Pesquisas em Geociências

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

Misturas Populacionais e Efetividades de Energia Ambiental

L.R. Martins, H. Jost, J.A. Villwock, I.R. Martins

Pesquisas em Geociências, 1 (1): 13-24, jan./abr., 1972.

Versão online disponível em:

<http://seer.ufrgs.br/PesquisasemGeociencias/article/view/21872>

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 - jan./abr., 1972.

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

MISTURAS POPULACIONAIS E EFETIVIDADES DE ENERGIA AMBIENTAL *

L. R. MARTINS **
H. JOST **
J. A. VILLWOCK **
I. R. MARTINS **

SINOPSE

São apresentadas as relações existentes entre as propriedades de tamanho de sedimentos praias oceânicos e os diferentes níveis de energia presentes em várias praias do litoral de Santa Catarina.

Areias ativadas por índices elevados de energia, são unimodais, bem selecionadas, apresentando pequeno número de classes texturais. Níveis pouco expressivos de energia revelam areias mal selecionadas, por vezes bimodais e apresentando elevado número de classes texturais.

Variações entre sedimentos uni ou bipopulacionais são igualmente comentadas.

SUMMARY

Relations between grain size properties and energy level of ocean beaches of the coastal zone of the State of Santa Catarina.

High-energy beaches produce unimodal, well-sorted sands with few textural classes. Low-energy beaches produce poorly sorted, sometimes bimodal sands, with a large number of textural classes.

Changes in unipopulational or bipopulational sediments in a low or high energy environment are also presented.

INTRODUÇÃO

A relação existente entre os processos dinâmicos a que é submetido um material sedimentar em seu ciclo sedimentogênico e a con-

seqüente produção de um determinado tipo de textura tem sido objeto de muitos estudos, visando estabelecer os principais fatores de influência relativos a esta situação.

Se cada variedade de ambiente sedimentar produz propriedades texturais típicas, é certo que estas poderão constituir um instrumento valioso na interpretação de um depósito clástico antigo.

Os estudos sobre as propriedades de tamanho de grão e suas relações com o ambiente deposicional têm sido desenvolvidos de maneira intensa desde 1936 sucedendo-se, até o presente, valiosas contribuições neste campo.

Em particular destacam-se KRUMBEIN (1936, 1938)^{22,23}, OTTO (1939)³⁴, PETTIJOHN (1949)³⁷, DOEGLAS (1946, 1968)^{3,4}, INMAN (1949, 1952)^{14,15}, FOLK & WARD (1957)⁵, MASON & FOLK (1956)³², HARRIS (1959)¹², FRIEDMANN (1961, 1962, 1967)^{7,9,10}, FOLK (1966)⁶, MARTINS (1965)²⁶, PASSEGA (1957, 1964)^{35,36}, SPENCER (1963)⁴⁰, KLOVAN (1966)¹⁹, MC CAMMON (1962)²⁵ e KOLDIJK (1968)²⁰ que contribuíram, de modo decisivo, na tentativa de estabelecer relações entre processos sedimentares e a resposta textural resultante, em especial nos aspectos referentes às propriedades de tamanho de grão.

Tais estudos têm representado o sucesso de inúmeras contribuições, efetuadas especialmente no campo da caracterização textural específica a diferentes ambientes de sedimentação.

A cada comportamento textural particular têm sido atribuído fatores ambientais responsáveis, tais como: nível de energia, competência, tipo de transporte, etc.

* Trabalho realizado com recursos do Conselho Nacional de Pesquisas, Conselho de Pesquisas da UFRGS, e FAPERGS. Colaboração da Diretoria de Hidrografia e Navegação do Ministério da Marinha.

** Professor do Instituto de Geociências da UFRGS

Pesquisas	Porto Alegre	1	p. 13-24	maio 1972
-----------	--------------	---	----------	-----------

Dentre os ambientes modernos mais estudados, neste particular e em todo mundo, o ambiente praias se constitui num constante fornecedor de novos dados, uma vez que êle nos possibilita medir e aferir diretamente as relações entre as condições hidrodinâmicas atuantes e o tipo de textura sedimentar resultante no instante considerado.

