Pesquisas em Geociências

<http://seer.ufrgs.br/PesquisasemGeociencias>

Estudos Oceanográficos e Sedimentológicos Preliminares da Praia de Tramandaí - RS

José Angel Alvarez, João Carlos Rocha Grê, Elírio Toldo Jr.
Pesquisas em Geociências, 15 (15): 66-85, maio/ago., 1983.

Versão online disponível em:

<http://seer.ufrgs.br/PesquisasemGeociencias/article/view/21723>

Publicado por

Instituto de Geociências

Portal de Periódicos **UFRGS**

UNIVERSIDADE FEDERAL
DO RIO GRANDE DO SUL

Informações Adicionais

Email: pesquisas@ufrgs.br

Políticas: <http://seer.ufrgs.br/PesquisasemGeociencias/about/editorialPolicies#openAccessPolicy>

Submissão: <http://seer.ufrgs.br/PesquisasemGeociencias/about/submissions#onlineSubmissions>

Diretrizes: <http://seer.ufrgs.br/PesquisasemGeociencias/about/submissions#authorGuidelines>

Data de publicação - maio/ago., 1983.

Instituto de Geociências, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, RS, Brasil

ESTUDOS OCEANOGRÁFICOS E SEDIMENTOLÓGICOS
PRELIMINARES DA PRAIA DE TRAMANDAÍ – RS

JOSÉ ANGEL ALVAREZ *
JOÃO CARLOS ROCHA GRÊ **
ELÍRIO TOLDO JUNIOR ***

SINOPSE

No presente trabalho são apresentados os resultados de campo e de laboratório que visaram determinar a variação do perfil de inverno da praia situada no município de Tramandaí, RS, bem como conhecer o comportamento dos parâmetros que provocam estas modificações, ou seja: ondas, arrebentação, marés e efeitos da deriva litorânea.

São apresentadas também as variáveis granulométricas e a composição mineralógica das areias praias procurando, ao mesmo tempo, identificar a área fonte destes sedimentos e a energia do meio que atua sobre eles.

ABSTRACT

Field and laboratory studies about the winter beach profiles of Tramandaí, are presented. The study intended to determine profile changes under the winter regime, as well as other parameters that origin those modifications: waves, breakers, tides, winds and litoral currents.

Granulometric variables of beach sands and their mineralogic composition are described, trying at the same time, to identify the source areas of those sediments as well as the energy of the environment acting upon them.

INTRODUÇÃO

A área, objeto do presente estudo, está localizada no município de Tramandaí, RS, e ocupa a faixa litorânea numa extensão de 1,8km desde a desembocadura do rio Tramandaí em direção ao sul (figura 1).

*Centro de Estudos de Geologia Costeira e Oceânica – CECO/UFRGS
**Aluno do Curso de Pós-Graduação em Geociências – UFRGS
***Bolsista do CNPq, Centro de Estudos de Geologia Costeira e Oceânica – CECO/UFRGS

Trabalho recebido para publicação em 26/5/81.

Pesquisas	Porto Alegre	n.15	p.66-85	jun. 1983
-----------	--------------	------	---------	-----------

Para simplificação do trabalho foram estabelecidas três etapas: 1 — reconhecimento da área e estabelecimento de perfis de controle. 2 — medidas de perfis desde o pós-praia até a antepraia e observação das correntes litorâneas. 3 — estudo da arrebentação e das correntes na zona de "surf".

Estas etapas de campo foram desenvolvidas num período de três dias repetidos nos meses de abril, maio e junho de 1979.

MÉTODO E AMOSTRAGEM

Um total de 17 amostras foram coletadas no mês de abril, na zona do estirâncio e pós-praia, e distribuídas conforme a figura 2. Após lavagem foram quarteadas até 50g de peso e peneiradas a um intervalo inteiro de ϕ (0). A escala de classificação utilizada foi a de Wentworth (1922). A distribuição de tamanho de grão é mostrada graficamente em curvas acumulativas desenhadas em papel de probabilidade aritmética. Da própria curva acumulativa foram retirados os percentis diagnósticos da distribuição para cálculo estatístico, usando como base as fórmulas propostas por Folk e Ward (1957).

