NOTA PRELIMINAR SOBRE A MORFOLOGIA DO CORDÃO LITORÂNEO ATUAL ENTRE TRAMANDAÍ E TÔRRES

R. S. — BRASIL (*)

H. Vogt, A. Gomes e J. Tricart,
do Laboratório de Geografia Física, Centro de
Geografia Aplicada de Estrasburgo

A presente nota está baseada no estudo de 56 amostras de areia, em fotografias aéreas e em uma visão rápida do terreno por dois dos autores.

I — O quadro morfológico

a) **O quadro regional** — A banda litoral estudada, de direção NNE-SSW, se estende a contra-baixo do escarpamento tectônico, numa altitude de 1100 m, formando o limite oriental do Planalto (R. O. de Freitas 3, pg. 175); êste é constituído por uma sucessão de camadas de arenito Botucatu, tudo dominado por corridas de lavas basálticas jurássicas. O Planalto é banhado em Tôrres pelo mar, não deixando lugar se não a estreitas faixas de acumulações litorâneas ao pé do escarpamento. A planície litorânea se alarga progressivamente para o S e atinge 17,5 km em Osório, onde o escarpamento se inflete brutalmente para Oeste e bordeja a depressão ocupada pelo Rio Jacuí (Fig. 1, quadro I).

Segundo J. Pimienta (9, pg. 13 e 75), o estabelecimento da costa é determinado por uma falha em Tôrres, fato corroborado por outros estudos sobre o litoral brasileiro, p. ex. no Estado da Bahia por J. Tricart (10, pg. 300-303) e T. Cardoso da Silva (1), no de Rio de Janeiro por R. O. de Freitas (3, pg. 203).

b) **A Planície litorânea** — A costa é retilínea, regularizada. Na sua parte N, se distingue inicialmente o cordão litorâneo atual, compreendendo o estirâncio e as dunas vivas,

(*) Publicado no Cahiers Oceanographiques do C.O.E.C., XII, 7, julho, 1960.

com uma largura de 0,5 — 1,5 km. A E dêste cordão se alongam por 3 — 4,5 km de largura, 4 a 6 cordões de dunas fixadas pela vegetação, paralelos ao litoral. Para o interior se estende a planície propriamente dita, compreendendo as lagoas, os terrenos alagadiços entremeados por uma rede de canais divagantes e de planos cultivados.

Ao S do km 30 (15 km N de Taramandaí), as dunas fixas desaparecem, mas o cordão de dunas atuais se alarga até 2,5 — 3 km.

II — Características do “stock” arenoso

Aqui, como em outras regiões tropicais (Le Bourdieu, 7, pg. 34 e 41; J. Tricart, 10, pg. 276 e 293) e particularmente sobre a costa sul do Estado de Santa Catarina que prolonga nossa região para o N, onde o fenômeno foi definido em detalhe e avaliado quantitativamente por J. Pimienta (9, pg. 17-23 e 80-86), o “stock” arenoso existente na costa parece muito mais importante em comparação com os aportes atuais dos cursos d’água. Parece que se está em presença de um “stock” antigo, depositado sob condições diferentes, por ocasião da regressão pré-flandriana e novamente jogados à costa no momento da transgressão flandriana.

As amostras foram recolhidas do cordão litorânea atual em distâncias regulares de 5 em 5, após de 10 em 10 km. O km zero encontrando-se a 15 km S de Tramandaí (Fig. 1, quadro I e II). Em cada estação vários lotes foram recolhidos ao longo de um perfil perpendicular à costa sobre uma largura de 1 km no máximo.

Trata-se quase que exclusivamente de grãos de quartzo; excetuando-se os minerais pesados que são importantes em pequenas dimensões ($< 63 \mu$)*, encontraremos, à parte dos elementos quartzosos, apenas pequenas lâminas de mica ferugínea.

1) **Granulometria** — As amostras são muito homogêneas. Trata-se de areia fina: os elementos inferiores a 50μ não ultrapassam geralmente 0,1%; a mesma coisa com referência aos elementos superiores a 250μ que não excedem a 1%, e os grãos superiores a 630μ faltam completamente.

Esta areia fina apresenta uma homometria nítida; os elementos entre 100μ e 200μ formam quase sempre 90-98% da amostra (Fig. 3, Quadro II e III). Em dois casos, 84% da amostra permaneceu na mesma peneira (Quadro III, amostra 54 e 55 do km 90). Uma tal triagem pressupõe uma longa

(*) Por falta do símbolo apropriado empregamos o sinal μ para indicar o micro. (Nota da Redação).

