

EVOLUÇÃO DA PLANÍCIE COSTEIRA DO RIO DOCE (ES)
DURANTE O QUATERNÁRIO:
INFLUÊNCIA DAS FLUTUAÇÕES DO NÍVEL DO MAR.

Kenitiro Suguio^{*}

Louis Martin^{**}

José Maria Landim Dominguez^{***}

ABSTRACT

The prograding area neighboring the mouth of the Doce river (State of Espírito Santo, Brazil) was studied focusing upon the phenomena related to Quaternary sea level fluctuations.

Supported by previous research in the Quaternary coastal plains of the States of São Paulo and Bahia, detailed mapping allowed us to recognize the existence of two sandy terraces related to the last two transgressive episodes when the sea level was higher than at present. The sedimentary deposits of the next-to-the-last transgression, whose maximum occurred about 120,000 years B.P., were laid down at the foot of the Tertiary Barreiras cliffs. The sedimentary deposits related to the end of the last transgression, whose zero line was crossed about 7,000 years ago, are frequently separated from the Pleistocene terrace by an old lagoonal area. Within this lagoon the Doce river built a typical delta characterized by several distributaries. Radiocarbon ages showed that the lagoonal area, probably

* Instituto de Geociências/USP
São Paulo - SP

** Office de la Recherche Scientifique et Technique Outre-Mer, ORSTOM (France) e Instituto de Física/UFBA

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

isolated from the open ocean by a barrier island, had already formed by about 5,500 years B.P., that is, a little before the 5,100 years B.P. transgressive maximum. During the lagoonal phase the Doce river sediments were trapped within the lagoon and could not contribute to the formation of the Holocene beach ridges, which resulted mostly from prograding barrier islands. The fluctuations of sea level after 5,000 years B.P. are indicated by the occurrence of several generations of beach ridges and phases of lagoonal expansion.

The great dimensions of the Holocene prograding zone in this coastal plain can not be explained merely by the accumulation of sediments presently transported by the Doce river. Thus, it seems that sea level lowering of about 4 to 5 m, during the last 5,000 years, was one of the most important factors in the construction of the Doce river coastal plain.

RESUMO

A zona de progradação associada à desembocadura do rio Doce, conhecida como delta do rio Doce, foi estudada sob a ótica dos fenômenos de variação do nível do mar ocorridos durante o Quaternário.

Uma cartografia de detalhe, apoiada na experiência adquirida com os estudos do Quaternário da costa dos Estados de São Paulo e Bahia, permitiu evidenciar a existência de dois grupos de terraços arenosos cuja construção está associada aos dois últimos episódios transgressivos que ultrapassaram o nível do mar atual. Os depósitos associados com a penúltima transgressão (máximo situado em torno de 120 000 anos A.P. se colocaram ao pé dos sedimentos terciários da Formação Barreiras. Os depósitos associados à parte terminal da última transgressão (que ultrapassou o nível atual por volta de 7 000 anos A.P.), são na maioria das vezes separamos do terraço pleistocênico por uma antiga zona lagunar. Nesta antiga laguna, o rio Doce construiu um delta típico, caracteri

zando pela existência de inúmeros distribuídos. As primeiras datações ao radiocarbono mostram que uma zona lagunar, isolada provavelmente do oceano por ilhas-barreiras, já havia se instalado em torno de 5 500 anos A.P., ou seja, um pouco antes do máximo transgressivo de 5 100 anos A.P. Durante toda a fase lagunar os aportes sedimentares do rio Doce, trapeados na laguna, não puderam contribuir para a construção dos cordões litorâneos holocênicos, resultantes da progradação das ilhas-barreiras. As oscilações do nível do mar após 5 000 anos A.P. são indicadas pela existência de diversas gerações de cordões e fases de expansão lagunar.

Embora não se possa contestar o fato do rio Doce atualmente transportar sedimentos para o mar, o volume de material aportado não é suficiente para explicar as dimensões da zona progradante holocênica. Parece, portanto, que um dos fatores principais que condicionaram a construção da feição deltaica estudada foi o abaixamento do nível do mar nos últimos 5 000 anos, da ordem de 4 a 5 m.