O estudo mineralógico das amostras foi realizado com atenção à fração pesada do intervalo de 30, sendo a separação efetuada através da utilização do separador isodinâmico "Franz", com inclinação frontal e lateral de 20° e intensidades entre 0,25 e 1,2 ampère. A magnetita presente foi previamente separada com imã de mão. Em seguida foram montadas lâminas de minerais pesados e analisadas ao microscópio ótico, segundo método convencional.

Para a determinação da variação do perfil de praia nos três meses de observação, foram construídos seis perfis perpendiculares à linha de praia a distâncias não homogêneas entre si, desde a antepraia até o estirâncio superior, utilizando-se teodolito Daltha 020 para a determinação das direções, distâncias e cota dos pontos (figura 2).

No estudo da deriva litorânea foram lançados corpos de deriva de superfície em pontos determinados da zona de "surf" e pós-praia para posterior recolhimento.

PARTICULARIDADES DA COSTA DE TRAMANDAI

A área em estudo (figura 1) faz parte da província costeira do Rio Grande do Sul (Villwock, 1972). Corresponde a uma zona praial integrante da planície arenosa litorânea constituída predominantemente de depósitos arenosos de origem praial, lagunar e eólico.

Nesta zona pode-se destacar as seguintes feições geomorfológicas: 1 — feições praiais constituídas de lençóis de areia fina, com larguras médias de 10 metros e declividade em torno de 2° e 3°, cortados nos períodos de chuvas por canais ou san-

gradouros de até um metro de profundidade e com largura de até dezenas de metros; 2) — feições eólicas produzidas por dunas litorâneas desenvolvidas preferencialmente na porção norte da região, 3 — feições lagunares representadas na região, principalmente, pela lagoa de Tramandaí.

Outra feição importante, pelas modificações que provoca no perfil de praia, é a desembocadura do rio Tramandaí, que se localiza no limite norte da área em estudo.

1 — Geologia Marinha

A planície costeira e a plataforma continental constituem estrutura única, definindo nesta região uma costa baixa e plana do tipo E (Ottmann, 1965). Conforme Urien (1970) a plataforma é do tipo Rio Grande do Sul-Uruguai, de larga à média, estando sua borda a uma profundidade de 120 metros. Ocorre variação no gradiente da plataforma entre 50 e 70 metros de profundidade, havendo pequenas variações de contorno junto à isóbata de 20 metros.

A taxa atual de suprimento sedimentar é baixa. Os sedimentos trazidos pelos rios são trapeados em sua maioria nas lagoas costeiras e estuários. A sedimentação na plataforma interna é predominantemente arenosa e tem propriedades texturais similares às areias praias recentes na região (Martins, Urien, Eicler, 1967).

2 — Meteorologia

O litoral norte, conforme Machado (1950), tem seu clima determinado pela serra do nordeste e se apresenta mais chuvoso e mais quente que o litoral sul.

Segundo dados do DEPRC coletados a partir de 1975, a temperatura média do ar para Tramandaí é de 17,9°C; a temperatura mínima média mensal no mês de julho é em torno de 15°C; e a temperatura máxima média mensal em fevereiro é em torno de 24°C.

Segundo dados do U.S. Charts H.O. (1970) os ventos norte e nordeste, com velocidades entre 2 e 15m/s, são os mais persistentes, enquanto os ventos sul e sudeste são menos freqüentes porém mais fortes, com velocidades de até 21m/s. A pluviosidade anual na região está entre 1300-1700mm (INCRA MA., 1973).

3 — Oceanografia

A massa de água costeira está sob influência alternada das águas da corrente do Brasil, da corrente das Malvinas e do desagüe do rio de la Plata e da lagoa dos Patos (Delaney, 1963). A direção das correntes são predominantemente dos setores norte e sul com velocidades entre 0,6 e 0,9 nós, como pode ser observado no quadro abaixo:

TRIMESTRE	DIREÇÃO	VELOCIDADE (nós)
setembro, outubro, novembro	norte-sul	0,7
dezembro, janeiro, fevereiro	norte-sul	0,7 — 0,6
março, abril, maio	sul-norte	0,8
junho, julho, agosto	sul-norte	0,9

Segundo Motta (1969), as ondas têm duas direções predominantes: nordeste e sudeste. As primeiras constituem vagas originadas pelo vento mais freqüente na região, com períodos de até 9 segundos, atingindo alturas de 1,5 metro, nas profundidades de 15 a 20 metros. Por outro lado, as do sudeste constituem ondulações formadas por perturbações atmosféricas ao largo da costa, têm maior altura e energia e com isto maior capacidade de transporte. A altura máxima atingida nas recorrências anuais é de 3,5 metros e dificilmente ultrapassam a períodos de 15 segundos.

