

REGISTRO DO BLOQUEIO DA CIRCULAÇÃO ATMOSFÉRICA MERIDIANA NA GEOMETRIA DOS CORDÕES LITORÂNEOS DA COSTA BRASILEIRA

Louis Martin

ORSTOM/CNPq, Observatório Nacional

Departamento de Geofísica

Jean-Marie Flexor

CNPq/Observatório Nacional

Departamento de Geofísica

Abílio C.S.P. Bittencourt

Programa de Pesquisa e Pós-Graduação em Geofísica e Instituto de Geociências UFBA

José M. L. Dominguez

Programa de Pesquisa e Pós-Graduação em Geofísica e Instituto de Geociências UFBA

ABSTRACT

Regressive beach-ridges records the direction of coastal transport and thus indirectly the quadrant in which the sea waves has reached the coast. The Rio Paraíba do Sul coastal plain beach-ridges shows that during the last 5000 years the coastal transport occurred permanently from south to north, indicating the dominance of a S S-E sea swell. Similarly, the Rio São Francisco coastal plain beach-ridges shows that during the same period the coastal transport occurred from north to south, indicating the predominance of a NE sea swell. However, in the Rio Doce coastal plain, the beach ridges shows that between 5100 and 3900 years B.P., the coastal transport occurred from north to south and after 3600 years B.P., from south to north, indicating the dominance of S S-E sea swell. This inversion in the direction of the coastal transport seems to be related to an epoch in which the meridian atmospheric circulation was blocked, causing a predominance of NE sea swell.

I. INTRODUÇÃO

O ano de 1983 foi marcado pela existência de um intenso fenômeno no "El Niño" que acarretou perturbações profundas da circulação atmosférica na América do Sul. Padrões normais da circulação atmosférica no outono e no inverno são caracterizados pela passagem de uma sucessão de ondas meridianas na média e alta troposfera e dos sistemas frontais correspondentes na superfície. Nos oceanos estes últimos condicionam um regime de ondas na direção S-SE. Ao longo da costa brasileira, alguns destes sistemas frontais alcançam 10°S de latitude e constituem um mecanismo importante na produção de precipitações na maior parte do Nordeste (KOUSKY, 1979; VIRJI et KOUSKY, 1983). Em período de forte atividade do fenômeno "El Niño", a passagem das ondas meridianas na média e alta troposfera é bloqueada pela persistência de um intenso e permanente jato subtropical. Este se estende a partir da costa leste do Pacífico até o sul do Brasil passando pelo norte do Chile e da Argentina. Em período de bloqueio, as zonas frontais permanecem estacionárias durante longos períodos no sul e sudeste. Esta região fica então sujeita a precipitações excessivas enquanto que a região norte-nordeste permanece seca. Por outro lado, o regime de ondas S-SE gerado pela passagem das frentes frias não alcança a região norte.

Na parte central do litoral brasileiro coexistem dois regimes de ondas. O primeiro, de direção S-SE está relacionado com a penetração das massas polares no continente sul americano, ocorrendo com maior frequência no outono e no inverno, o seu efeito fazendo sentir-se até cerca de 10°S. O segundo, de direção N-E, está relacionado com os ven-

tos alísios e seu efeito é ainda percebido na região sul. Entretanto nas regiões onde estes dois tipos de regimes de ondas coexistem é importante notar que o de direção S-SE predomina sobre o de direção N-E.

O transporte das areias sobre uma praia é essencialmente devido ao regime de ondas e o sentido do transporte é função da direção segundo a qual este atinge a costa. Em período de bloqueio da circulação atmosférica meridiana, o regime de ondas de direção S-SE não alcança a região norte o que permite ao de direção N-E descer bastante para o sul, provocando uma inversão do sentido de transporte litorâneo (MARTIN et al, 1983). Se o bloqueio tiver ocorrido durante um período longo, esta inversão do sentido do transporte litorâneo poderá ter sido registrada na geometria dos numerosos cordões litorâneos existentes nas planícies quaternárias do litoral brasileiro.

II. DINÂMICA DO TRANSPORTE DE SEDIMENTOS GROSSEIROS DO LONGO DAS PRAIAS ARENOSAS.

Nas vizinhanças da linha de costa, a arrebentação das ondas é acompanhada de uma forte libertação de energia que se traduz pelas areias em suspensão e pela formação de uma corrente paralela à praia ("Long shore current", fig. 1A) que aparece quando as ondas incidem obliquamente. Esta corrente flúida, de baixa velocidade, limitada à zona de arrebentação, desempenha um papel importante no transporte das areias em suspensão (KOMAR, 1976). Acrescenta-se a isto o fato de que projeções de água das ondas produzidas durante a arrebentação provocam o transporte pulsado de areias em "dente de serra" ("swash transport", fig. 1B), que constitui um dos fatores principais da deriva litorânea ao longo da linha de costa. Por outro lado, o sentido desta deriva sendo função da direção segundo a qual as frentes de onda atingem a costa, parece ser evidente que o conhecimento da direção do transporte paralelo à praia numa época dada, deveria implicar no conhecimento do quadrante segundo o qual as ondas atingiram o litoral nesta mesma época.

Na situação de um desequilíbrio entre aportes e retiradas de areia, ocorrerá, conforme o caso, um recuo ou um avanço da linha de costa. Em certas circunstâncias, este avanço produzirá através do empilhamento de séries importantes de cordões litorâneos que, sob certas condições, poderão registrar na sua geometria, o sentido da deriva.

As variações do nível médio relativo do mar constituem uma causa importante de retiradas ou aportes de areia numa praia. Uma elevação do nível relativo do mar traduz-se por uma erosão da alta praia que é seguida de uma acumulação na ante-praia (princípio de BRUNN, 1962). Reciprocamente, uma diminuição do nível relativo do mar provoca uma erosão na ante-praia seguida de uma acumulação de areia na alta praia. Assim em período de abaixamento do nível relativo do mar, ocorrerá um aporte importante de areia na direção da alta praia se a declividade da ante-praia for suave e se esta, naturalmente, for arenosa. A areia transportada na direção da alta praia será arrastada pela deriva litorânea e em certas condições irá contribuir para a construção de cordões costeiros.

Na parte central do litoral brasileiro, as variações do nível relativo do mar são bem conhecidas: após ter alcançado um nível situado a cerca de 4 a 5 m acima do nível atual por volta dos 5100 anos B.P., retornou ao nível presente durante três períodos de abaixamento (5100-3900 anos B.P.; 3600-2900 anos B.P. e 2500-0 B.P.), que foram entrecortados por dois períodos de elevação (3800-3600 anos B.P. e 2700-2500 anos B.P.). No campo, é possível diferenciar terraços arenosos cobertos por cordões litorâneos que estão correlacionados com estes três períodos de abaixamento do nível médio relativo do mar.

