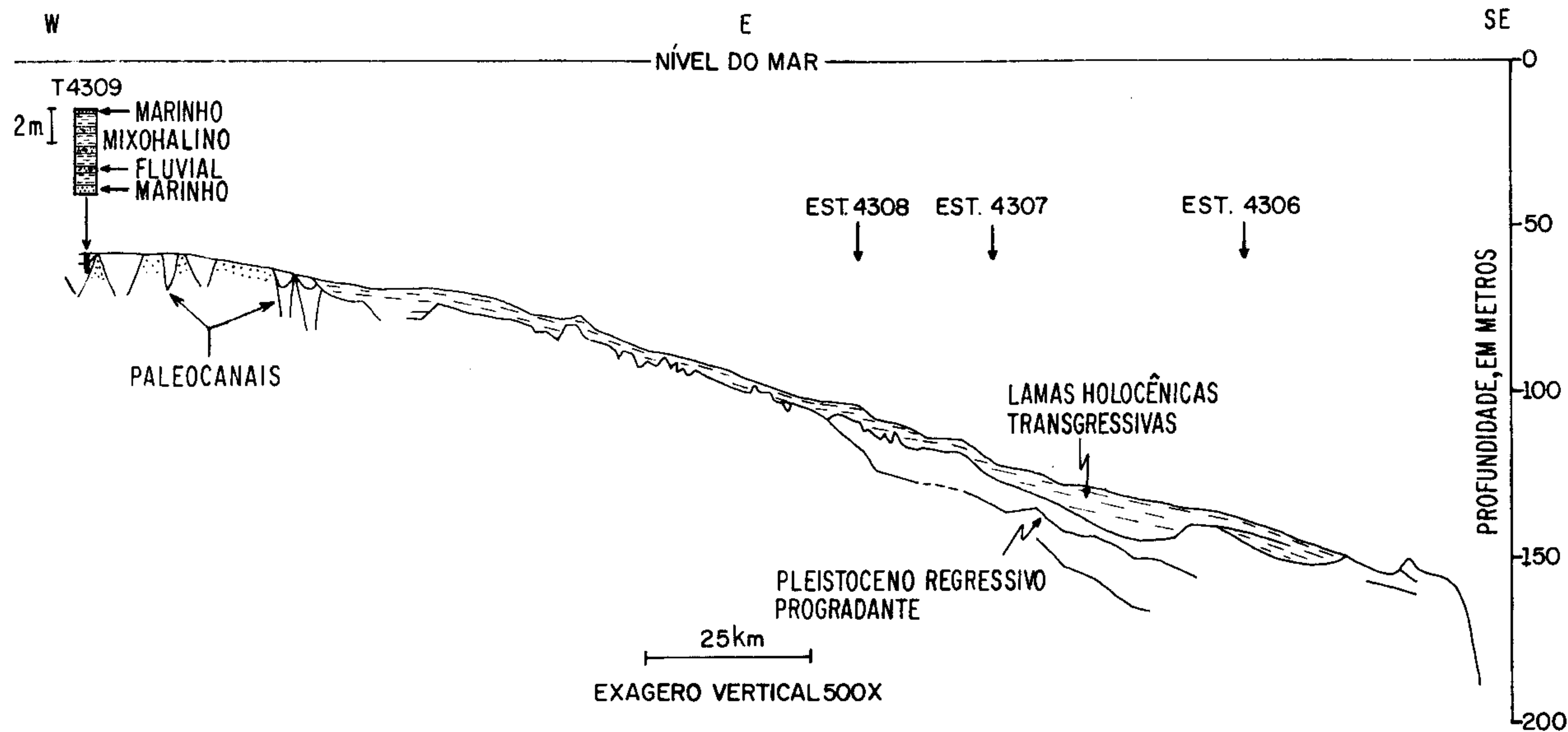


Fig. 8 – Seção E, na plataforma de São Paulo: abundância de paleocanais, característicos da região ao norte do cabo de Santa Marta. O testemunho 4309 evidencia o gradual afogamento da paleodrenagem, pelo mar transgressivo holocênico.

lama arenosa, com microfauna essencialmente marinha (VICALVI *et alii*, neste volume). Acima localiza-se uma seqüência de leitos arenosos com presença de fragmentos de madeira, intercalados com lama plástica. A seção inferior desta seqüência, até 1,5m, é essencialmente estéril em microfósseis, refletindo sua natureza continental (VICALVI *et alii*, neste volume). A presença de estratificação cruzada (verificada nas radiografias) e de fragmentos de madeira sugere ambiente de deposição continental, de caráter fluvial. A parte superior da seqüência é caracterizada pela intercalação de leitos arenosos e lamosos de menor espessura e por microfósseis indicadores de ambiente mixoalino (VICALVI *et alii*, neste volume), permitindo conjecturar deposição de natureza estuarina. Os 35cm superiores do testemunho, representados litologicamente por lama muito arenosa e com moluscos abundantes, evidenciam ambiente final de deposição marinho raso.