A amplitude média de maré em Tramandaí segundo dados da DHN (1976) é de 1,5 metro. As marés são do tipo mista e caracterizadas como fracas e irregulares, com efeito preponderante dos ventos sobre as forças astronômicas. Com ventos do quadrante sul as águas litorâneas podem atingir um nível de até um metro sobre a altura da maré astronômica.

Segundo Pitombeira (1975) o transporte litorâneo na área em estudo ocorre na direção norte-sul, principalmente pelo efeito das ondulações. O mesmo autor calculou o volume total de material transportado usando três diferentes métodos:

Método de Castanho: 788.600m³/ano; das quais são
475.400m³/ano para o sul
313.200m³/ano para o norte

Método de Bycker: 535.000m³/ano; das quais são
341.200m³/ano para o sul
193.800m³/ano para o norte

Método de Caldwell: 1.550.500m³/ano; das quais são
969.500m³/ano para o sul
581.000m³/ano para o norte

Apesar da diferença obtida nos valores absolutos na aplicação dos três métodos, nota-se uma constância na proporcionalidade com uma média de 62% de material transportado para sul e 38% para o norte.

A ação do deságüe fluvial do rio Tramandaí, que transporta material da lagoa de mesmo nome, e do transporte litorâneo provocam modificações na região da desembocadura e imediações, como por exemplo, formações e migrações de barras, como aconteceu no período 1939-1944 quando a desembocadura migrou 1,1km para o norte (Pitombeira, 1975) favorecida pelas ondulações de sudeste. As estimativas de transporte de volume fluvial indicam uma média de 1,3m³/s (Pitombeira,

1975); 75 a 80m³/s (Motta, 1969); e 25 a 27m³/s (Alvarez, 1979). Os valores de escoamento variam conforme a época do ano e a situação meteorológica.

SEDIMENTOLOGIA

Os resultados das análises granulométricas das 17 amostras, coletadas nos diferentes perfis construídos, foram representados graficamente através de curvas de frequência acumulada e histogramas de frequência simples.

O cálculo dos vários parâmetros estatísticos, que permitem visualizar as características texturais fundamentais dos grãos foi realizado utilizando-se as fórmulas de Folk e Ward (1957) (tabela 1).

Tabela 1
PARÂMETROS ESTATÍSTICOS, TRAMANDAÍ, RS

AMOSTRA	Md Ø	Mz Ø	I	SKI	K'G
L-11	2,55	2,56	0,34	0,005	0,48
L-12	2,92	2,82	0,27	-0,47	0,51
L-13	2,49	2,47	0,29	-0,07	0,52
L-21	2,52	2,51	0,37	-0,11	0,48
L-22	2,62	2,60	0,35	-0,15	0,42
L-23	2,21	2,27	0,41	0,18	0,49
L-31	2,60	2,61	0,31	-0,02	0,45
L-32	2,58	2,60	0,31	0,06	0,49
L-33	2,50	2,50	0,36	0,06	0,45
L-4	12,58	2,61	0,28	0,08	0,50
L-42	2,40	2,45	0,39	0,15	0,45
L-43	2,61	2,61	0,32	-0,04	0,45
L-44	2,57	2,61	0,30	0,06	0,45
L-51	2,32	2,40	0,41	0,22	0,41
L-52	2,40	2,45	0,38	0,13	0,44
L-53	2,33	2,38	0,43	0,09	0,43
L-61	2,51	2,56	0,32	0,14	0,42

A partir dos parâmetros estatísticos foram confeccionados diagramas dispersos, relacionando os diferentes percentuais calculados.

Finalmente são descritos os minerais que compõem estes sedimentos arenosos.

1 — Aspectos texturais

1.1 — Medidas de tendência central

Estas medidas, representadas pelo diâmetro mediano (M_d) e diâmetro médio (M_z), mostram que os grãos estão situados nos intervalos 2-3 ϕ , correspondentes à areia média e fina (figura 3). São unimodais com classe modal sempre acima de 70%. Sem diferenças significativas entre os valores encontrados.

A homogeneidade textural das amostras é também visível através de curvas acumulativas (figura 4). Nesta figura separam-se as amostras em três grupos, sem identificação devido à grande semelhança entre as distribuições.