Baseados nestes estudos, e em especial na experiência adquirida na pesquisa efetuada em praias sul-brasileiras e noutras partes do mundo, os autores se propuseram abordar as relações existentes entre sedimentos uni e bi-populacionais e a energia presente na área de acumulação.

Neste particular entende-se, no presente estudo, como sedimentos de duas populações aquêles que apresentam material de fonte diferente ou que estejam em estágio evolutivo tal que englobe ciclos sedimentares diferentes.

As praias do Rio Grande do Sul mostram-se normalmente formadas por uma população quartzosa típica, embora afetada, especialmente na região sul, pelo ingresso de quantidades apreciáveis de carbonato clástico na terminal grossa da distribuição.

As praias de Santa Catarina, por outro lado, particularmente as oceânicas da ilha de mesmo nome e as situadas entre Florianópolis e São Francisco do Sul, comumente apresentam duas populações. Tal verificação já fôra anteriormente notada por BIGARELLA, SALAMUNI & PAVÃO (1959)¹, revelando os autores a ocorrência de grãos de areia retrabalhados de primitivos cordões litorâneos, bem como partículas novas provenientes da erosão de espigões de rochas cristalinas adjacentes.

O presente estudo procura apresentar a efetividade ambiental em dinamizar sedimentos de tal constituição, na produção de uma areia com propriedades compatíveis ou não com o ambiente praias.

ENERGIA PRAIAL E GRANULOMETRIA

Os estudos até aqui conduzidos revelam a existência de uma íntima relação entre o nível de energia praias e as propriedades texturais das areias que compõem as praias sul-brasileiras.

Existem dois métodos expeditos de avaliação do nível e energia média de uma praia. O método de PRICE (1955)³⁸ fundamenta-se na estimativa do declive praias em pés por milha, classificando o nível de energia em: baixo (declives menores que 1,5 pés/milha); moderado

(1,5-2,5 pés/milha) e alto (maiores que 2,5 pés/milha). TANNER (1961)⁴², por sua vez, utiliza a altura média da rebentação das ondas para tal determinação, arbitrando valores de 1-10 cm para energia baixa, 10-50cm para energia moderada e energia elevada para alturas superiores a 50cm.

Normalmente, o desenvolvimento e a preservação de uma linha de praia acham-se intimamente ligados ao tipo e nível de energia e, igualmente, ao tempo de duração de aplicação desta.

Sendo uma feição produzida, em grande parte, por ação das ondas, e levando em consideração o tipo e a quantidade de material disponível, o tempo de construção é uma função direta do nível de energia e de sua duração.

O nível de energia deve ser, portanto, estabelecido, pois costas expostas à ação direta das ondas são bastante diferentes de costas com rebentação pouco expressiva ou inexistente.

TANNER (1960)⁴¹ empregou fatores tais como nível de energia, taxa de deriva litorânea, equilíbrio praias, variabilidade e estabilidade tectônicas, estabilidade do nível do mar, bem como as características do material presente e os agentes não marinhos para expressar a classificação de costas da Flórida. A costa leste, exposta a ondas do Oceano Atlântico, possui níveis de energia moderados a altos, enquanto a costa oeste, exposta a ondas do golfo do México, é considerada como de níveis baixos a moderados, com alguns setores apresentando nível zero, marcados pela presença de pântanos e um desenvolvimento praias muito pequeno.

O autor relaciona a presença de barreiras e lagunas como indício de praias de energia moderada, excetuando-se as zonas de energia zero, onde tanto a atividade das ondas como o suprimento de areia parecem ser inadequados para a construção de uma restinga. É salientado, contudo, que restingas são formadas sob uma variedade de condições energéticas, desde baixas (altura anual de rebentação 6cm) até altas (altura 100cm).

Desta forma, a presença ou ausência de uma barreira, não é necessariamente um indicativo de nível de energia, pois a sua formação pode ser devida a uma deficiência de areia disponível para mobilização.

Nos diferentes padrões assinalados, TANNER (1960)⁴¹ ressalta o decréscimo de energia de Virgínia para Geórgia, acompanhada por um decréscimo no tamanho médio das partículas dinamizadas.