QUADRO II

QUADRO III

km	1	2	3	4	5
(N.º 0 (I (II	1 40 8	2 55 13			
(N.º 5 (I (II	3 42 33	5 24 44	4 56 17		
(N.º 7 (I (II	7 58 8	6 60 12			
(N.º 10 (I (II	8 38 22	9 39 20	10 47 36	11 52 18	
(N.º 15 (I (II	12 40 32	13 22 44			
(N.º 20 (I (II	14 70 9	15 2 23			

km	1	2	3	4
(N.º 25 (I (II	16 28 42	17 66 27		
(N.º 30 (I (II	18 42 23	19 46 25		
(N.º 35 (I (II	20 66 26	21 69 3	22 68 5	
(N.º 40 (I (II	23 37 31	25 62 14	24 79 1	
(N.º 45 (I (II	26 69 8	29 42 22	28 51 17	27 57 13
(N.º 50 (I (II	31 70 1	30 59 14	32 53 18	33 52 19

COMPARAÇÃO ENTRE AS FRAÇÕES GRANULOMÉTRICAS DE 100-125 E 160-200

N.º : N.º da amostra.

I : % da fração 100-125 por comparação com o total da amostra.

II : id. para fração 160-200.

Col. 1: amostras recolhidas sobre a praia.

Col. 2-5: id. para o interior em distâncias crescentes.

km	1	2	3	4	5
(N.º 55 (I (II	34 48 24	35 46 26	38 48 27	37 25	36 50 20
(N.º 60 (I (II	39 66 25	40 47	41 50 21	42 47 24	
(N.º 70 (I (II	44 37 30	47 42	46 33 34	45 66 9	
(N.º 80 (I (II	48 36 36	51 55 16	50 51 17	49 22 42	
(N.º 90 (I (II	52 59 14	56 56 18	55 84 2	54 84 2	53 47 28

ação das vagas e faz pensar em retrabalhamentos sucessivos, numerosos e intensos.

2) **Morfoscopia** — Ela foi efetuada segundo o método do L.I.G.U.S. (8). A raridade dos elementos grossos nos obrigou a observar as areias de 315-400 μ , ou mesmo 250-315 μ ; ora, as pequenas dimensões não são favoráveis à observação das variações do aspecto. Como nenhuma diferença sistemática foi revelada, será suficiente indicar os resultados globais.

O coeficiente de arredondamento oscila em torno de 300. As proporções são da ordem de:

54% para os grãos subarredondados (**subémoussé**)

44% para os grãos arredondados (**émoussé**)

2% para os grãos ovóides (ovóides)

Este valor elevado reforça a impressão de um retrabalhamento forte. Em condições morfológicas grosseiramente análogas, sobre o litoral do Bas-Dahomey ocidental, A. Guilhaume (6, pg. 391, 421) encontra no cordão litoral atual um índice médio de 175 para os grãos de 0,5-0,7 mm. Trata-se de areias vindas do Continental terminal, cujos grãos têm um índice de arredondamento médio de 160. Se bem que a comparação de estudos morfoscópicos feitos por pessoas diferentes, e sobretudo de grãos de tamanhos diferentes, só pode fornecer indicações, a diferença é nítida. Comparável à nossa cifra é o índice 320 encontrado por P. Le Bourdice (8, pg. 52-53) para as areias da praia atual da Côte d'Ivoire, provenientes, depois de retrabalho marinho por ocasião da transgressão flandriana, de um lençol de acumulação semi-árida mioplioceno, cujas areias têm um índice de arredondamento de 262.

O aspecto dos grãos é luminoso numa proporção de 97% em média, os 3% restantes são picotados-luminosos.

Tudo isto indica uma ação marinha prolongada.

Porém a estatística sobre o aspecto dos grãos de areia revela mal os fatos. Muitos deles apresentam caracteres híbridos, aí estando representados todos os intermediários entre os luminosos e picotados-luminosos. Eles foram contados na categoria dos grãos luminosos, salvo quando o caráter picotado-luminoso dominava nitidamente. Em certos casos, o picotado era difundido sobre toda superfície do grão, porém muito longamente lavado. Outros grãos apresentam uma face luminosa, outra picotada-luminosa. Tal grão é picotado-luminoso, salvo uma aspereza subarredondada muito luminosa. A lavagem pelo mar, dos grãos inicialmente picotados-luminosos estaria pois em curso desde o momento em que os grãos tivessem sido novamente jogados sobre a costa.

Numerosos grãos são inteira ou parcialmente ferruginosos. A ferruginação está sempre ligada ao aspecto picotado-luminoso, mas o inverso não é verdadeiro. Lá também a lavagem progressiva é aparente. Os grãos híbridos são seguidamente ferruginosos na sua parte picotada-luminosa e limpos na sua parte luminosa. Parece então que deparamos com grãos originalmente picotados-luminosos e ferruginosos em uma grande proporção, resultando seu aspecto atual de uma longa ação da onda; pois o aspecto da superfície dos grãos de quartzo não é conseguido senão muito lentamente.