1.2 — Medidas de dispersão

Os valores encontrados para o desvio-padrão (τ_1), que fornece o índice de classificação dos sedimentos, mostram-se com muito boa e boa classificação para os sedimentos, com valores que vão de 0,27 a 0,43, tal como determinado por Martins (1967) para os sedimentos praias da planície costeira do RS.

1.3 — Medidas de assimetria

A assimetria (SK_1) mostra a tendência dos sedimentos em situarem-se ao lado dos grãos finos ou grosseiros, na curva de distribuição.

Um sedimento com assimetria negativa apresenta truncamento na terminal fina da curva de distribuição, característica do ambiente praias, onde há retirada de material mais fino através da atividade de ondas e correntes. Quando a assimetria é positiva há um truncamento na terminal grosseira. É observado em depósitos eólicos, onde o vento é responsável pelo transporte e deposição do material fino. Nas amostras simétricas a tendência se dá igualmente para o lado dos finos e grosseiros, característicos também do ambiente praias.

Das amostras analisadas, nove aparecem simétricas, três com assimetria negativa e cinco amostras com assimetria positiva.

Segundo Martins (1967), seria previsível o predomínio do comportamento negativo das areias praias oceânicas do RS. Contudo, pela proximidade de dunas litorâneas, da desembocadura do rio Tramandaí e ainda, pela ocorrência freqüente de tormentas na área, pode haver alteração no processo de remoção e deposição de sedimentos, permitindo a contaminação de materiais com diferentes tamanhos. Esta medida, portanto, não se revelou como diagnóstico ambiental no presente estudo.

1.4 — Medidas de curtosis

Com relação a esta medida, que apresenta o grau de selecionamento da parte central e terminal da curva de distribuição, verifica-se que sete amostras são meso-

cúrticas, com igual índice de seleção na parte central e terminal da curva, e 10 amostras são platicúrticas, com melhor seleção nas terminais do que na parte central da curva de distribuição.

Outros autores, trabalhando em praias oceânicas abertas, têm encontrado valores mesocúrticos e leptocúrticos, melhor seleção na parte central que nas terminais, para os sedimentos.

Os valores meso-platicúrticos encontrados são devidos, possivelmente, à alteração na dinâmica de remoção e deposição de sedimentos, em função dos fatores ambientais da área em estudo.

2 — Correlação entre parâmetros estatísticos

Os gráficos da figura 5 mostram a correlação entre; média aritmética (M_z) x desvio-padrão (τ_1), assimetria (SK_1) x desvio-padrão (τ_1), média aritmética (M_z) x assimetria (SK_1).

2.1 — Correlação M_z x τ_1

Este gráfico (figura 5.A) indica que os sedimentos pertencem a um único grupo textural, representado pela areia média e fina, com diâmetro modal entre 2-3 ϕ . O grau de seleção varia de bom a muito bom.

Observa-se que a partir da areia média em direção à areia fina os valores do desvio-padrão diminuem, em consequência direta do aumento da seleção do sedimento.

2.2 — Correlação M_z x SK_1

Como pode ser observado na figura 5.B, a assimetria é função do tamanho médio dos sedimentos. A assimetria tende a valores positivos com o aumento de M_z .

Os sedimentos mais próximos à linha de praia e sujeitos a ação da saca e resaca devem mostrar-se simétricos ou com assimetria negativa. Os que se encontram distribuídos mais externamente são submetidos a condições energéticas mais baixas, o que permite a deposição de finos; devem, portanto, apresentar assimetria positiva.

No entanto, este comportamento não é observado nestes sedimentos coletados na zona do estirâncio e pós-praia, que têm sua deposição influenciada também pelo campo de dunas e aporte de material a partir da desembocadura do rio Tramandaí.

2.3 — Correlação SK_1 x τ_1

O gráfico da figura 5.C apresenta, a partir da correlação entre as medidas de assimetria e dispersão, uma leve tendência no aumento do grau de classificação quando os valores de assimetria positivo passam a valores negativos.

As ondas, as correntes e o vento são agentes transportadores com grande capacidade de selecionamento, por isto a assimetria e o tamanho médio apresentam maior variação que o desvio-padrão.