De modo semelhante no Rio Grande do Sul, JOST (1970)¹⁸, em uma pesquisa básica sobre a variação de energia praial na construção de feixes de restinga da Lagoa dos Patos, utilizando métodos de tratamento matemático propostos por SAHÚ (1964), deriva uma relação de natureza energética decrescente, nesta laguna, das restingas mais velhas para as mais jovens, acompanhada de um decréscimo do tamanho médio das partículas.

ASPECTOS DA DINÂMICA DAS ONDAS

Um conjunto bastante complexo de fatores contribui para gerar os processos geológicos operantes no ambiente praial.

Ondas, correntes, marés, ventos e organismos constituem geralmente os fatores mais importantes na movimentação do material sedimentar em águas rasas e linhas de praia. Segundo INMAN (1960)¹⁶, praias arenosas constituem a manifestação mais comum dos processos litorâneos, sendo que as ondas e as correntes delas derivadas constituem os fatores mais importantes de atuação sobre o estado de equilíbrio dos detritos litorâneos.

A água deslocada para a praia, pelas ondas de rebentação, produz um sistema de circulação bastante complexo. (fig. 1). Desta maneira, desenvolve-se um transporte em direção à praia, um transporte lateral dentro do «surf» representado pelas correntes.

A ação das ondas ao longo das praias, especialmente as de natureza marinha, é a resultante final do desencadeamento de uma série de fatores que se sucedem no tempo.

A altura e o período da onda que atinge uma praia a um dado instante dependem, em primeiro lugar, da velocidade e duração dos ventos na área de geração, bem como do «fetch» desta zona de tempestades. Na zona de geração temos vagas, caracterizadas por um número infinito de alturas e períodos.

Ao saírem da zona de geração, as vagas sofrem um processo de filtração de períodos (como função das celeridades correspondentes a cada período), segundo o qual se transformam em ondulações, constituídas por trens de ondas, de alturas e períodos diferentes. Entretanto, esta filtração se verifica igualmente em direção, como função da variabilidade direcional de propagação das ondas, para fora da zona de geração.

Deste modo, as ondulações correspondentes a períodos distintos, e que atingem uma dada praia, aproximam-se dela a intervalos de tempo

diferentes, em função de suas respectivas celeridades e como resposta à distância existente entre a praia e a zona de geração. Quanto mais próximo à zona de geração, tanto maior o número de períodos distintos presentes num dado trem de ondas. Inversamente, quanto mais afastada da zona de geração, tanto mais monocromáticas são as ondulações.

Conseqüentemente, as características das ondas que atingem uma dada praia num instante qualquer, dependem da velocidade e duração dos ventos e do «fetch» na zona de geração, bem como da distância da praia à zona de geração.

Como foi mencionado, os perfis das ondas fora de sua zona de geração são grosseiramente monocromáticos e de forma ligeiramente sinusoidal. Tão logo ingressam em águas rasas, sofrem refrações, em virtude de um decréscimo de suas celeridades, pois estas variam diretamente com a profundidade. Paralelamente diminui o seu comprimento de onda e cresce a sua altura. Esta progressiva transformação é iniciada no instante em que a isóbata atingida possui um valor que representa a metade do comprimento da onda considerada à profundidade infinita.

Próximo à zona de rebentação, as deformações de uma onda se acentuam de tal modo que, em virtude das relações entre profundidade, altura e comprimento, esta se comporta como uma onda solitária, que possui uma altura muito superior à sua altura equivalente à profundidade infinita.

Quando a profundidade é tal que a deformação próxima à praia resulta em uma esbeltez de onda

altura

$$(H_o/L_o = \frac{\text{comprim. de onda à profundidade infinita}}{\text{altura}})$$

de valor limite de 14%, ocorre o fenômeno da rebentação.

A rebentação expressa a dissipação da maior parte da energia contida em uma onda, e esta rebentação pode se verificar de dois modos, de acordo com a declividade da praia e a esbeltez da onda. Para declives elevados a baixos valores de esbeltez, a rebentação é do tipo mergulhante («plunging»); para declives baixos e altos valores de esbeltez a rebentação é do tipo progressiva («spilling»), de acordo com MOTTA (1967)³³.