Os sedimentos marinhos basais constituem provavelmente o substrato sobre o qual foi escavada a paleodrenagem, no final do Pleistoceno. A passagem posterior de ambiente continental (fluvial) a mixoalino (estuarino) e, finalmente, a marinho raso caracteriza o ciclo transgressivo.

4 – GEOMETRIA DO CORPO DE LAMA E SUAS RELAÇÕES COM A PALEOTOPOGRAFIA DO SUBSTRATO ARENOSO

O mapa de isópacas da lama aflorante na plataforma sul oferece quatro padrões distintos (fig. 9).

Bolsões semi-isolados, localmente com espessuras entre 14 e 20m, ocorrem entre o arroio Chuí e a cidade do Rio Grande. O corpo mais ao sul está confinado à depressão batimétrica que se desenvolve paralelamente à costa, e já descrita. O corpo isolado, imediatamente ao norte, não mais se restringe ao canal e abrange maior largura da plataforma. Este padrão de bolsões interligados contrasta com o mapa de facies de ROCHA *et alii* (1975), assemelhando-se às versões de MARTINS *et alii* (1973) e FRANCISCONI *et alii* (1974).

Um padrão contínuo ao longo da plataforma, com espessuras comuns entre 14 e 20m, desenvolve-se entre a cidade do Rio Grande e o cabo de Santa Marta. Este corpo de lama encontra-se totalmente isolado tanto do que se desenvolve no litoral de Santa Catarina como do existente na plataforma que fica mais ao norte.

O corpo lamoso restrito ao litoral catarinense foi detectado apenas parcialmente por ROCHA *et alii* (1975), devido à amostragem então insuficiente. Sua espessura é maior próximo à costa, onde excede 9m.

Em contraste com os padrões definidos ao largo do Rio Grande do Sul, o corpo lamoso localizado na plataforma de Santa Catarina, Paraná e São Paulo, embora contínuo, apresenta espessura bem menor e geralmente em torno de 5m. Duas áreas mostram espessuras acima deste valor: a primeira, imediatamente ao norte da cidade de Florianópolis, sugere a superposição da lama litorânea sobre a de plataforma,

provocando espessamento do pacote em mais de 9m; a segunda, ao largo da cidade de Santos, situa-se na única região onde a lama atinge a plataforma externa e onde foi constatada a existência de lama basal.

Na região litorânea ao largo da cidade do Rio Grande, desenvolve-se um corpo de lama descrito por MARTINS *et alii* (1967). Sua espessura não foi mapeada neste trabalho por insuficiência do recobrimento de 3,5 kHz. Estes sedimentos lamosos, em contraste com os que se encontram no litoral de Santa Catarina, não se superpõem ao corpo de lama da plataforma média.

Todos os perfis de 3,5 kHz transversais à plataforma continental do Rio Grande do Sul acusaram a existência de escarpas no substrato arenoso, a 60 e 110m abaixo do nível do mar atual. Escarpas semelhantes, que ocorrem na plataforma leste dos Estados Unidos, representam, segundo SWIFT (1975), remanescentes de feições morfológicas constitucionais, originárias da erosão de sedimentos pleistocênicos durante a Transgressão Flandriana, com o posterior acúmulo destes sedimentos sob forma de depósitos de cordões litorâneos, em curtas fases de estabilização do nível do mar.

Segundo o modelo acima exposto, as escarpas observadas a -60 e -110m representariam, portanto, paleo-linhas de costa. Esses níveis coincidem com os sugeridos por KOWSMANN e COSTA (1974b).

Como ficou evidenciado nas seções, a lama inferior transgressiva, responsável pelo espessamento maior do pacote lamoso, acunha de encontro a uma ou outra escarpa, dependendo da área. Com o intuito de esclarecer qual dos níveis limita a ocorrência da lama inferior em determinada área, foi superimposto ao mapa de isópacas da lama o lineamento daquelas escarpas (fig. 9).

Entre o arroio Chuí e a cidade de Albardão, os níveis de -60 e -110m, atribuídos à estabilização do mar, são marcados por possíveis terraços escavados no substrato pleistocênico e cobertos por areias holocênicas. Nessa área o corpo de lama não está relacionado com aqueles níveis.