III. INDICADORES GEOMÓRFICOS DO SENTIDO PREFERENCIAL DO TRÁNSITO LITORÂNICO DE SEDIMENTOS ARENOSOS.

- Esporões ("Hooked Spits" - AGI, 1972). As flechas arenosas associadas a desembocaduras de canais de maré apresentam ao longo de seus corpos feições geomórficas do tipo esporão, sugerindo que sua origem se deve a um processo de acréscimo lateral de sucessivos esporões acompanhado pela migração no mesmo sentido da entrada do canal de maré

associado. Tal acréscimo é alimentado pela deriva litorânea de sedimentos conforme a Fig. 1C.

- Pontais arenosos ("Spits" - AGI, 1972). Trata-se de línguas de areia que se desenvolvem a partir de um enraizamento num ponto de amarração situado na linha de costa. De forma diferente das flechas arenosas acima mencionadas, esses pontais não apresentam feições do tipo esporão em seu corpo nem tampouco são associados a entradas de canais de maré. Em função do ponto de amarração, foram identificados dois tipos de pontais: a) pontais arenosos que crescem enraizados em uma ou ambas as margens da desembocadura fluvial (Fig. 1D), b) pontais arenosos que crescem enraizados em saliências da linha de costa ("Salient traps" - DAVIES, 1972) (Fig. 1E). O desenvolvimento desses dois tipos de pontais arenosos é alimentado pelas deriva litorânea de sedimentos e seu sentido de crescimento constitui portanto um bom indicador do sentido da deriva (KOMAR, 1976).

- Ilhas lunadas arenosas ("Lunate Sandkeys" - AGI, 1972). Estas ilhas, em forma de crescente, parecem estar relacionadas com o retrabalhamento pelas ondas da barra de desembocadura (Fig. 1F). A refração das ondas ao redor do obstáculo, representado por essas barras, faz com que as mesmas adquiram extremidades recurvadas. Estas extremidades por ação da deriva litorânea, tendem a aumentar em comprimento ao mesmo tempo em que apontam no sentido preferencial desta deriva.

- Configuração de linha de costa. TANNER (1958) introduziu o conceito de praia em equilíbrio segundo o qual as configurações em planhas e em perfil de uma praia estão de tal maneira ajustados ao regime de ondas que predomina em uma determinada região, que as mesmas, ao alcançarem a linha de costa, fornecem a energia precisamente requerida para transportar a carga de sedimentos de que é suprida a praia. Resulta daí que a configuração da linha de costa é controlada principalmente pela curvatura e orientação das cristas de ondas refratadas. Este fato tem sido bem demonstrado principalmente pelos trabalhos de KOMAR (1976) que utilizou simulação por computador para prever a configuração da linha de costa em variadas situações de energia e direção de aproximação das ondas. Este fenômeno é bem ilustrado para trechos costeiros contidos entre dois promontórios (Fig. 1G), quando a linha de costa se orienta de tal maneira que o setor situado a sotamar ("downdrift") prograda mais rapidamente, às expensas dos sedimentos carregados de barlar ("up drift") pela deriva litorânea.

- Acumulação costeira assimétrica é um outro tipo de indicador do sentido preferencial do transporte de sedimentos. (Fig. 1H) (ZENKOVICH, 1967).

Deste modo, em costas expostas à ação da deriva litorânea, a observação da configuração da linha de costa, bem como da orientação dos feixes de cordões litorâneos que constituem antigos testemunhos dessas linhas, pode possibilitar o estabelecimento do sentido preferencial do trânsito litorâneo de sedimentos. Esta análise pode ser, entretanto, dificultada pela presença de um curso fluvial que pode induzir uma configuração em cuspide para a linha de costa, fazendo com que a largura da planície costeira aumente em direção à desembocadura fluvial sem que este fato indique necessariamente um sentido preferencial para deriva litorânea. Entretanto, isto só poderá ocorrer no caso em que as frentes de ondas alcançam paralelamente a costa. Com efeito, se as frentes de onda atingem a praia obliquamente, o fluxo do curso fluvial (quando suficientemente intenso) bloqueia o transporte litorâneo. A planície costeira apresenta então uma assimetria característica, com a parte que está a barlar mais desenvolvida do que a que está em sotamar. De fato, em período de forte vazão do curso fluvial, o seu fluxo constituir-se-á num obstáculo que tenderá a bloquear o transporte das areias do modo como costuma ocorrer no caso de um esporão artificial numa praia arenosa. Produzir-se-á uma acumulação de areia do lado da desembocadura onde se verifica o bloqueio acompanhada de uma possível erosão do outro lado; entretanto, na maioria dos casos, esta será compensada por aportes de sedimentos grosseiros carregados pelo próprio curso fluvial (Fig. 2B). Em período de vazão fraca, o obstáculo formado pelo fluxo do curso de água irá praticamente desaparecer e a deriva litorânea provocará a construção de uma língua de areia que obstruirá a desembocadura (Fig. 2C). Ocorrerá igualmente uma erosão parcial do depósito que se formou no período precedente e que apresentava uma saliência com respeito à li

nha de praia (F.g. 2C). Se o período de fraca energia do curso fluvial durar bastante tempo, a língua de areia poderá atingir uma largura suficiente que permitir-lhe-á resistir parcialmente ao período seguinte de alta energia. Em certos casos, somente a extremidade da língua arenosa será destruída e o bloqueio provocado pelo fluxo do curso fluvial ter-se-á deslocado no sentido da deriva litorânea (Fig. 2D). Como consequência, a parte da planície situada a barlarar será formada por uma sucessão de cordões litorâneos, enquanto que a parte a sotamar deverá ser formada de uma alternância de cordões arenosos e zonas baixas argilo-arenosas. Além disto, os deslocamentos a que a desembocadura terá sido sujeita serão marcados pela presença de uma sucessão de degraus sublinhados por discordâncias nos alinhamentos dos cordões litorâneos. Finalmente, as características morfoscópicas (grau de arredondamento) dos grãos de areia deverão ser diferentes de um lado e de outro da planície costeira (SUGUIO et al, 1984).