Quando as ondas atingem a praia segundo um ângulo qualquer, com relação à normal da mesma, o momento da onda possui uma componente ao longo da praia na direção de sua

propagação. Isto resulta na formação de correntes litorâneas (longshore currents) que se propagam paralelas à praia, dentro da zona de rebentação, sendo responsáveis por grande parte do transporte de material na zona do «inshore».

Após deslocar-se paralela à praia, como corrente litorânea, a água retorna em direção ao oceano, segundo zonas estreitas, formando correntes denominadas «rip currents».

Desta forma, o transporte realizado pelas ondas ao longo das praias, o deslocamento lateral das correntes litorâneas, o fluxo de retorno em direção ao largo, representado pelas «rip-currents», e o movimento de expansão das «rip-heads» constituem os elementos fundamentais do sistema de circulação-transporte na zona litorânea. INMAN & QUINN (1960) mediram a grandeza de correntes litorâneas determinando velocidades entre 15 e 75cm/seg, atingindo excepcionalmente até 125cm/seg.

TRANSPORTE LITORÂNEO NO SUL DO BRASIL

Estudos realizados na costa do Rio Grande do Sul, por MOTTA (1967)³³, revelaram que as ondas presentes provocam transporte litorâneo nos dois sentidos: de sudoeste para nordeste e no sentido inverso. Contudo, a capacidade de transporte proveniente de sudoeste é superior àquela produzida do nordeste para sudoeste. Os volumes anuais médios totais dos transportes litorâneos S-N e N-S acham-se na proporção de 1,5:1,0 (NS 100.000m³/ano; SN 70.000m³/ano).

Segundo o citado autor, as características determinadas correspondem, em seu conjunto, a uma zona praial em equilíbrio dinâmico. Os materiais presentes nesta situação encontram-se sempre em movimento através da ação das ondas e correntes litorâneas, sem que os traços morfológicos fundamentais mudem de uma maneira expressiva.

MOTTA (1967)³³ revela ainda alguns aspectos conclusivos sobre ondas e ventos presentes na zona litorânea do Rio Grande do Sul, mostrando que o período significativo mais frequente é de nove (9) segundos, sendo raros os períodos acima de quatorze (14) segundos, medidos ao longo da isóbata de 20 metros.

As vagas mais curtas e de maior esbeltez provêm com maior frequência do leste. A altura significativa mais frequente é de 1,5m não se verificando variação sensível nas características das ondas durante o ano.

Os ventos apresentam nítida predominân-

cia do quadrante N e NE, com velocidade de 2 a 9 e 9,5 a 15,5m/seg, raramente atingindo velocidades inferiores.

Outro aspecto abordado pelo autor é que as ondas de maior agressividade no transporte litorâneo e mesmo sobre estruturas marítimas e navios, provêm de SE.

Estas ondas não são geradas por ventos locais, mas se propagaram de distantes zonas de geração. Esta conclusão assinala a área litorânea de Tramandaí como exemplo de como as características de ondas incidentes nem sempre se deduzem das características dos ventos locais.

Quanto às correntes litorâneas, medidas com correntógrafos fundeados ao largo de Tramandaí, revelaram-se preponderantemente paralelas à linha de praia, ocorrendo em ambos os sentidos, variando entre 0,10 e 0,20m/seg, muito dificilmente atingindo 0,30m/seg.

ASPECTOS GRANULOMÉTRICOS

Estudos efetuados ao longo de zonas praias do Rio Grande do Sul e Santa Catarina permitiram uma avaliação da influência de energia praial sobre os sedimentos ali existentes.

De uma maneira geral, foi observado que a tendência normal da dinâmica ambiental presente é produzir uma distribuição granulométrica constituída, predominantemente, pela população de saltação, hidrodinamicamente ativada pela ação de saca e ressaca («swash» e «backwash»). Ressalta-se, neste particular, que todas as amostras aqui estudadas foram obtidas da zona de estirâncio inferior (lower foreshore), ou seja, aquela parte saturada pela linha d'água bidirecional de vinda e recuo das ondas.

Um estudo detalhado sobre este aspecto, foi realizado recentemente por VISHNER (1969)⁴³, que efetuou uma série de perfis litorâneos, desde a zona de dunas até algumas dezenas de metros em direção ao mar, em mais de 30 localidades entre Louisiana e Carolina do Norte (USA), obtendo amostras que revelaram vários tipos fundamentais de curvas «log-probability», classificando-as, segundo o processo de deposição, em praial, eólico, ação de ondas e ação de rebentação.