Defronte da lagoa dos Patos, o maior espessamento da lama de plataforma acha-se imediatamente ao largo da escarpa de -110m. Já ao largo das cidades do Rio Grande, para sul, e Porto Alegre, para norte, o espessamento dá-se entre as escarpas de -60 e -110m. As maiores espessuras são essencialmente controladas pela ocorrência da lama transgressiva inferior. Essas variações regionais sugerem, portanto, uma migração tanto em direção à costa como para norte e para sul do depo-centro da unidade inferior da lama, acompanhando a Transgressão Flandriana.

Nos perfis ao norte do Rio Grande do Sul não ficaram evidenciadas ocorrências regionais de escarpas que pudessem sugerir estabilizações do nível do mar flandriano.

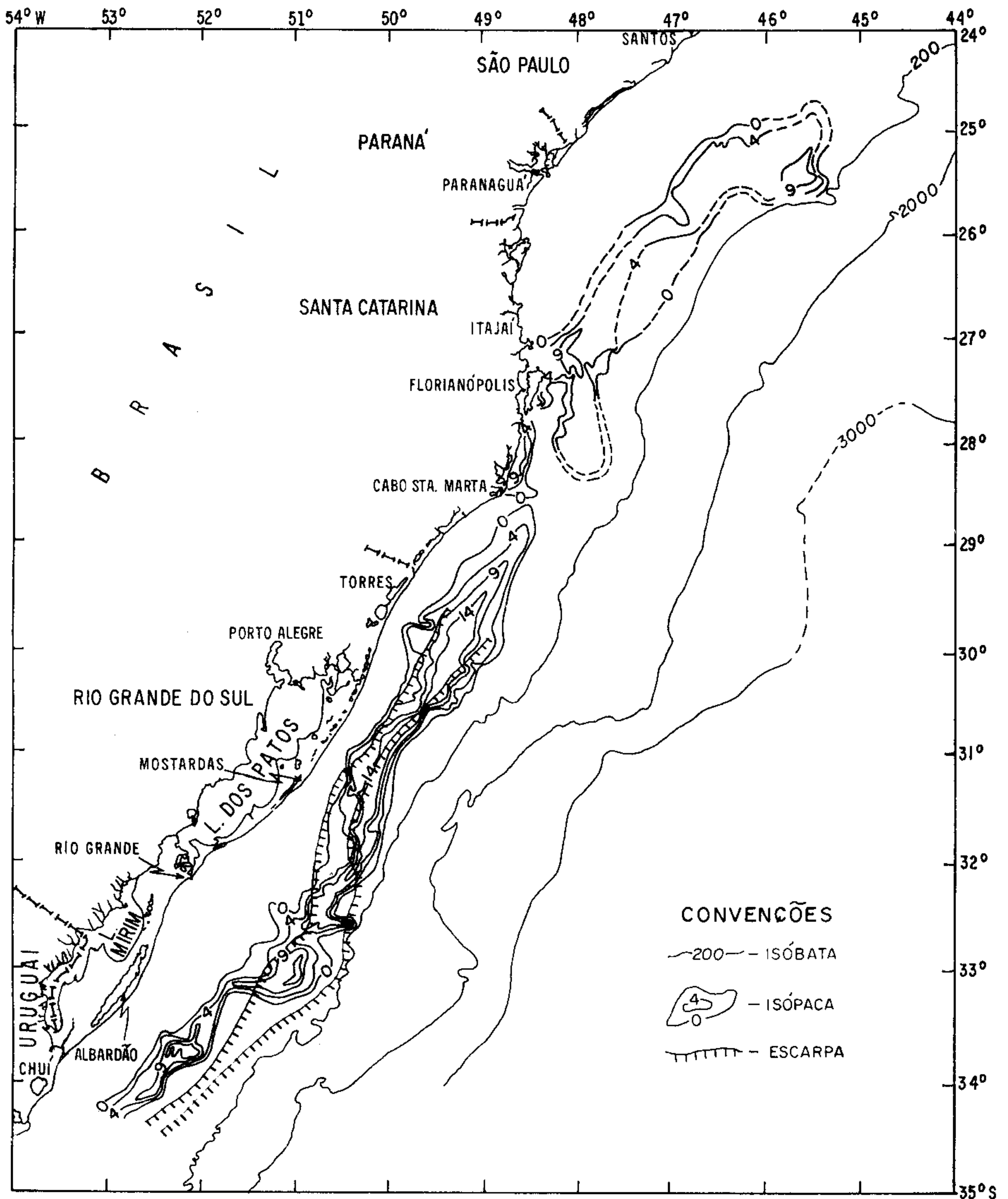


Fig. 9 — Mapa de isópacas, em metros, da lama de plataforma, e localização das escarpas detectadas no substrato arenoso, a cotas batimétricas de 60 e 110 metros. As escarpas representam paleolinhas de costa, desenvolvidas em períodos de estabilização do nível do mar, durante a Transgressão Flandriana.