IV. SENTIDO DO TRÂNSITO LITORÂNEO REGISTRADO NOS CORDÕES DAS PLANÍCIES COSTEIRAS DOS RIOS PARAÍBA DO SUL, DOCE E SÃO FRANCISCO DURANTE OS ÚLTIMOS 5000 ANOS.

A análise detalhada dos indicadores do sentido da deriva litorânea na planície costeira do Rio Paraíba do Sul mostra que no decorrer dos últimos 5000 anos o transporte efetuou-se do sul para o norte (Fig. 3). Efetivamente, todos os indicadores geomórficos, pontais arenosos, configuração da linha de costa, ilhas lunadas, línguas arenosas, assimetria da planície com respeito à desembocadura, deslocamento da foz em degraus na direção norte, discordância nos alinhamentos dos cordões arenosos, características morfoscópicas dos grãos de areia - mostram um trânsito litorâneo de sul para norte e consequentemente um regime de ondas dominante de S S-E. Ao contrário, na planície costeira do Rio São Francisco, os indicadores - assimetria da planície com respeito à desembocadura, pontais arenosos, línguas arenosas (Fig. 4) - mostram a existência de um trânsito litorâneo de norte para sul. Consequentemente pôde-se deduzir que o regime de ondas dominante sempre proveio de nordeste. A Fig. 5 que representa as desembocaduras dos Rios Paraíba do Sul e São Francisco indica claramente a existência da inversão do sentido de trânsito litorâneo. Por outro lado, se no decorrer dos últimos 5000 anos as direções de transporte permaneceram constantes nas desembocaduras dos Rios Paraíba do Sul e São Francisco, o mesmo não aconteceu para a planície costeira do Rio Doce (Fig. 6). Efetivamente, para a primeira geração de cordões litorâneos construídos entre 5100 e 3900 anos B.P., os indicadores do trânsito litorâneo (pontais arenosos e a configuração das antigas linhas de costa) mostram que o transporte efetuou-se durante este período de norte para sul e que portanto o regime dominante das frentes de onda chegava de N-E. Por outro lado, para a segunda geração dos cordões construídos após os 3600 anos B.P., os indicadores do transporte litorâneo (pontais arenosos e configuração das antigas linhas de praia) mostram que o trânsito efetuou-se de sul para norte e que portanto o regime de ondas dominante provinha de S S-E. Uma inversão suplementar parece ter ocorrido mais recentemente, porém a mesma não parece estar bem definida.

V. CONCLUSÕES.

No decorrer dos últimos 5000 anos, o transporte litorâneo efetuou-se de maneira permanente de sul para norte na planície costeira do Rio Paraíba do Sul o que indica a predominância de um regime de ondas S S-E. Analogamente, na planície costeira do Rio São Francisco, o trânsito litorâneo ocorreu, durante o mesmo período, de norte para sul o que mostra a predominância de um regime de ondas proveniente de N-E. Entretanto na planície do Rio Doce, o transporte litorâneo efetuou-se entre 5100 e 3900 anos B.P. de norte para sul, o que indica a predominância de um regime de ondas proveniente de N-E; após 3600 anos B.P., o trânsito litorâneo efetuou-se de sul para norte o que mostra a predominância de frentes de onda chegando de S S-E. Parece então que durante o primeiro período, o caminhar das frentes de onda de regime S S-E ficou bloqueado na altura do norte do Estado do Rio de Janeiro. Por outro lado, durante o ano de 1983, em período de bloqueio da circulação

atmosférica meridiana causada pelo fenômeno "El Niño", as massas polares não conseguiram ultrapassar o norte do Estado do Rio de Janeiro mesmo acontecendo para as frentes de onda de regime de direção S S-E. Pode-se indagar então se um mecanismo deste tipo tendo, entretanto, atuado numa escala de tempo muito mais importante, não poderia explicar as inversões do trânsito litorâneo detetadas na planície do Rio Doce. Com efeito, pode-se supor que o fenômeno "El Niño", atualmente cíclico, possa, além de um certo limiar de intensidade, ter-se tornado permanente. Nestas condições, o fenômeno de bloqueio teria sido acompanhado de um aumento substancial de pluviosidade na metade sul do Brasil e de seca na metade norte. O desaparecimento parcial da floresta amazônica na mesma época (SOUBIES, 1980) parece reforçar esta hipótese. Finalmente, se tais variações existiram efetivamente, a sedimentação lacustre deve ter sido modificada profundamente e testemunhos coletados em sedimentos de lagos que permaneceram em água no decorrer destes últimos 7000 anos deveriam permitir verificar a adequação dos fundamentos desta hipótese.

BIBLIOGRAFIA

- A.G.I. - 1972 - Glossary of Geology. M. Gary et al(eds.), Am. Geol. Inst., Washington, D.C., 805 p.
- ARAUJO, M.B. e BEURLEN, G. - 1975 - Projeto Rio Paraíba do Sul - Sedimentação deltáica holocênica, Petrobrás/RPBA, Direx nº 1649, Dexpro/Divex, 2 vols., Rio de Janeiro.
- BITTENCOURT, A.C.S.P., DOMINGUEZ, J.M.L., MARTIN, L. e FERREIRA, Y.A. - 1982 - Dados preliminares sobre a evolução do delta do rio São Francisco (SE/AL) durante o Quaternário: influência das variações do nível do mar. In: K. Suguio et al(eds.), Atas do IV Simpósio do Quaternário no Brasil, 1982, Rio de Janeiro: 49-68.
- BRUNN, P. - 1962 - Sea level rise as a cause of shore erosion. Amer. Soc. Civil Engineers Proc. Journ. Waterways and harbore Div. 88: 117-130.
- DOMINGUEZ, J.M.L., BITTENCOURT, A.C.S.P. e MARTIN, L. - 1981 - Esquema evolutivo da sedimentação quaternária nas feições deltáicas dos rios São Francisco (SE/AL), Jequitinhonha (BA), Doce (ES) e Paraíba do Sul (RJ). Rev. Bras. Geoc. 11(4):227-237.
- DOMINGUEZ, J.M.L., BITTENCOURT, A.C.S.P. e MARTIN, L. - 1983 - O papel da deriva litorânea de sedimentos arenosos na construção das planícies costeiras associadas às desembocaduras dos rios São Francisco (SE/AL), Jequitinhonha (BA), Doce (ES) e Paraíba do Sul (RJ). Rev. Bras. Geoc. 13(2):98-105.
- DAVIES, J.L. - 1972 - Geographical variation in coastal development. In: K.M. Clayton (ed.), Geomorphology Text 4, Longmann Group Ltd., New York, 204 p.
- DIAS, G.T.M. e GORINI, M.A. - 1980 - A Baixada Campista: estudo morfológico dos ambientes litorâneos. Anais do XXXI Congr. Bras. Geol., Camboriú (SC), 1:588-602.
- DIAS, G.T.M. - 1981 - O complexo deltáico do rio Paraíba. IV Simpósio do Quaternário no Brasil (CTCQ/ SBG), Rio de Janeiro, Publ. Esp. nº 2:58-79.
- KOMAR, P.D. - 1973 - Computer models of delta growth due to sediment input from rivers and logshore transport. Geol. Soc. Amer. Bull. 84:2217-2226.
- KOMAR, P.D. - 1976 - Beach processes and sedimentation. Prentice-Hall, Inc., New Jersey, 429 p.
- KOUSKY, V.E. - 1979 - Frontal influences on Northeast Brazil. Mon. Wea. Rev., 107:1140-1153.
- MARTIN, L., SUGUIO, K., FLEXOR, J.M., BITTENCOURT, A.C.S.P. e VILAS BOAS, G. - 1980 - Le Quaternaire marin Brésilien (Littoral Pauliste, Sud Fluminense et Bahianais). Cah. O.R.S.T.O.M., Sér.Géol., 11(1):95-124.