3 — Análise mineralógica

Cerca de 95% do material que compõe o sedimento praial aparece na fração leve e tem composição mineralógica predominantemente quartzosa. Por este motivo o estudo mineralógico restringiu-se a análise qualitativa dos minerais da fração pesada que ocorrem em percentagens iguais ou inferiores a 5% do total da amostra.

Identificou-se um total de 11 minerais, com predominância dos minerais opacos, que segundo Tomazelli (1977), são representados com maior frequência pela magnetita e ilmenita. A seguir, em ordem decrescente de ocorrência nas amostras aparecem o hiperstênio, hornblenda, turmalina, estaurolita, granada, zircão, epidoto, cianita e rutilo.

Muitos minerais não puderam ser analisados por estarem alterados, podendo pertencer a maioria deles, à família dos piroxênios, anfibólio e epidoto.

A associação epidoto — estaurolita — zircão — turmalina — granada é característica da Província Rio-grandense Interna (Pomerancblum, 1972). Aquela associação que se estende por todo o litoral do Rio Grande do Sul com grande estabilidade mineralógica, tem como provável fonte o complexo ígneo-metamórfico do Escudo Sul-riograndense e as rochas basálticas da Formação Serra Geral. Martins da Silva (1976), estudando a mineralogia das areias de praia entre Rio Grande e Chuí, RS, identifica associação mineralógica análoga à relacionada acima, admitindo também a mesma área fonte primária.

PERFIS DE PRAIA

As dificuldades de estabelecer marcos adequados que permitissem um controle direto de erosão ou acreção, fez com que se utilizasse o nivelamento expedito com teodolito no pós-praia e estirâncio. A continuação desses perfis para o largo até os 20 metros de profundidade foi tentada em duas oportunidades no mês de maio (figura 6).

O perfil E₁ foi o que mostrou maior mudança, sendo mais suave em maio. Em todo o período de estudos a declividade da zona superior mudou entre 1/147 e 1/13. A partir do mês de abril a junho as declividades mudam com maior troca na parte norte e sul da área estudada. Observou-se, porém, que a declividade, em termos gerais, mantém-se na transição do outono para o inverno. Pode-se afirmar então, que o regime de onda foi relativamente constante nessa época do ano e que a zona do perfil E₁ deve ser mais influenciável pelo deságüe do rio Tramandaí (foto 5).

Os ventos mais violentos e freqüentes foram do setor S a W, correspondendo a passagens de frentes frias provenientes da Argentina. As depressões atmosféricas localizadas no Oceano Atlântico constituíram as zonas de geração de ondas que chegaram a Tramandaí como marulho. Estas situações aconteceram nos dias 1, 4, 13, 17, 19, 22, 27, de maio e 5, 12 e 13 de julho.

Na data de 13 de julho, e se estendendo ao dia seguinte, o marulho produziu completa destruição do perfil praial pelo avanço das ondas com elevada energia, num típico regime de inverno, como pode ser observado pelas linhas de tormenta que atingiram o campo de dunas (fotos 1 e 2). Na parte mais elevada do perfil, a ação erosiva origina escarpas de abrasão sobre o campo de dunas (fotos 3 e 4), e o retorno das águas ao Oceano desenvolve marcas de ravinamento (foto 5). Nota-se também, o ataque das ondas sobre o campo de dunas provocando grande erosão, como pode ser observado nas fotos 6, 7 e 8.

ARREBENTAÇÃO

Observações sobre as arrebentações, na área de estudo, mostram em média 4 a 5 linhas (foto 2), com linhas de cristas descontínuas, indicando ondulações de fundo. Para ventos do quadrante sul e sudoeste com velocidades de 30km/h, o ângulo de incidência das ondas medido pelas ortogonais sobre a linha de praia é de 80°, resultando numa componente de deriva para nordeste.

A medida dos períodos das ondas para as diferentes linhas de arrebentação a diferentes distâncias da linha de praia, na situação de marulho, mostram períodos médios de 20s para a primeira linha. A freqüência diminui para as linhas mais internas.

Nos perfis E3, E4, E5, as linhas de arrebentações são mais próximas da linha de praia, possivelmente pela maior declividade do fundo, com períodos aparentemente mais curtos.

No perfil E6, mais ao sul, as arrebentações se mostram mais distantes da linha de praia e com maior energia que nos perfis ao norte.

Com ventos sul e sudoeste, a arrebentação predominante é do tipo mergulhante (foto 2).