5 – MODELO EVOLUTIVO DA PLATAFORMA SUL

A partir das relações estratigráficas, dados geocronológicos e interpretações ambientais das facies mapeadas, foi possível reconstruir, em termos gerais, a evolução holocênica da plataforma sul.

Os mapas esquematizados na fig. 10 (A–E) representam situações paleogeográficas durante intervalos de tempo correspondentes a mudanças radicais na curva eustática de MILLIMAN e EMERY (1968).

5.1 – REGRESSÃO WISCONSINIANA (> 16 000 anos A.P.) (fig. 10 A)

O panorama deposicional da plataforma sul, durante a última regressão pleistocênica, caracterizava-se pela progradação de sedimentos de origem fluvial. Particularmente ao largo dos Estados do Paraná e São Paulo, extensa rede de drenagem, desenvolvida pelos fortes gradientes da serra do Mar, cortava a plataforma. Ao largo do Estado do Rio Grande do Sul essa drenagem era menos desenvolvida, por causa do suave declive da planície costeira já formada.

URIEN e EWING (1974) afirmam que a influência do rio da Prata, nesta época, restringia-se à plataforma e talude continentais adjacentes à sua atual desembocadura. Porém as características fisiográficas da superfície refletora Holoceno/Pleistoceno (fig. 4) sugerem a existência de um provável paleocanal, que se estendia longitudinalmente na plataforma, até Albardão. No momento não se dispõe de dados suficientes que assegurem a conexão deste “paleocanal” com o rio da Prata (Figueiredo Jr., com. pessoal). Se estudos futuros estabelecerem essa conexão, estará comprovada a influência da descarga Platina até a região de Albardão.

5.2 – MÁXIMO GLACIAL (\approx 16 000 anos A.P.) (fig. 10 B)

A linha de costa, nesta época, situava-se abaixo da atual isóbata de 110m. Os sedimentos pleistocênicos, depositados durante a fase regressiva anterior, foram retrabalhados por um período de tempo relativamente curto, concentrando-se em depósitos litorâneos os biodetritos e areias terrígenas associadas.

Ao encontrar a zona costeira de alta energia, a carga sedimentar carreada pela drenagem persistente, desde o Pleistoceno, era transportada em suspensão e depositada no talude continental.