- MARTIN, L., DOMINGUEZ, J.M.L., SUGUIO, K., BITTENCOURT, A.C.S.P. e FLEXOR, J.M. - 1983 - Schéma de la sédimentation quaternaire sur la partie centrale du littoral Brésilien. Cah. O.R.S.T.O.M., Sér.Géol. 13(1):59-81.
- MARTIN, L., FLEXOR, J.M., KOUSKY, V.E. et CAVALCANTI, I.F. de A. -1983- Inversions du sens du transport littoral enregistrées dans les cordons littoraux de la plaine côtière du Rio Doce (Brésil). Possible liaison avec des modifications de la circulation atmosphérique. C.R. Ac. Sc. Paris T296, Scéance 28/11/83.
- SOUBIES, F. - 1980 - Existence d'une phase sèche en Amazonic Brésilien ne datée para la présence de charbons dans les sols (6000-3000 anos B.P.). Cah. O.R.S.T.O.M., Sér. Géol., 11(1):133-146.
- SUGUIO, K., MARTIN, L. DOMINGUEZ, J.M.L. - 1982 - Evolução do delta do Rio Doce (ES) durante o Quaternário: influência das flutuações do nível do mar. Atas do IV Simpósio do Quaternário no Brasil, Rio de Janeiro, :93-116.
- SUGUIO, K., MARTIN, L., FLEXOR, J.M., TESSLER, M.G. e EICHLER, B.B. - 1984 - Depositional mechanisms active during the late Quaternary at the Paraíba do Sul River mouth area, State of Rio de Janeiro, Brazil. International Symposium on "Late Quaternary sea-level changes and coastal evolution". Mar del Plata, Argentina, September (In Press).
- TANNER, W.F. - 1958 - The equilibrium beach. Trans. Am. Geophys. Union, 39:889-891.
- VIRJI, H. & KOUSKY, V.E. - 1983 - Regional and global aspects of a low latitude frontal penetration in Amazonas and associate tropical activity. Preprints First International Conference on Southern Hemisphere Meteorology. São José dos Campos, Brasil, :108-111.
- ZENKOVITCH, V.P. - 1967 - Processes of coastal development. Oliver and Boyd, Edimburgh, 738 p.