Outro trabalho completo sobre a movimentação de sedimentos litorâneos foi executado por INGLE (1966)¹³, utilizando traçadores fluorescentes. O autor verificou diferenças marcantes entre o diâmetro mediano dos grãos na zona de saca (swash) e de «surf», sendo a bimodalidade

da distribuição característica da zona de transição.

ROGERS & SCHUBERT (1963)³⁹ discutem o problema populacional e normalidade das distribuições granulométricas polimodais, afirmando que a separação de um sedimento em populações de material de diferentes tamanho é provavelmente válida. Os autores afirmam, ainda, que cada população é produzida por mecanismos de abrasão e fraturamento diferentes.

Foi igualmente determinado que a velocidade da saca (swash) é essencialmente independente do declive do estirâncio, mas dependente da posição da zona de rebentação com relação à praia e, neste caso, também do declive conjunto de «foreshore/inshore» e da fase da maré.

Por outro lado, a velocidade da ressaca (backwash) é principalmente dependente do declive do estirâncio.

RESULTADOS NA ÁREA DE ESTUDO

Embora para a presente nota os autores tenham estudado as praias oceânicas, desde a ilha de São Francisco (SC) até o Chuí (RS), apenas uma área foi tomada para apresentação do problema.

Ela está representada pela zona praial que vai desde as praias de Bento Francisco e São Miguel, situadas na margem continental da baía norte da Ilha de Santa Catarina, até a praia de Itajubá, próximo à localidade de Barra Velha ao norte de Florianópolis.

Foram coletadas 180 amostras, distribuídas entre as praias de Bento Francisco, São Miguel, Pôrto Belo, Juperê, Itapema, Camboriú, Cabeçadas, Piçarras e Itajubá, todas correspondentes à zona de estirâncio inferior.

Foram igualmente executadas medidas expeditas de avaliação do nível de energia praial através de um dispositivo desenvolvido por MARTINS & VILLWOCK (1970)³¹.

Anotações sobre nível de energia foram tomadas em várias ocasiões e nas mais variadas épocas do ano, a fim de fornecer uma média anual aproximada.

Para efeito de uniformidade, os sedimentos foram analisados segundo os padrões já empregados em trabalhos anteriores por MARTINS (1967, 70)^{27,30}; MARTINS; URIEN; EICHLER (1967)²⁸.

Os resultados obtidos foram comparados com o nível energético praial.

Este nível apresentou-se, de um modo geral, baixo nas praias da baía norte, pois a ilha re-

presenta uma barreira natural às ondas e, conseqüentemente, à energia.

Em direção ao norte, esta influência deixa de ser sentida e o nível de energia aumenta.

Por sua vez, o material que está sendo dinamizado é, em grande parte, formado por duas populações distintas. Uma está representada por grãos mais finos, oriundos do retrabalhamento de cordões litorâneos; outra, por partículas de um primeiro ciclo de dinamização, liberadas diretamente pelas rochas cristalinas da área.

Neste particular, BIGARELLA; SALAMUNI; PAVÃO (1959)¹ apresentaram idêntica relação para a praia de Ubatuba (SC), situada na Ilha de São Francisco, mais ao norte da área aqui estudada.

Na fig. 3, apresentamos histogramas de frequência simples e os parâmetros estatísticos retirados das curvas de frequência acumulada, de amostras representativas de diferentes áreas estudadas.

Pelo exame das mesmas, nota-se uma nítida relação entre o nível de energia praial e o ajuste das duas populações ao regime praial.

Constata-se que nas praias de nível de energia praial pouco expressivo, as duas populações produzem uma distribuição bimodal mal classificada, com predominância da população grosseira de primeiro ciclo sedimentar, sobre a moda secundária de areias retrabalhadas. A medida que nos dirigimos para o norte, há um aumento gradativo do nível de energia praial. Esta transição já começa a ser sentida no norte da praia São Miguel, mas torna-se bem mais expressiva a partir de Pôrto Belo, quando a Ilha de Santa Catarina não possui mais qualquer influência no regime hidrodinâmico.