Forte homometria, forte usura, lavagem marinha avançada, são portanto as principais características destas areias. Elas parecem originárias do arenito róseo do Botucatu, próximo; teriam sido desprendidas por ocasião da regressão pré-flandriana, sob um clima mais favorável à erosão mecânica do que o atual, provavelmente contemporâneo dos antigos cones de dejeção que se observa ao pé da escarpa do planalto. A ausência de transferências litorâneas notáveis deixa esta origem local provável (cf. III, 4). Ora, os grãos de areia constituintes do arenito de Botucatu sofreram um grande desgaste pela água e pelo vento, o que poderá explicar o caráter particular das areias depositadas sobre a costa.

Assinalemos, enfim, as concreções silicosas em forma de cachos de uva, numerosas em certas amostras e ausentes na maior parte delas. Parecem estar ligadas a níveis hidrostáticos locais.

III — Elementos da morfologia dinâmica do cordão litoral atual

1) **A ação do vento dominante** — A observação das fotografias aéreas mostra que os ventos morfológicamente mais ativos são os de NE, os mais frequentes, talvez os mais fortes (J. Pimienta, 9 pg. 32, 95). Eles carregam as dunas atuais para SW, segundo uma direção, determinando um ângulo de 30-40° com o da costa. Esta ação parece ser a única morfológicamente eficaz. Por toda parte as línguas de dunas avançam para SW, adelgaçando o rebordo interior do cordão atual, invadindo os campos de cultura (cf. fig. 2, quadro II). Esta ação do vento de NE aparece igualmente em certos caracteres morfológicos da região das lagoas: na foto 25Fx18, a margem exposta ao vento da Lagoa de Fora (setor NW da foto) é retilínea segundo uma direção perpendicular ao vento dominante, erodida, a sedimentação não se efetua mais. Enquanto que, na margem em frente, um delta lagunar não pa-

rece afetado sob a ação do vento e se alonga em direção SW. Pode-se então afirmar que se trata duma ação dominante e não episódica. E' notório que os cordões de dunas fixas apresentam os bordos rigorosamente paralelos à costa, ainda que o rebordo interior do cordão atual apresente avanços sucessivos para SW. Este fenômeno é observado somente em um lugar sobre os cordões fixos. Estaríamos em presença de uma mobilização recente? Os cimos dos cordões de dunas fixas são seguidamente reavivados pelos ventos do NE (ex.: foto aérea 30F x 12). Trata-se provavelmente de um fenômeno de origem antrópica.

2) **Superposição dos cordões dunosos** — Nos avanços para SW, as dunas do cordão atual tendem a recobrir os cordões fixos. Verifica-se o desenvolvimento desta ação em tôdas as fotografias aéreas, da parte do litoral ao N do km 30. Na foto 26F x 15, vemos as dunas atuais recobrirem sucessiva e obliquamente em direção SW, todos os cordões de dunas fixas; as dunas atuais ao S dêste ponto, onde a largura de 3,5 km equivale a do conjunto dos cordões dunosos imediatamente ao N, ocupam todo espaço entre o mar e as lagoas (fig. 2, quadro II). Tais fenômenos de recobrimento não se observam nos cordões fixos. Por vêzes, "as janelas" deixam aparecer porções de cordões antigos não reavivados, bastante perto da costa (ex. foto aérea 23F x 17). A superposição parece então ser geral.

A granulometria permite precisar êste fenômeno. No interior do tamanho dominante de 100-200 μ , encontram-se nuances. Há três tipos de curvas (fig. 3 quadro II e quadro III): o tipo A tem seu máximo a 100-125 μ , o tipo B a 160-200 μ ; o tipo C, combinado, possui dois máximos: um de 100-125 μ . O outro de 160-200 μ . A fração de 125-160 μ é majoritária só excepcionalmente.

Há portanto dois "stocks" de areia correspondentes a duas condições hidrodinâmicas diferentes. Acontece que as dunas cobertas pela vegetação pertencem ao tipo B, mais ou menos pronunciado, o que leva então a crer que as formações dêste tipo são mais antigas. As dunas cujo tipo B é o mais evidente, não são sempre as mais afastadas da praia, o que permite admitir uma superposição de cordões diferentes até quase o bordo do mar: cf. perfil do km 70, assim como os que pertencem à porção de praia tipo A muito claro, mas cujas amostras de dunas apresentam caracteres híbridos, dominando portanto o "stock" 100-125 μ (curva D da fig. 3 quadro II ou p. ex. km 45): caráter híbrido que se poderia ex-

plicar por uma mistura progressiva com as areias do cordão subjacente e atestaria a generalidade do recobrimento. Haveria mistura com os aportes recentes onde dominam elementos de 100-125 μ . Os dados, pois, de que dispomos, não nos permitem precisar a idade dêste antigo cordão recoberto.