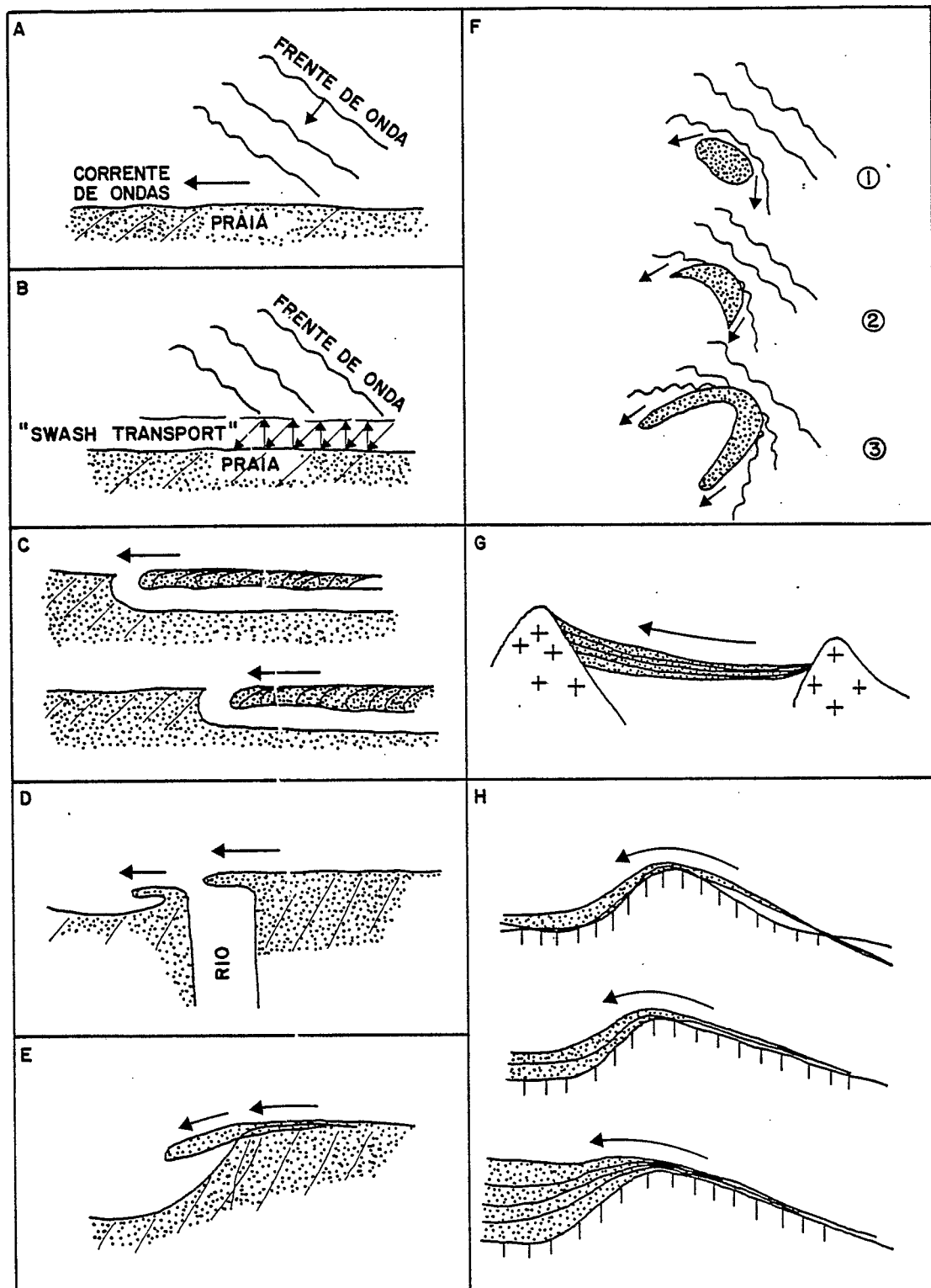


FIG. 1 - AGENTES RESPONSÁVEIS PELA DERIVA LITORÂNEA DE SEDIMENTOS ARENOSOS AO LONGO DA COSTA: A) CORRENTE DE ONDAS , B) "SWASH TRANSPORT". INDICADORES GEOMÓRFICOS DO SENTIDO PREFERENCIAL DO TRÂNSITO LITORÂNEO DE SEDIMENTOS ARENOSOS: C) ESPORÃO , D) e E) PONTAIS ARENOSOS F) ILHA LUNADA ARENOSA , G) CONFIGURAÇÃO DA LINHA DE COSTA H) ACUMULAÇÃO COSTEIRA ASSIMÉTRICA.

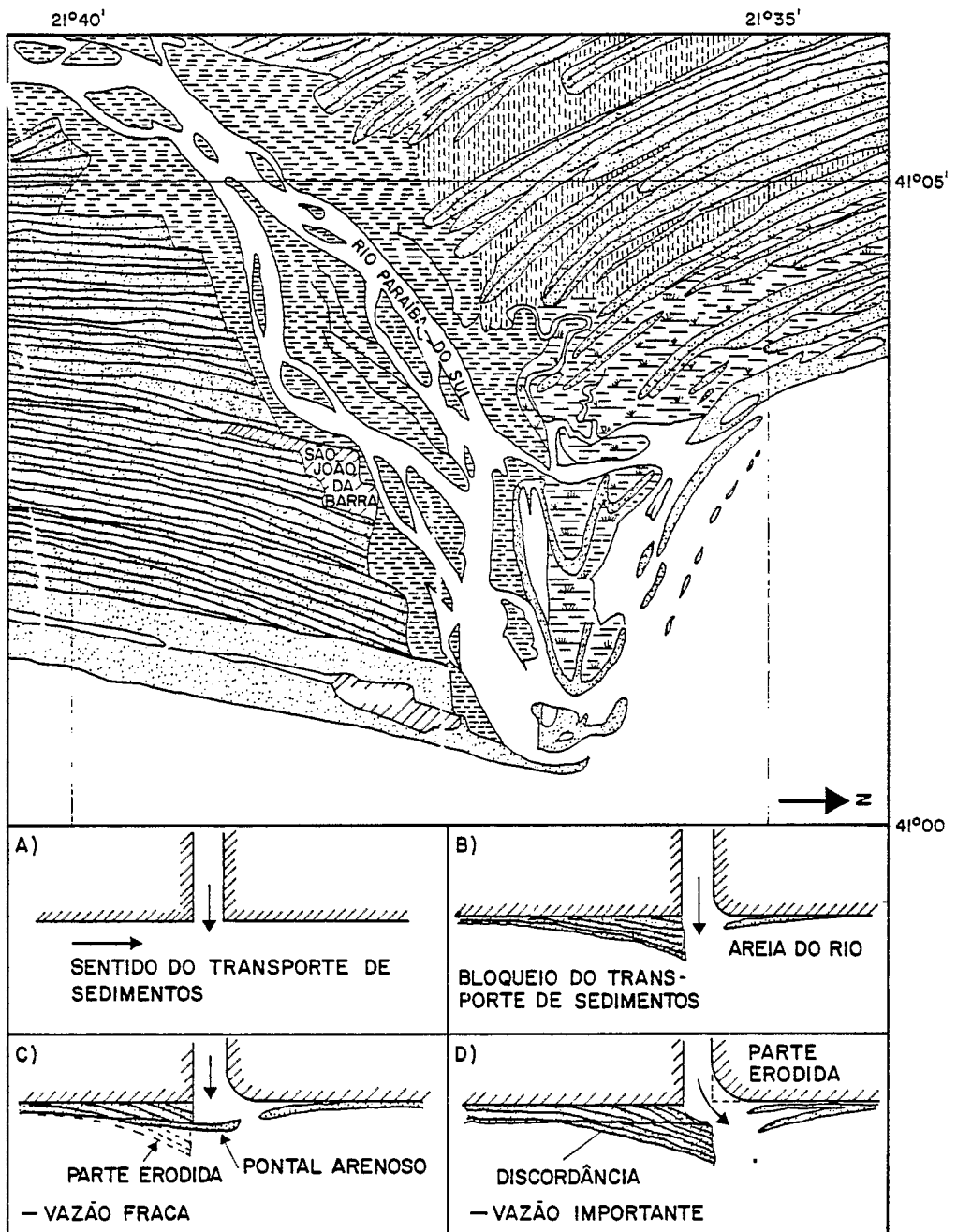
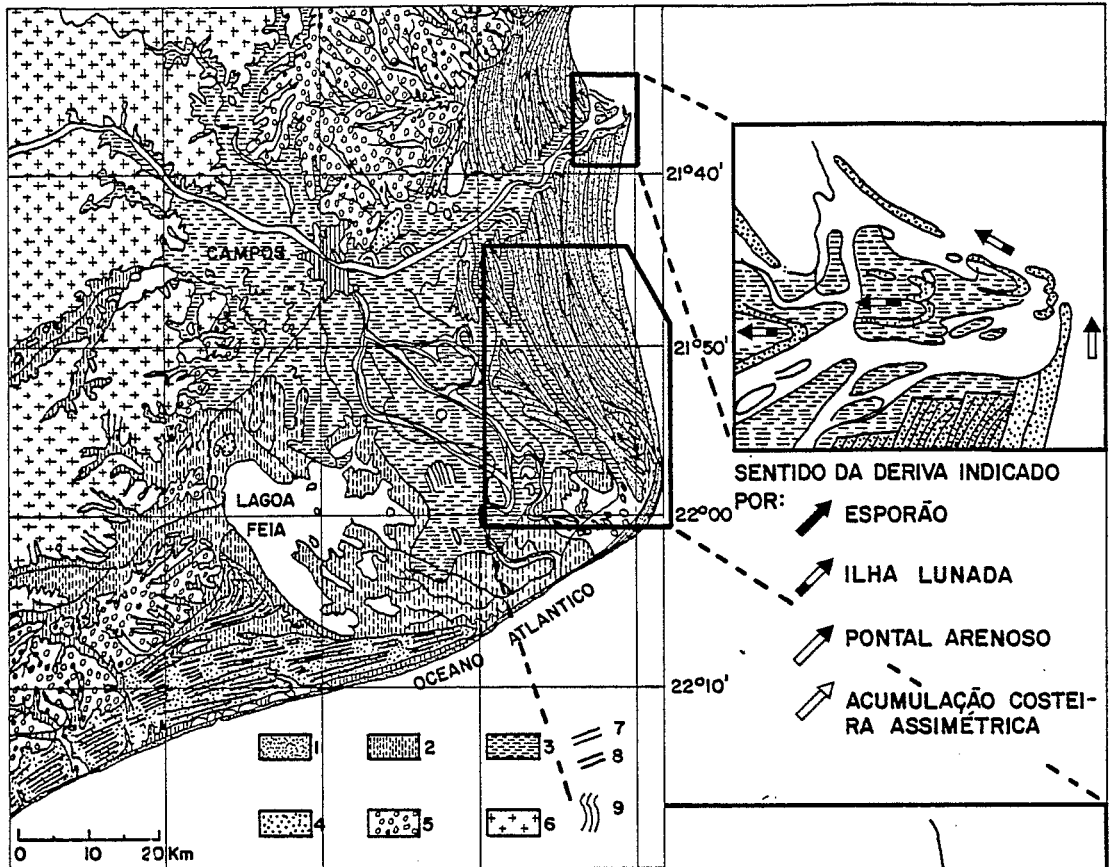