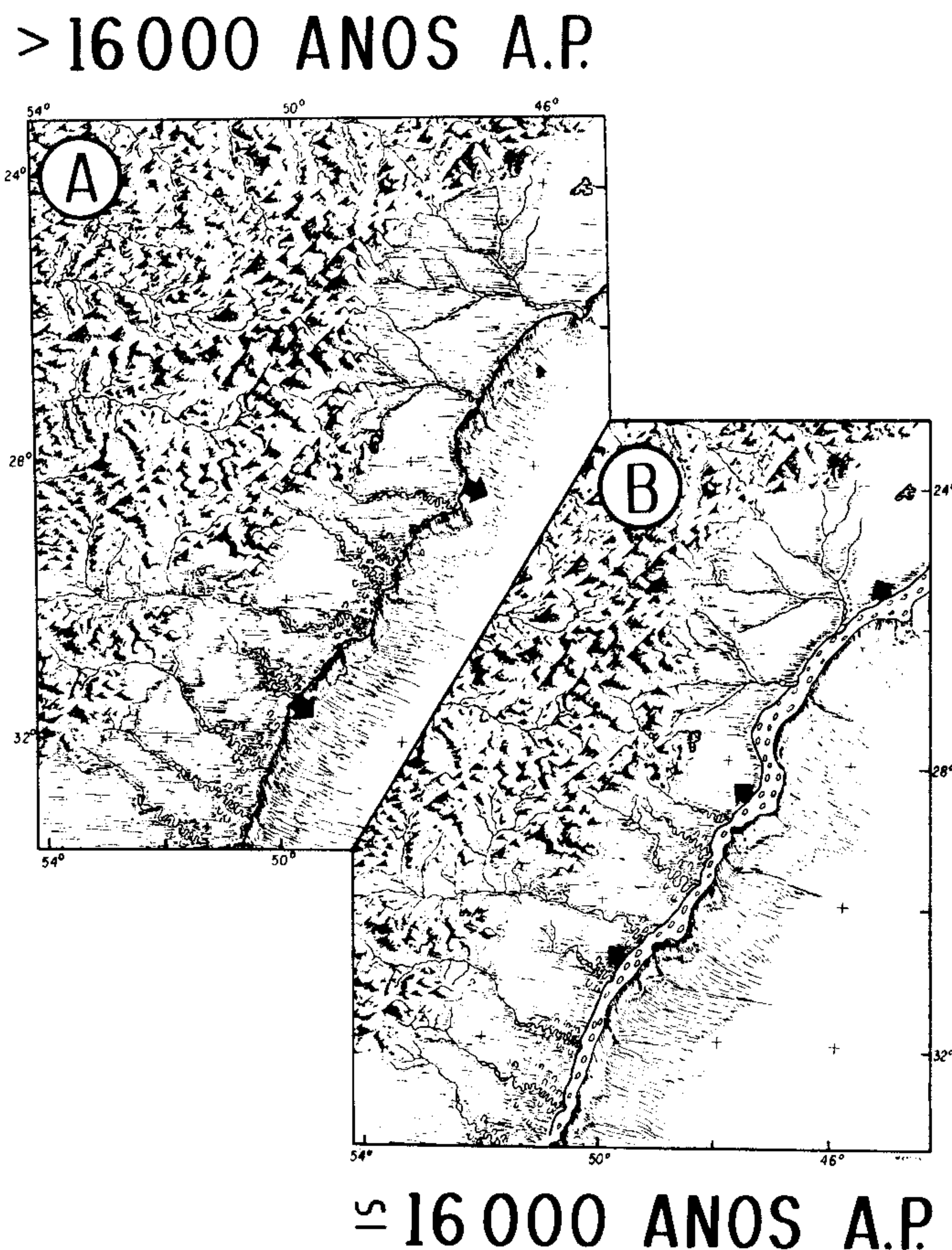


Fig. 10 – Modelo evolutivo da sedimentação holocênica da plataforma continental sul brasileira. Convenções litológicas representam cascalho biodetrítico, lama e areia.

5.3 – TRANSGRESSÃO FLANDRIANA (≈ 16 000 a 7 000 anos, A.P.) (fig. 10 C)

Este intervalo de tempo caracterizou-se pela rápida ascensão do nível do mar. Por duas vezes, no entanto, ela foi interrompida por estabilizações de curta duração, correspondentes aos atuais níveis de -110 e -60m.

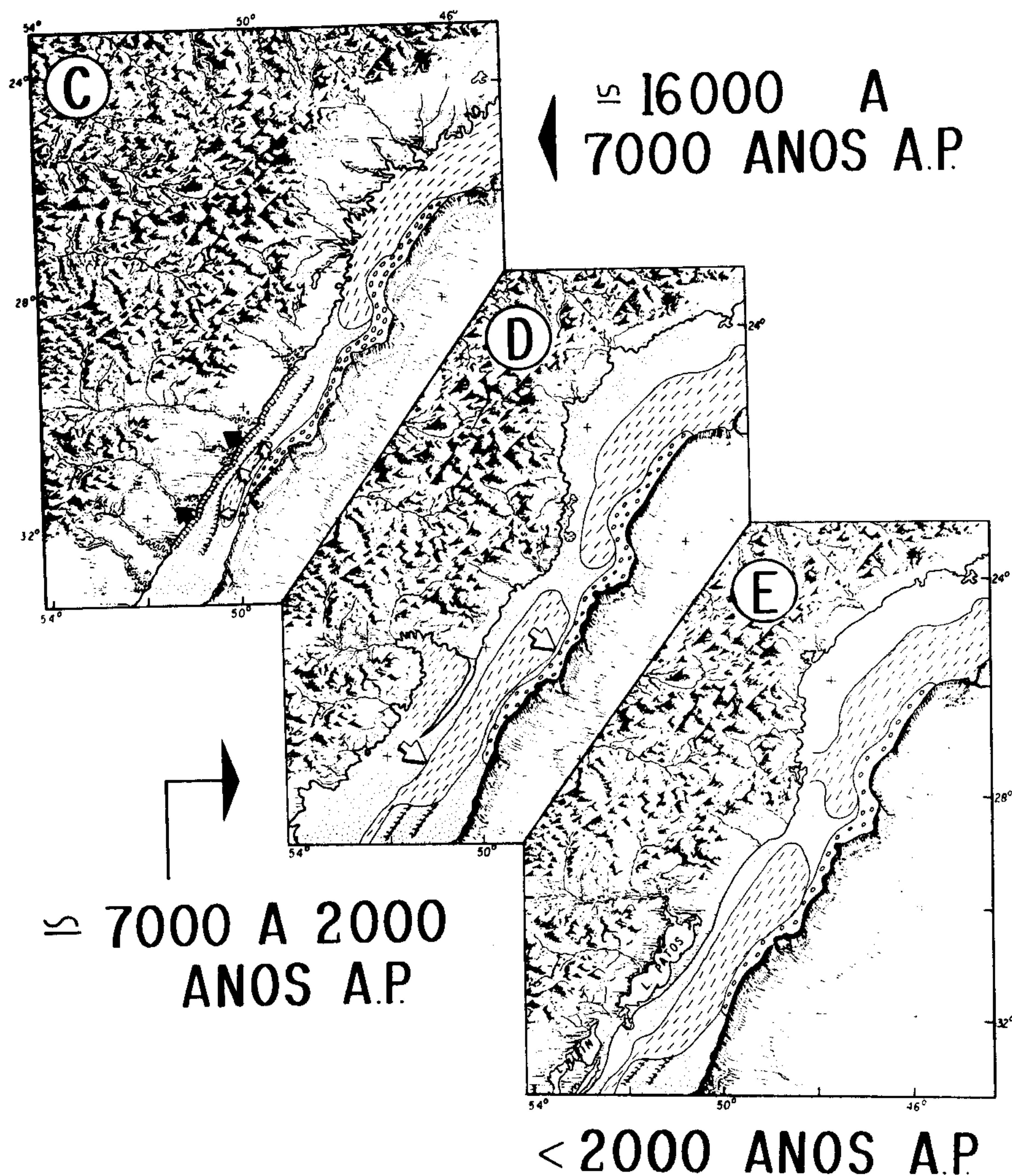
Na plataforma sul-rio-grandense, o mar transgressivo erodia os sedimentos pleistocênicos, acumulando-os como depósitos de cordões litorâneos, durante as curtas fases de nível de mar estacionário. Ao sul de Albardão, o retrabalhamento pelo mar transgressivo, aliado ao transporte litorâneo de areias de fonte Platina (ROCHA *et alii*, 1975), depositava um lençol arenoso de características mineralógicas mistas (POMERANBLUM e COUTINHO, 1972).