A unimodalidade da distribuição, bem como a expressão percentual expressiva da classe modal, revelam a dinamização efetiva do material sedimentar no ambiente hidrodinâmico.

As medidas tomadas por MARTINS & VILLWOCK (op. cit.) revelaram para as praias do Matadouro, Balneário e Bento Francisco, efetividade praial pouco expressiva (altura da rebentação 5cm). Esta pouca efetividade é revelada inclusive pela presença de finos que são carregados ao largo, havendo, em alguns casos, formação de pequenos planos de lama («mud flats»).

A partir de São Miguel a energia aumenta gradativamente em direção ao norte, manifestada por uma série de modificações de caráter textural, resultado da adaptação do material em movimento às novas condições ambientais.

Neste aspecto, acrescenta-se que há certa heterogeneidade de granulometria de umas praias em relação a outras, como pode ser acompanhado pelos valores de tendência central (mediana e média aritmética) apresentados na fig. 3.

Assim, a praia Santa Clara possui diâmetro médio de 1,73 ou 0,309mm (areia média), enquanto Juperê e Armação possuem, respectivamente, $M_z = 2,86$ ou 0,137mm e 2,03 ou 0,244 (areia fina). Contudo ao apreciarmos os seus índices de seleção verificamos que as três praias possuem índices de 0,35-0,50, catalogados como clássicos para o ambiente praiar (MARTINS, 1967²⁷, MASON & FOLK (1958)³² e MARTINS, EICHLER; PODOLSKY (1969)²⁹. Isto evidencia uma de suas características consideradas marcantes, que tem sido obtida desde a aplicação da estatística para expressão das propriedades de tamanho, e que é o índice de seleção.

Esta propriedade, portanto, não é verificada nas areias das praias de Matadouro ou Bento Francisco, em virtude da ineficácia do meio energético praiar.

Tôdas as amostras, contudo, apresentam índices de assimetria negativos, considerado por FRIEDMAN (1961, 1967)^{7,10}, MARTINS (1965, 67)^{26,27} e outros, como outro parâmetro diagnóstico do ambiente praiar. Discussões sobre este aspecto entretanto, não cabem no presente trabalho e podem ser consultadas nos autores acima mencionados.

CONCLUSÕES

Os estudos sobre nível de energia praiar, revelados pela aferição da altura de onda de rebentação e sobre a constituição de sedimentos praiais, revelaram para a área costeira de Santa Catarina, entre Florianópolis e Barra Velha, os seguintes aspectos.

a) Há um aumento gradativo no nível de energia praiar de sul para norte, sendo baixo na área entre Florianópolis e São Miguel, moderada e alta entre esta e Itajaí e alta desta até Itajubá;

b) Os sedimentos praiais são formados, de uma maneira geral, por duas populações: uma de primeiro ciclo sedimentar, constituída por grãos grosseiros, e outra formada por grãos finos provenientes de material retrabalhado de cordões litorâneos e terraços mais antigos;

c) Há uma íntima relação entre o nível de energia praiar e os atributos texturais consignados para propriedades de tamanho de grão.

As zonas de baixa energia têm, normal-

mente, distribuições com presença de duas modalidades distintas, má classificação e presença de cinco e seis classes texturais.

Com o aumento gradativo da energia, as duas populações são dinamizadas de maneira tal a resultarem numa distribuição uniforme, unimodal, com índices de seleção inferiores a 0,50 e presença de três a quatro classes texturais.

d) O ajuste textural imprimido ao segundo momento estatístico (desvio padrão) das distribuições de tamanho, é relativamente uniforme, tanto para as distribuições de areia média, como de areia fina e muito fina;

e) O sinal do terceiro momento (assimetria) manteve-se constante e negativo de modo uniforme, tanto nas praias de baixa, como de alta energia.