FIG. 2 BLOQUEIO DO TRANSPORTE LITORÂNEO POR UM RIO. EXEMPLO DA FOZ DO RIO PARAÍBA DO SUL. INDICADORES DA DIREÇÃO DO TRANSPORTE: ASSIMETRIA DA PLANÍCIE COSTEIRA; DESLOCAMENTO DA FOZ EM DEGRAUS; DISCORDÂNCIA NO ALINHAMENTO DOS CORDÕES LITORÂNEOS



- 1 - TERRAÇO MARINHO HOLOCÊNICO
- 2 - SEDIMENTOS LAGUNARES
- 3 - SEDIMENTOS FLUVIAIS
- 4 - TERRAÇO MARINHO PLEISTOCÊNICO
- 5 - FORMAÇÃO BARREIRAS
- 6 - PRECAMBRIANO
- 7 - ALINHAMENTOS DE CORDÕES HOLOCÊNICOS
- 8 - ALINHAMENTOS DE CORDÕES PLEISTOCÊNICOS
- 9 - PALEOCANAIS

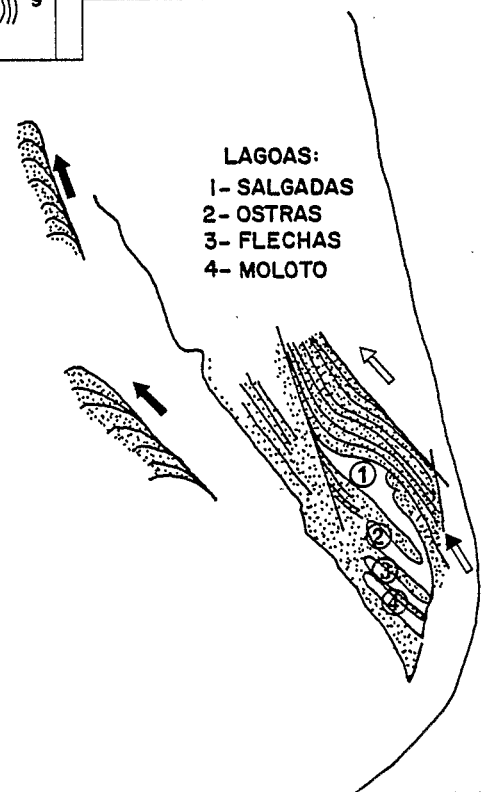
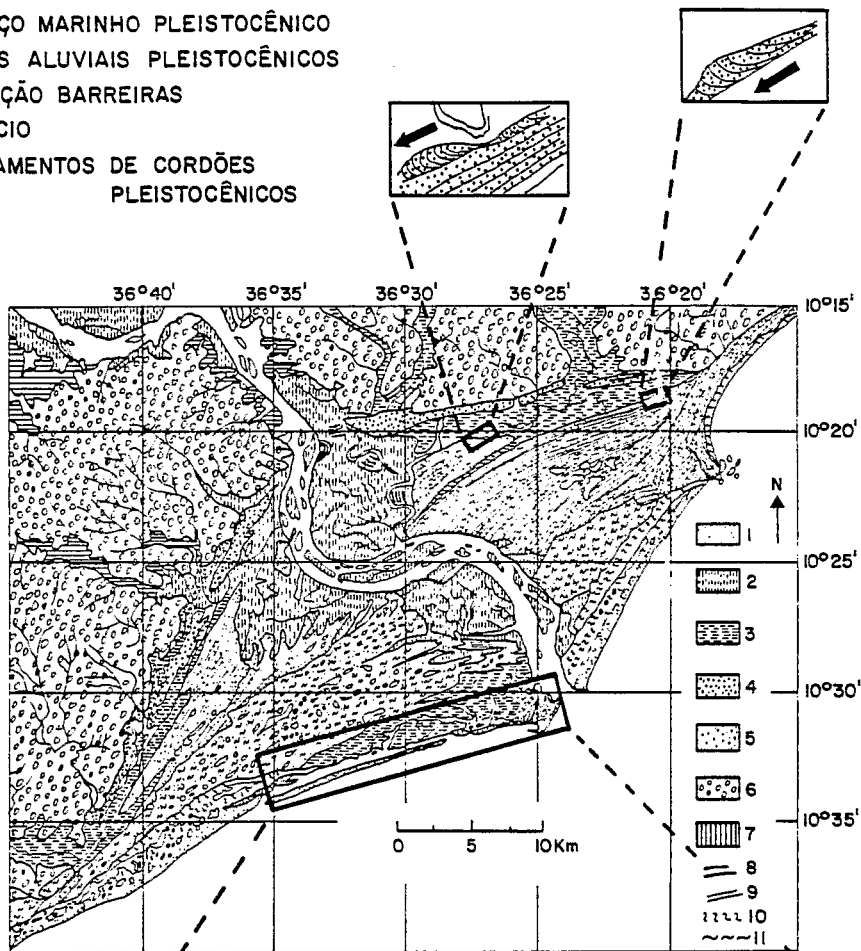