Inicialmente, a proximidade da faixa costeira à borda da plataforma ocasionava a superposição de dois ambientes de alta turbulência. Os sedimentos finos, carreados pela drenagem fluvial, transpunham essa zona de

alta energia e depositavam-se em regiões mais profundas, deixando expostos na plataforma externa os depósitos grosseiros concentrados durante o Máximo Glacial.

A elevação do nível do mar, acima da escarpa a -110m, permitiu a deposição restrita e local da lama ao largo daquela feição morfológica. Posteriormente, quando o mar transgrediu a escarpa a -60m, o depocentro da lama migrou tanto em direção à costa como para norte e para sul, fazendo com que a lama, nesta época, abrangesse quase a totalidade da plataforma central (fig.10 C). Especificamente na área de Albardão, a deposição de lama restringia-se ao "paleocanal" da plataforma média. Esta deposição foi provavelmente fruto do transporte, por correntes costeiras, de material em suspensão proveniente do rio da Prata (GAMBÔA *et alii*, 1973; ROCHA *et alii*, 1975).

Ao norte do cabo de Santa Marta, a elevação do nível do mar propiciou a deposição de lama em toda a borda externa da plataforma média, enquanto na borda interna ocorria o gradativo afogamento da paleodrenagem, de-



A seta negra indica a direção de migração do nível do mar. A seta branca aponta a direção da deposição.

envolvendo condições estuarinas. Condições totalmente marinhas só ocorreram após o completo afogamento dos paleocanais. O mesmo padrão evolutivo foi encontrado na plataforma leste dos Estados Unidos, ao largo de Delaware (KRAFT, 1971; SHERIDAN *et alii*, 1974 a e b) e no Golfo do México (NELSON e BRAY, 1970).

5.4 – FINAL DA TRANSGRESSÃO FLANDRIANA (≈ 7 000 a 2 000 anos A.P.) (fig. 10 D).

Após 7 000 anos A.P., a taxa de elevação do nível do mar diminuiu sensivelmente. A curva eustática de FAIRBRIDGE (1961), mais detalhada neste intervalo de tempo, revela oscilações relativamente pequenas, que, inclusive, ultrapassaram o nível de mar atual. Entre 6 000 e 5 000 anos A.P., o mar atingiu o seu nível mais alto (cerca de 4m acima do presente) tanto no Rio Grande do Sul (VILLWOCK, 1972) como na costa sul de São Paulo (MARTIN e SUGUIO, 1975).

A situação do nível eustático, próximo ao atual, propiciou, no Rio Grande do Sul, a deposição do pacote lamoso superior até a plataforma externa, recobrando também o corpo de lama transgressiva basal.

Ao norte do cabo de Santa Marta, os sedimentos lamosos foram trapeados na boca dos estuários afogados, o que impediu sua deposição na plataforma, exceto ao largo de Santa Catarina, onde ocorreu uma progradação incipiente.