CORRENTES LITORÂNEAS

Os corpos de deriva na forma de garrafas vedadas e etiquetadas foram lançados na zona de arrebentação e "off-shore", sempre em superfície, apenas protegidas da ação do vento para posterior recolhimento.

Em 8km percorridos da barra do rio Tramandaí em direção ao norte, não foi encontrado nenhum corpo de deriva. Da mesma forma, a partir da barra até o termi-

nal turístico de Tramandaí, ao sul, nada foi encontrado. Com isto houve um prejuízo total na determinação da deriva litorânea.

Com respeito às correntes do rio Tramandaí, foram verificadas velocidades em superfície de 0,15m/s nas bordas, 0,20m/s na parte central, medidas estas tomadas na ponte que liga o município de Tramandaí e o balneário de Imbé. Na profundidade de 4m, a velocidade na parte central diminui para 0,10m/s. Os casos acima eram de maré vazante, com uma variação de altura na ordem de 5cm/h.

CONCLUSÕES

A análise das características granulométricas mostrou o tamanho dos sedimentos praias correspondente ao da areia fina e média, com boa classificação. Para a assimetria (SK_1), ao contrário do que se esperava, poucas amostras revelaram-se negativas, possivelmente pela proximidade do rio Tramandaí, de dunas marginais e a ocorrência freqüente de tormentas que provocam alteração na dinâmica normal de remoção de finos. A curtose (KG') mostra curvas meso-platicúrticas, isto é, melhor índice de classificação nas terminais que na parte central da distribuição.

As areias praias são predominantemente quartzosas na sua fração leve, e correspondem em média a 95% do peso total da amostra. Na fração pesada, além dos minerais opacos identificados por Tomazelli (1977) como sendo ilmenita e magnetita principalmente, determinou-se também a presença de hiperstênio, hornblenda, turmalina, estaurolita, granada, rutilo, zircão, epidoto, cianita, tendo como provável fonte o complexo ígneo-metamórfico do Escudo Sul-rio-grandense e os basaltos da Formação Serra Geral.

O perfil praias destruído pelo avanço das ondas, num típico regime de inverno, fez desenvolver uma superfície plana desde a linha de praia até o campo de dunas, onde são vistas marcas de "swash" (foto 1). A declividade do perfil praias é variável entre 1/147 e 1/13, com maior variação nos extremos norte e sul da área. Evidências do processo erosivo são observadas nas partes mais elevadas do perfil, onde ocorrem escarpas de abrasão e marcas de ravinamento.

A presença de 4 a 5 linhas de arrebatamento e linhas de cristas descontínuas indicam fundo ondulado, com declividade variável paralelamente a linha de praia. A partir dos perfis E_3 , E_4 , E_5 para o sul, a declividade do fundo é mais acentuada em consequência da remoção de material pelas ondas vindas do sul e sudoeste de alta energia, que carregam este material para o norte depositando-o nas proximidades da desembocadura do rio Tramandaí. Este fenômeno, provoca modificações como formação e migração de barras e ainda mudanças nas características granulométricas do sedimento praias.

AGRADECIMENTOS

Ao DEPRC pelo fornecimento de dados maregráficos e meteorológicos de sua estação do Imbé e Divisão de Hidrometria.

À PETROBRÁS S.A. por ceder gentilmente sua lancha para execução de sondagens.

Aos alunos do Curso de Pós-Graduação em Geociências Eugênio Cunha e Alberto Müller pela participação em várias tarefas de campo, assim como a recopilação de dados por este último.

Ao Prof. Dr. Luís R. Martins, Diretor do Centro de Estudos de Geologia Costeira e Oceânica da Universidade Federal do Rio Grande do Sul, por oferecer condições materiais para análise e interpretações dos dados coletados.