FIG. 3 MAPA GEOLÓGICO DA PLANÍCIE COSTEIRA ASSOCIADA À DESEMBOLCADURA DO RIO PARAÍBA DO SUL. INDICADORES GEOMÓRFICOS DO SENTIDO PREFERENCIAL DA DERIVA LITORÂNEA DE SEDIMENTOS ARENOSOS

- 1_ TERRAÇO MARINHO HOLOCÊNICO
- 2_ SEDIMENTOS LAGUNARES
- 3_ SEDIMENTOS FLUVIAIS
- 4_ TERRAÇO MARINHO PLEISTOCÊNICO
- 5_ LEQUES ALUVIAIS PLEISTOCÊNICOS
- 6_ FORMAÇÃO BARREIRAS
- 7_ CRETÁCIO
- 8_ ALINHAMENTOS DE CORDÕES PLEISTOCÊNICOS



- 9_ ALINHAMENTOS DE CORDÕES HOLOCÊNICOS
- 10_ DUNAS FIXADAS
- 11_ DUNAS ATIVAS

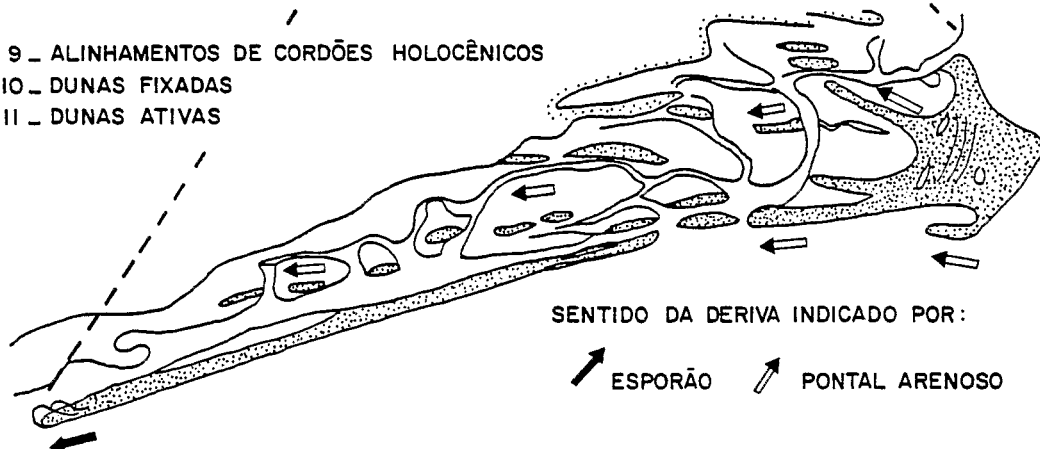


FIG. 4 _ MAPA GEOLÓGICO DA PLANÍCIE COSTEIRA ASSOCIADA À DESEMBOCADURA DO RIO SÃO FRANCISCO. INDICADORES GEOMÓRFICOS DO SENTIDO PREFERENCIAL DA DERIVA LITORÂNICA DE SEDIMENTOS ARENOSOS.