Data provavelmente desta época o início do retrabalhamento das areias da plataforma interna, com a posterior construção de bancos arenosos e concentração de concheiros. Como fruto da mobilização destas areias, processou-se a construção da restinga múltipla da lagoa dos Patos (VILLWOCK, 1972).

5.5 – ÚLTIMOS EVENTOS (< 2 000 anos A.P.) (fig. 10 E)

Nos últimos 2 000 anos, o nível do mar permaneceu praticamente estacionário. A constância dos processos litorâneos favoreceu o crescimento da restinga múltipla da lagoa dos Patos, até o total fechamento da lagoa. Em consequência, foi bloqueado o fornecimento de sedimentos à plataforma sul-rio-grandense, interrompendo a deposição das lamas sobre os sedimentos grosseiros da plataforma externa. Somente ao largo da desembocadura da lagoa dos Patos foram depositadas lamas modernas (MARTINS *et alii*, 1967).

Condições oceanográficas uniformes favoreceram o desenvolvimento dos bancos arenosos na plataforma interna (FIGUEIREDO JR., 1975).

Com exceção da região ao largo de Santa Catarina, onde perdurou a progradação restrita de sedimentos lamosos, toda a plataforma ao norte do cabo de Santa Marta continuou sob regime de não-deposição.

Estudos de MILLIMAN e SANTANA (1974) confirmam a baixa concentração de material terrígeno em suspensão, em toda a plataforma sul.

* * * * *

AGRADECIMENTOS – Aos geólogos Jorge Palma (DNPM/REMAC), Jairo Rocha (DIGEOM/CPRM), Helio Roncarati (CENPES/PETROBRÁS) e Alberto Figueiredo Jr. (CECO/UFRGS), pelas inúmeras discussões e sugestões que acompanharam a fase interpretativa dos estudos. Aos dois primeiros agradecemos, ainda, a leitura crítica do texto final.

Ao geólogo Alfredo Bandeira Jr., pelo apoio prestado durante a fase de trabalhos executados no CENPES/PETROBRÁS.

Ao técnico Luiz Antônio Rocha (DNPM), pelo auxílio na descrição dos testemunhos.

Ao geólogo Nicolau Palm (IO/USP), responsável pela eficiente manutenção do equipamento de 3,5 kHz.

BIBLIOGRAFIA

- CURRAY, J.R. — Transgressions and regressions. In: MILLER, ed. *Papers in marine geology*. (Shepard commemorative volume). New York, Macmillan, 1964. p. 175-203.
- CURRAY, J.R. — Late quaternary history; continental shelves of the United States. In: WRIGHT JR., H.E. & FREY, D.G., eds. *The quaternary of the United States*. Princeton, Princeton University Press, 1965. p. 723-35.
- FAIRBRIDGE, R.W. — Eustatic changes in sea level. In: *PHYSICS and chemistry of the Earth*, n.4. London, Pergamon Press, 1961. p. 99-185.
- FIGUEIREDO JR., A.G. — *Geologia dos depósitos calcários biodetríticos da plataforma continental do Rio Grande do Sul*. Porto Alegre, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 1975. 72p. (Tese de mestrado). Inédito.
- FRANCISCONI, O. et alii — Geologia costeira e sedimentos da plataforma continental brasileira; 2º simpósio de oceanografia e geologia marinha. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE GEOLOGIA. 28, Porto Alegre, 1974. *Anais*. v.3, p. 305-21.
- GAMBÔA, L.A. et alii — Argilominerais da plataforma continental do Rio Grande do Sul. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE GEOLOGIA. 27, Aracaju, 1973. *Anais*. Aracaju, 1973. p. 353-8.
- KOWSMANN, R.O. & COSTA, M.P.A. — Interpretação de testemunhos coletados na margem continental brasileira durante a operação GEOMAR VI; 2º simpósio de oceanografia e geologia marinha. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE GEOLOGIA. 28, Porto Alegre, 1974a. *Anais*. v.3, p. 297-304.
- KOWSMANN, R.O. e COSTA, M.P.A. — Paleolinhas de costa na plataforma continental das regiões sul e norte brasileira. *Revista Brasileira de Geociências*. São Paulo, 4:215-22, 1974b.
- KRAFT, J.C. — Sedimentary facies patterns and geologic history of a Holocene marine transgression. *Geological Society of America Bulletin*, New York, 82:2131-58, 1971.
- MARTIN, L & SUGUIO, K. — The state of São Paulo coastal marine quaternary geology — the ancient strand lines. In: INTERNATIONAL SYMPOSIUM ON THE QUATERNARY. Curitiba, 1975. (no prelo).
- MARTINS, L.R. et alii — Distribuição dos sedimentos modernos da plataforma continental sul brasileira e uruguaia. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE GEOLOGIA. 21, Curitiba, 1967. *Anais*. p. 29-43.
- MARTINS, L.R. et alii — Distribuição faciológica dos sedimentos da margem continental sul-rio-grandense; trecho Chuí — Rio Grande; 1º simpósio de oceanografia e geologia marinha. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE GEOLOGIA. 26, Belém, 1972a. *Anais*. v.2, p. 115-32.
- MARTINS, L.R. et alii — Distribuição faciológica dos sedimentos da margem continental sul-rio-grandense, trecho Rio Grande—Torres. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE GEOLOGIA. 27, Aracaju, 1973. *Resumo das comunicações*. Aracaju, 1973. p. 210-1.
- MARTINS, L.R. et alii — Províncias fisiográficas e sedimentos da margem continental atlântica da América do Sul. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE GEOLOGIA. 26, Belém, 1972b. *Anais*. v.2, p. 105-14.
- MILLIMAN, J.D. et alii — Surficial sediments of the Brazilian continental margin; 1º simpósio de oceanografia e geologia marinha. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE GEOLOGIA. 26, Belém, 1972. *Anais*. v.2, p. 29-44.
- MILLIMAN, J.D. & EMERY, K.O. — Sea levels during the past 35 000 years. *Science*, Washington, 162 (3858): 1121-3, Dec. 6, 1968.
- MILLIMAN, J.D. & SANTANA, C.I. — Oceanography and suspended matter in the surface waters off southern Brazil, November-December 1972; 2º simpósio de oceanografia e geologia marinha. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE GEOLOGIA. 28, Porto Alegre, 1974. *Anais*.