Aos laboratoristas do CECO-UFRGS pela ajuda prestada aos pesquisadores durante os trabalhos de laboratório.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ALVAREZ, J.A. 1979. Una observación en el estuario del Tramandaí/RS. *Pesquisa – Instituto de Geociências, UFRGS*, Porto Alegre, 12:189-207.
- DELANEY, P.J. 1963. *Quaternary geologic history of the coastal plain of Rio Grande do Sul, Brazil*. Baton Rouge, Louisiana State University Press, p.29.
- . 1965. Fisiografia e geologia da superfície da planície costeira do RS. *Publicação Especial – Escola de Geologia, UFRGS*. Porto Alegre, 6.
- DIRETORIA DE HIDROGRAFIA E NAVEGAÇÃO. 1976. Roteiro Costa Sul, DH 19, Rio de Janeiro, Brasil.
- FOLK, R.L. & WARD, W. 1957. Brazos river bar: a study in the significance of grain saize parameters. *Journal of Sedimentary Petrology*, Tulsa, OKla., 27 (1): 3-28.
- INCRA, M.A. 1973. *Levantamento e avaliação de recursos naturais, sócio-econômicos e institucionais do Rio Grande do Sul*. Brasília.
- MACHADO, F.P. 1950. *Contribuição ao estudo do clima do Rio Grande do Sul*. IBGE.
- MARTINS, L.R.S. 1967. Aspectos texturais e deposicionais dos sedimentos praias e eólicos da planície costeira do Rio Grande do Sul., *Publicação Especial – Escola de Geologia UFRGS*, Porto Alegre, 2(1).
- ; URIEN, C.M.; EICHLER, B.B. 1967. Distribuição dos sedimentos modernos da plataforma continental sul-brasileira e uruguaia. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE GEOLOGIA, 21, Curitiba. *Anais...* Curitiba, SBG.
- MARTINS DA SILVA, M.A. 1976. Mineralogia das areias de praia entre Rio Grande e Chuí – Rio Grande do Sul. Porto Alegre, Curso de Pós-Graduação em Geociências, UFRGS. diss. maestr.

- MOTTA, V.F. 1969. *Relatório diagnóstico sobre a melhoria e aprofundamento do acesso pela barra de Rio Grande*. Porto Alegre, IPH/UFRGS.
- OTTMANN, F.C. 1965. *Introduction a la géologie marine et littorale*. Paris, Masson.
- PITOMBEIRA, E.S. 1975. *Estimativa do volume anual de transporte litorâneo na costa do Rio Grande do Sul*. Porto Alegre, IPH/UFRGS, diss. maestr.
- POMERACBLUM, M. & COSTA, M.P. 1972. Integração sobre minerais pesados na plataforma continental brasileira. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE GEOLOGIA, 26, Belém, *Anais...* Belém, SBG.
- TOMAZELLI, L.J. 1977. *Minerais pesados da plataforma continental do Rio Grande do Sul*. Porto Alegre, Curso de Pós-Graduação em Geociências/UFRGS.
- U.S.NAVY. 1970. *Atlas of sea and swell charts south atlantic ocean*. Washington.
- URIEN, C.M. 1970. Les rivages et le plateau continental de sud du Brésil et de l'Argentine. *Quaternaria*, Rome, 12:57-69.
- VILLWOCK, J.A. 1972. *Contribuição à geologia do holoceno da província do Rio Grande do Sul – Brasil*. Curso de Pós-Graduação em Geociências/UFRGS. diss. maestr.
- WENTWORTH. 1922. A scale of grade and class terms for clastic sediments. *Journal of Geology*, Chicago, 111.30:377-92.

Foto 1. Detalhe do avanço da linha de tormenta sobre o campo de dunas.

Foto 2. Perfil E₁. Vista para o sul. Parte média da foto mostra a ação das tormentas. Na parte superior, observa-se linhas de arrebenção e ondas do tipo mergulhante.

Foto 3. Vista para o sul a partir da estação E₅. À esquerda na foto, marcas de *swash*. Ação de tormentas sobre o campo de dunas gerando escarpas de abrasão.

Foto 4. Escarpa de abrasão formada pela ação das ondas sobre a planície arenosa e campo de dunas.

Foto 5. Estação E₁, desembocadura do rio Tramandaí. Marcas de ravinamento no pós-praia.

Foto 6. Vista para o norte a partir do perfil E4. Ação de tormentas sobre o campo de dunas, destruindo a cobertura vegetal.

Foto 7. Vista de detalhe da destruição do campo de dunas pela ação de tormentas (junho, 1979).

Foto 8. Feição produzida por ação eólica e de tormenta, provocando avalanche em sedimentos arenosos com teor de umidade variável.

Figura 1. Mapa de localização da área estudada.

Figura 2. Mapa de amostras e perfis

Figura 3. Histogramas de frequência simples – Tramandar.

Figura 5. Diagrama disperso — Tramandaí.

Figura 6. Perfis de praia — Tramandaí.