INTRODUÇÃO

Na década de 70, a planície sedimentar quaternária situada na desembocadura do rio Doce foi objeto de uma pesquisa multidisciplinar detalhada, por parte da Petrobrás e da Universidade de São Paulo (BANDEIRA JR. *et al.*, 1975 e 1979; BANDEIRA JR. e SUGUIO, 1975; COUTINHO, 1974a e 1974b; COUTINHO e COIMBRA, 1974). A primeira vista, pode parecer estranho que a mesma região seja objeto de um novo estudo, principalmente porque um de nós (K.S.) participou ativamente das pesquisas anteriores.

Entretanto, após aqueles estudos, os conhecimentos sobre o Quaternário Costeiro Brasileiro, principalmente dos Estados de São Paulo (SUGUIO e MARTIN, 1978 e MARTIN *et al.*, 1979) e Bahia (BITTENCOURT *et al.*, 1979; MARTIN *et al.*, 1979; DOMINGUEZ, 1981 e DOMINGUEZ *et al.*, 1981), experimentaram um notável progresso. Grças a um trabalho sistemático, utilizando várias centenas de data

ções absolutas, foi possível reconstruir, no tempo e no espaço, algumas das diferentes posições ocupadas pelos níveis marinhos relativos nos últimos milhares de anos. Esses trabalhos vieram demonstrar que as variações dos níveis relativos do mar tenham desempenhado um papel fundamental na sedimentação litorânea quaternária do Brasil.

Por falta dos conhecimentos acima mencionados, os estudos realizados anteriormente na planície costeira do rio Doce não consideraram o fato de que nos últimos 5 000 anos o nível relativo do mar tenha sofrido um abaixamento da ordem de 4 a 5 m e que uma parte da planície quaternária seja de idade pleistocênica.

CARACTERÍSTICAS DA REGIÃO

A região estudada (Fig. 1), de direção aproximadamente N-S, está compreendida entre $18^{\circ}30'$ e $20^{\circ}00'$ de latitude sul. Ela está localizada em região de clima tropical quente e úmido com chuvas de verão e com inverno seco (tipo climático Aw de KÖPPEN). Os ventos dominantes na região apresentam duas direções principais: de nordeste e de sudeste. Os ventos de nordeste estão relacionados às brisas marinhas que sopram durante o dia e os ventos de SE são realmente relacionados às passagens de frentes frias, que periodicamente invadem a região, mais frequentes durante o inverno (BANDEIRA JR. *et al.*, 1975).

Do ponto de vista fisiográfico distinguem-se três províncias geomorfológicas:

a) A região "serrana"

Situada sobre rochas pré-cambrianas, ela forma os terrenos altos recobertos por florestas e drenada por uma rede hidrográfica dendrítica. Numerosos vales recentes apresentam um aspecto de "ravinas mortas" (morfologicamente comparáveis às boçorocas) recobertas pela vegetação. Isto traduz uma interrupção da erosão e indica um fraco carreamento de sedimentos grosseiros para os cursos