- NELSON, H.F. & BRAY, E.E. — Stratigraphy and history of the Holocene sediments in the Saline — High island area, Gulf of Mexico. In: SOCIETY OF ECONOMIC PALEONTOLOGISTS AND MINERALOGISTS. *Deltaic sedimentation; modern and ancient*. Tulsa, Okla., 1970 p. 48-77. (SEPM. Special Publication n. 15).
- OTTOMAN, F. & BOUGÉ, A. — Radiographie des carottes de sondage. *Bull. Liaison Labo. Routiers P. et Ch.*, (44): 149-59, 1970.
- POMERANCBLUM, M. & COUTINHO, M.G.N. — Sedimentologia da plataforma continental sul do Brasil; 1º simpósio de oceanografia e geologia marinha. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE GEOLOGIA. 26, Belém, 1972. *Anais*.
- ROCHA, J. *et alii* — Southern Brazil. In: *CONTRIBUTIONS to sedimentology*. Stuttgart, 1975. v.4: Upper continental margin sedimentation off Brazil. p. 117-50.
- SHERIDAN, R.E. *et alii* — Holocene sedimentary environment of the Atlantic inner shelf off Delaware. *Geological Society of America Bulletin*, Boulder, Col., 85 (8): 1319-28, Aug. 1974.
- SHERIDAN, R.E. *et alii* — Mid-holocene paleogeography of lagoonal complex buried on the Atlantic inner shelf off Delaware. *Mémoires de l'Institut Géologique du Bassin d'Aquitaine*, (7): 307-11, 1974b.
- SWIFT, D.J.P. — Barrier-island genesis: evidence from the central Atlantic shelf, Eastern U.S.A. *Sedimentary Geology*, Amsterdam, 14 (1): 1-43, Aug. 1975.
- URIEN, C.M. & EWING, M. — Recent sediments and environments of southern Brazil, Uruguay, Buenos Aires and Rio Negro Continental shelf. In: BURK, C.A. e DRAKE, C.L. *The geology of continental margins*. Berlin, Springer Verlag, 1974. p. 157-77.
- VICALVI, M.A. *et alii* — A ocorrência de microfauna estuarina no Quaternário da plataforma continental de São Paulo. (neste volume).
- VICALVI, M.A. — *Sedimentos quaternários da plataforma continental e talude do sul do Brasil: estratigrafia e curvas paleoclimáticas*. (neste volume).
- VILLWOCK, J.A. — *Contribuição à geologia do Holoceno da província costeira do Rio Grande do Sul, Brasil*. Porto Alegre, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 1972. 133p. (Tese de mestrado). Inédito.
- ZEMBRUSCKI, S.G. — *Sedimentos da plataforma continental do Brasil*. Rio de Janeiro, Diretoria de Hidrografia e Navegação, 26ª Comissão Oceanográfica, 1967. p. 369-411.