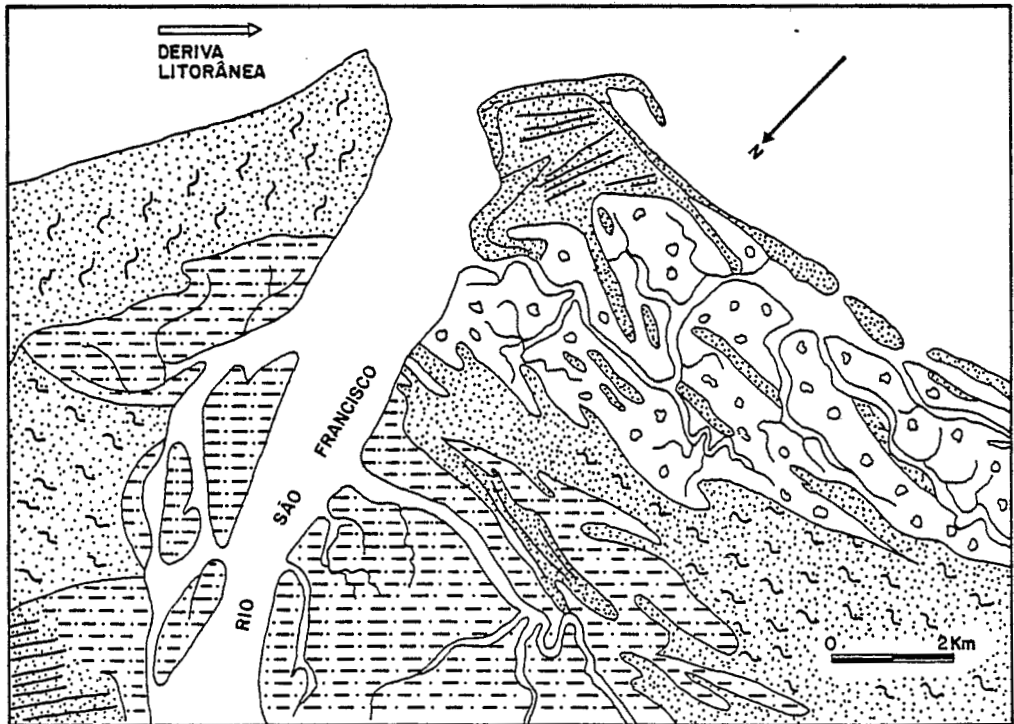
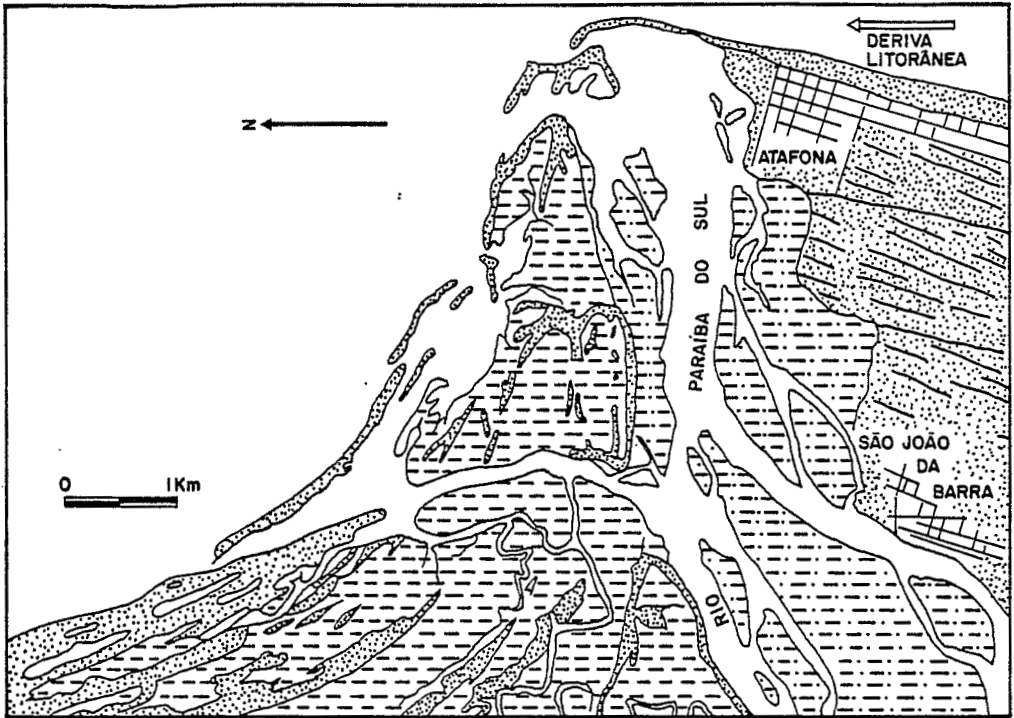
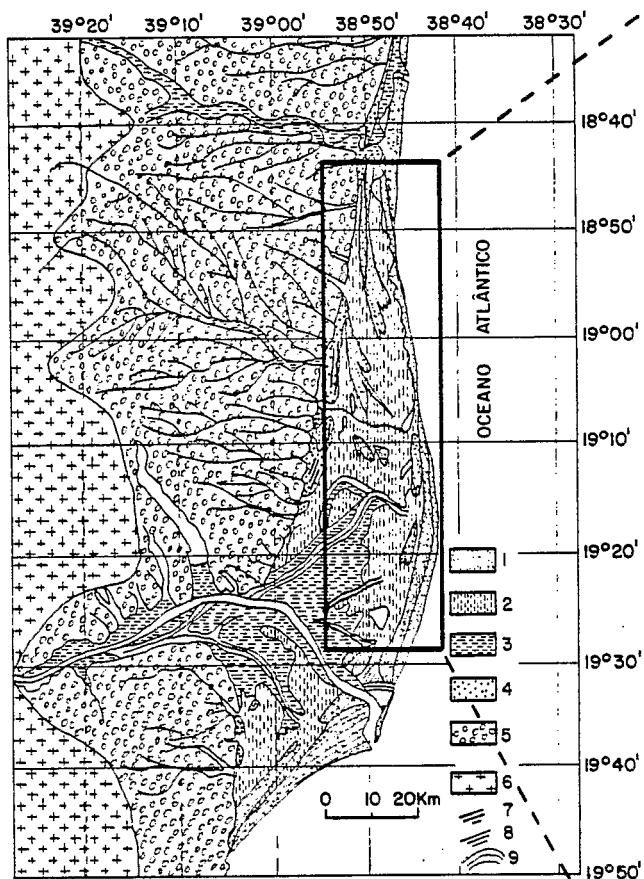


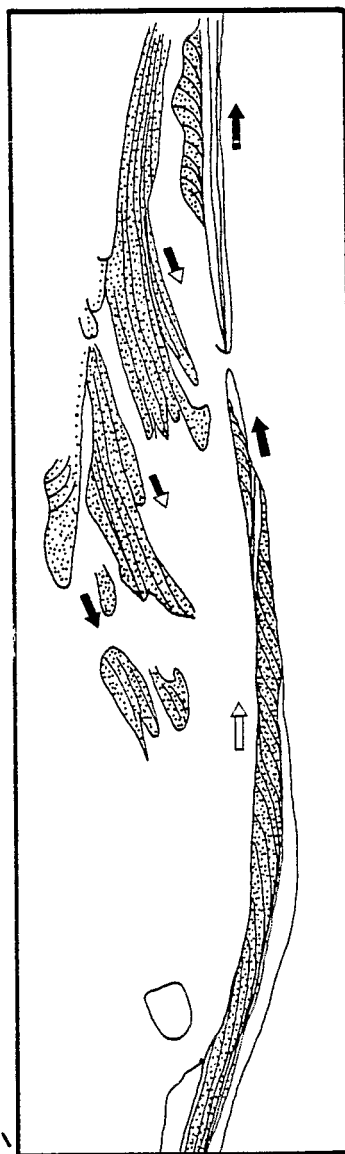
FIG. 5 _ COMPARAÇÃO DA REGIÃO DA FÓZ DO RIO PARAÍBA DO SUL MOSTRANDO UM TRANSPORTE LITORÂNEO DO SUL PARA O NORTE COM A DO RIO SÃO FRANCISCO, QUE INDICA UM TRANSPORTE DO NORTE PARA O SUL



- 1 - TERRAÇO MARINHO HOLOCÊNICO
- 2 - SEDIMENTOS LAGUNARES
- 3 - SEDIMENTOS FLUVIAIS
- 4 - TERRAÇO MARINHO PLEISTOCÊNICO
- 5 - FORMAÇÃO BARREIRAS
- 6 - PRECAMBRIANO
- 7 - ALINHAMENTOS DE CORDÕES PLEISTOCÊNICOS
- 8 - ALINHAMENTOS DE CORDÕES HOLOCÊNICOS
- 9 - PALEOCANAIS



5100 ANOS B.P.
 3900 " "
 3600 " "



SENTIDO DA DERIVA INDICADO POR:

- ESPORÃO
- CONFIGURAÇÃO DA LINHA DE COSTA
- ACUMULAÇÃO COSTEIRA DISSIMÉTRICA

FIG. 6 - MAPA GEOLÓGICO DA PLANÍCIE COSTEIRA ASSOCIADA À DESEMBOCADURA DO RIO DOCE. INDICADORES GEOMÓRFICOS DO SENTIDO PREFERENCIAL DA DERIVA LITORÂNEA DE SEDIMENTOS ARENOSOS