BIBLIOGRAFIA CONSULTADA

1. BIGARELLA, J. J.; SALAMUNI, R.; PAVÃO, Z. (1959) — Contribuição ao estudo dos sedimentos praiais recentes. I — Praia de Ubatuba, S.C. **Boletim [do] Instituto de Geologia, Curitiba, 1: 1-102, 1959.**
2. CHAPPEL, J. (1967) — Recognizing fossil strand-lines from grain-size analysis. **Journal of Sedimentary Petrology, Tulsa, 37(1): 157-165, 1967.**
3. DOUGLAS, D. J. (1946) — Interpretation of the results of mechanical analysis. **Journal of Sedimentary Petrology, Tulsa, 16(1): 19-40, 1946.**
4. — (1968) — Grain size indices classification and environment. **Sedimentology, Amsterdam, 10(2): 83-100, 1968.**
5. FOLK, R. L. & WARD, W. C. (1957) — Brazos River bar, a study in the significance of grain-size parameters. **Journal of Sedimentary Petrology, Tulsa, 27: 3-27, 1957.**
6. — (1966) — A review of grain-size parameters. **Sedimentology, Amsterdam, 6(2): 73-94, 1966.**
7. FRIEDMAN, G. M. (1961) — Distinction between dune, beach and river sands from their textural characteristics. **Journal of Sedimentary Petrology, Tulsa, 31: 514-29, 1961.**
8. — (1962) — Comparison of moment measures for sieving and thin-section data in sedimentary petrological studies. **Journal of Sedimentary Petrology, Tulsa, 32: 15-25, 1962.**

9. — (1962) — On sorting, on sorting coefficients, and the lognormality of the grain-size distribution of sandstones. *Journal of Geology*, Chicago, **70**: 737-56, 1962.
10. — (1967) — Dynamic processes and statistical parameters compared for size frequency distribution of beach and river sands. *Journal of Sedimentary Petrology*, Tulsa, **37**: 327-54, 1957.
11. GEES, R. A. (1956) — Moment measures in relation to the depositional environment of sands. *Eclogae Geologicae Helveticae*, Luzern, **4**: 209-13, 1965.
12. HARRIS, S. A. (1959) — The mechanical composition of some intertidal sands. *Journal of Sedimentary Petrology*, Tulsa, **29**: 412-24, 1959.
13. INGLE, Jr., J. C. (1966) — The movement of beach sand. Amsterdam, Elsevier, 1966. (Developments in Sedimentology, 5).
14. INMAN, D. L. (1949) — Sorting of sediments in the light of fluids mechanics. *Journal of Sedimentary Petrology*, Tulsa, **19**: 51-70, 1949.
15. — (1952) — Measures for describing the size distribution of sediments. *Journal of Sedimentary Petrology*, Tulsa, **22**: 125-45, 1952.
16. — (1960) — Shore processes. New York, McGraw-Hill, 1960. p. 300-6. (Encyclopedia Science Technology).
17. — (1965) — Littoral processes and development of shore-lines. In: SANTA BARBARA SP. CONFERENCE — Coastal Engineering. (Contribution, 1972).
18. JOST, H. (1970) — Estudo sobre a análise discriminatória multivariada e sua aplicação a mecanismos deposicionais, [inédito]
19. KLOVAN, J. E. (1966) — The use of factor analysis in determining depositional environments from grain-size distributions. *Journal of Sedimentary Petrology*, Tulsa, **36**: 115-25, 1966.
20. KOLDIJK, W. S. (1968) — On environment sensitive grain-size parameters. *Sedimentology*, Amsterdam, **10**(1): 57-70, 1968.
21. KRUMBEIN, W. C. (1936) — Application of logarithmic moments to size frequency distribution of sediments. *Journal of Sedimentary Petrology*, Tulsa, **6**: 35-47, 1936.
22. — (1936) — The use of quartile measures in describing and comparing sediments. *American Journal of Science*, New Haven, **37**: 98-111, 1936.
23. — (1938) — Size frequency distributions of sediments and the normal phi curve. *Journal of Sedimentary Petrology*, Tulsa, **8**: 84-90, 1938.
24. — (1944) — Shore processes and beach characteristics. Technical Memoire [of the] U. S. Army Beach Board, **3**: 1-35, 1944.
25. McCAMMON, R. B. (1962) — Efficiencies of percentil Measures for describing the mean size and sorting of sedimentary particles. *Journal of Geology*, Chicago, **70**: 453-65, 1962.
26. MARTINS, L. R. (1965) — Significance of Skewness and Kurtosis in environmental interpretation. *Journal of Sedimentary Petrology*, Tulsa, **35**(3): 768-70, 1965.
27. — (1967) — Aspectos texturais e deposicionais dos sedimentos praias e eólicas da planície costeira do Rio Grande do Sul. *Publicação Especial [da] Escola de Geologia*, Pôrto Alegre, **13**: 1-101, 1967. 24 fig., 10 tabs., 4 grf.
28. —; URIEN, C. M.; EICHLER, B. B. (1967) — Distribuição dos sedimentos modernos da plataforma continental sul-brasileira e uruguaia. CONGRESSO BRASILEIRO DE GEOLOGIA, 21, Curitiba, 1967. — *Anais*. p. 29-43.
29. —; EICHLER, B. B.; PODOLSKY, V. V. (1969) — Propriedades texturais dos sedimentos litorâneos de Santa Catarina. I areias praias, trecho Mampituba-Aranguá. *Iheringia. Série Geologia*, Porto Alegre, **2**: 41-53.
30. —; GAMERMANN, N.; SCHEIBE, L.; TEIXEIRA, V. H. (1970) — Sedimentologia da Ilha de Santa Catarina — Areias praias. *Publicação Especial da Escola de Geologia*, Pôrto Alegre, **18**: 1-55, 1970.
31. — & VILLWOCK, J. A. (1970) — Método expedito para avaliação da altura de rebentação ondular. [Inédito]
32. MASON, C. C. & FOLK, R. L. (1958) — Differentiation of beach, dune and aeolian flat environment by size analysis, Mustang Island, Texas. *Journal of Sedimentary Petrology*, Tulsa, **28**: 211-26, 1958.
33. MOTTA, V. F. (1967) — Estudo em modelo reduzido da regulamentação da embocadura lagunar de Tramandaí (Rio