3) **Relação entre as dunas e a praia** — Nos perfis transversais que compreendem dunas de dois tipos A e B, a praia é seguidamente do tipo C, combinado. O perfil do km 5 é típico dêste caso assim como o do km 80. Resulta, pois, disto que muitas vêzes a praia é alimentada por dunas. Contradição com o que foi dito a respeito do vento NE? Êste não é senão dominante; um dos autores observou os ventos de W. De outra parte, quando a homometria das areias da praia é mais evidente que a das dunas, (cf. km 45, 50, 20) estas parecem ser alimentadas pela praia.

4) **As transferências litorâneas** — No sentido meridional, nenhuma variação granulométrica sistemática pôde ser descoberta.

O exame, segundo fotografias aéreas, do ângulo de impacto da onda sobre a margem retilínea, mostra que êle varia segundo os lugares de onde as fotos foram tomadas quando da mesma missão. A deriva litorânea é dirigida tanto para o N quanto para o S (cf. p. ex. foto 26F x 15). Segundo B. V. Freyberg (4, pg. 72) ela pode atingir 4 milhas marinhas p/hora com os ventos de NE constantes.

A resultante destas oscilações parecem ser igualmente variáveis segundo os períodos: a barra de Tramandaí, a única notável da banda costeira estudada, tem sofrido oscilações variadas em direção N e S, a julgar por sua forma atual e pelas disposições antigas cujos traços subsistem (fig. 4 e quadro II). Nota-se no entanto uma leve vantagem da direção N. Ora, os ventos mais fortes vêm do S.

Tudo isto vem confirmar os resultados obtidos por J. Pimienta (9, pg. 32-33, 95-96) no S do Estado de Santa Catarina e trata da origem local do "stock" arenoso. A opinião de J. Chebataroff (2, pg. 9-10), segundo a qual a grande massa destas areias provém da depressão do Rio da Prata, parece ser desmentida pelos fatos. Além disto, J. Pimienta faz notar que sua extensão é proporcional à superfície das bacias que alimentam os rios (9, pg. 17, 80).

Êste material, tendo sofrido uma forte triagem e uma ação muito intensa, lança problemas: o da origem exata, que deve ser precisada através de um estudo comparativo com o material da formação Botucatu. Quais são as causas do avanço das dunas atuais na direção SW, parecendo original

em comparação aos cordões antigos e do reavivamento de dunas antigas? A disposição do material coloca em pauta o problema de datação dos diferentes cordões litorâneos, de sua superposição, a partir do conjunto da evolução do litoral. Segundo J. Pimienta (9, pg. 33, 97) êle é talvez estacionário e em um estado correspondente a um certo equilíbrio. A mistura dos cordões de idade diferente até o bordo da praia parece apoiar esta hipótese.

BIBLIOGRAFIA

- CARDOSO DA SILVA T.: **Problèmes géomorphologiques et paleogéographiques du Brésil Nord-Oriental**. Manuscrit.
- CHEBATAROFF J.: Origem das praias do Uruguai. Boletim Carioca de Geografia, III, 1, 1950, pg. 5-10.
- FREITAS, R. O. de: Ensaio sobre o relêvo tectônico do Brasil. Revista Brasileira de Geografia, XIII, 2, 1951, pg. 171-222.
- FREYBERG, B. V.: **Zerstörung und Sedimentation an der Mangrovenküste Brasiliens**. Leopoldina; Festschr. F. J. Walther. Leipzig 1930, pg. 69-118.
- GUILCHER A.: **Morphologie littorale et sous-marine**. (Coll. "Orbis". Paris, P.U.F., 1954.
- GUILCHER A.: **La région côtière du Bas-Dahomey occidental**. Bull. de l'IFAN, t. XXI, sér. B, N.º 3-4, 1959, pg. 357-424.
- LE BOURDIEC P.: **Aspects de la morphologie plio-quaternaire en Basse côte d'Ivoire (A.O.F.)** Rev. Géom. Dyn IX, 3 — 4, 1958, pg. 33-42.
- L.I.G.U.S.: **Méthode améliorée pour l'étude des sables**. Rev. Géom. Dyn. IX, 3-4, pg. 43-54.
- PIMIENTA J.: A faixa costeira meridional de Santa Catarina. (Depart. Nac. de Prod. Min., Div. de Geol. e Mineral, Bul. N.º 176). Rio de Janeiro 1958, 104 p.
- TRICART J.: **Les problèmes géomorphologiques du littoral oriental du Brésil**. Cah. Océanogr. XI, 5, pg. 276-308.