- Grande do Sul, Brasil). Pôrto Alegre, Instituto de Pesquisas Hidráulicas, U.F. R.G.S., 1967. [Inédito]
34. OTTO, G. H. (1939) — A modified logarithmic probability graph for the interpretation of mechanical analysis of sediments. *Journal of Sedimentary Petrology*, Tulsa, **9**: 62-76, 1939.
 35. PASSEGA, R. (1957) — Texture as characteristics of clastic deposition. *Bulletin of the American Association of Petroleum Geologists*, Tulsa, **41**: 1952-84, 1957.
 36. — (1964) — Grain-size representation by CM patterns as a geological tool. *Journal of Sedimentary Petrology*, Tulsa, **39**(4): 830-48, 1964.
 37. PETTIJOHN, F. J. (1949) — *Sedimentary rocks*. New York, Harper, 1949. 718p.
 38. PRICE (1955) — *Correlation of shoreline type with offshore bottom conditions*. Texas, Agricultural and Mechanical College, 1955. (Project of the Department of Oceanography, 63).
 39. ROGERS, J. J. & SCHUBERT, C. (1963) — Size distributions of sedimentary populations. *Science*, Washington, **141**: 801-2.
 40. SPENCER, D. W. (1963) — The interpretation of grain-size distribution curves of clastic sediments. *Journal of Sedimentary Petrology*, Tulsa, **33**: 180-90.
 41. TANNER, W. F. (1960) — Florida coastal classification. *Transactions of Gulf Coast Association of Geological Societies*, Florida, **10**: 259-66.
 42. — (1961) — Off shore shoals in area of energy deficit. *Journal of Sedimentary Petrology*, Tulsa, **31**(1): 87-95.
 43. VISHER, G. S. (1969) — Grain size distributions and depositional processes. *Journal of Sedimentary Petrology*, Tulsa, **39**(3): 1074-108.

FIG-2
 RELAÇÃO DE DINÂMICA DE TRANSPORTE COM
 POPULAÇÕES E PONTOS DE TRUNCAMENTO EM
 UMA DISTRIBUIÇÃO GRANULOMÉTRICA
 EXEMPLO MOSTRANDO QUATRO POPULAÇÕES
 LOG-NORMAIS TRUNCADAS DE ZONA DE SWASH
 PRAIAL (VISHNER, 1969)