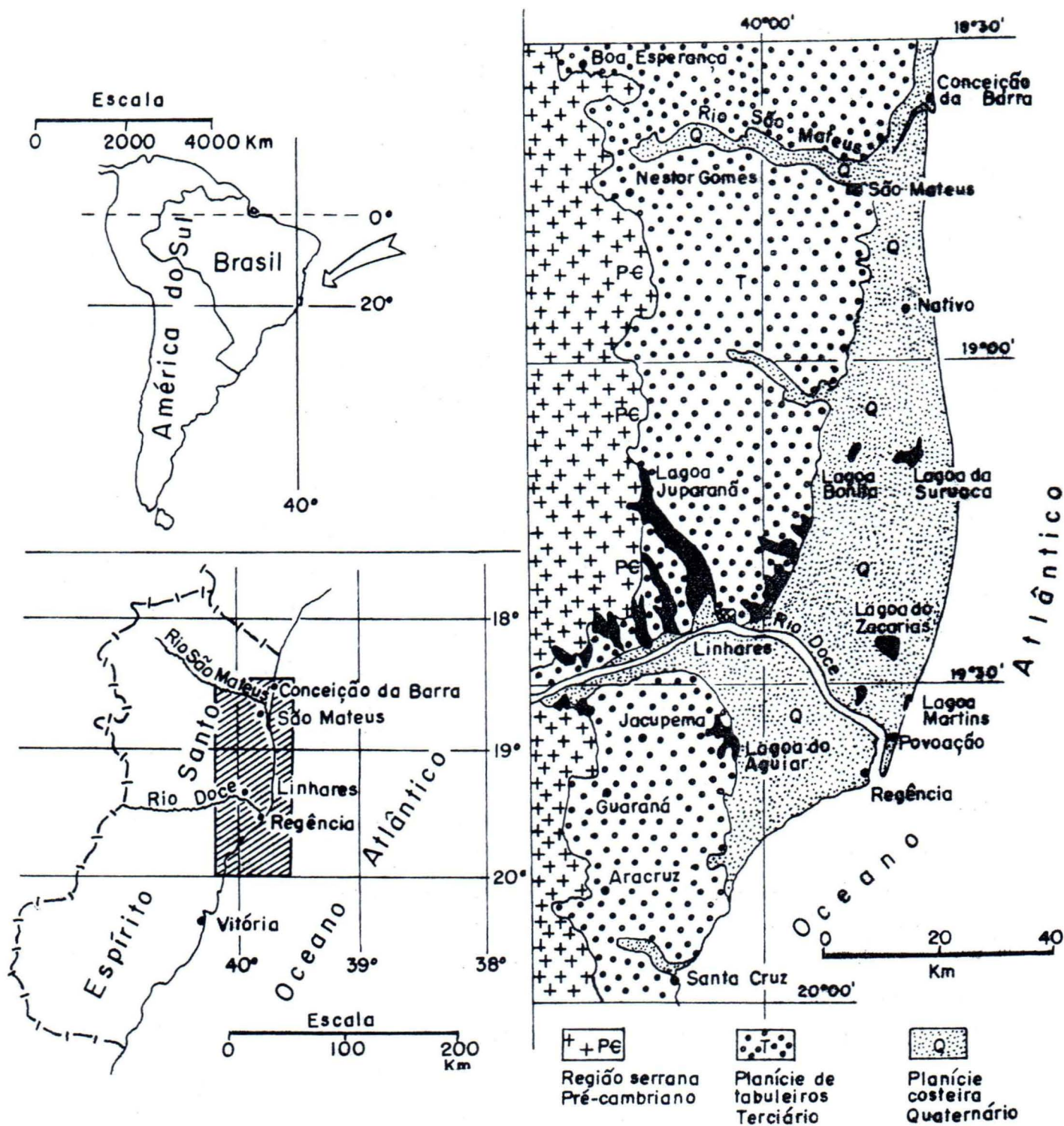


Fig. 1 - Situação geográfica e características geomorfológicas da planície costeira do rio Doce.

de água.

b) A planície de "tabuleiros"

Instalada sobre os sedimentos da Formação Barreiras, esta província é caracterizada por interflúvios de superfície plana com uma declividade para o mar da ordem de 1,2 m/km. Sobre esta superfície se instalou uma drenagem de estruturas subparalelas e angulares. A estrutura subparalela unidirecional é determinada pela declividade da superfície original sobre a qual se instalou a drenagem e a estrutura angular parece estar ligada a problemas de fraturamento. Os vales são freqüentemente muito largos e têm os fundos planos colmatados por sedimentos quaternários. Estes vales são ocupados por cursos de água muito pequenos em relação a sua dimensão. A planície de tabuleiros é recoberta pela floresta.

c) A planície costeira

Ela apresenta-se com forma semilunar crescente, assimétrica e convexa em direção ao mar com uma largura máxima E-W de 38 km e um comprimento máximo N-S de cerca de 150 km. Ela é constituída de sedimentos litorâneos arenosos e depósitos areno-argilosos fluviais, além de zonas baixas superficialmente turfosas. Os terraços marinhos internos (mais antigos) são recobertos por uma floresta enquanto que os mais externos (mais novos) são ocupados por uma vegetação psamofítica. As zonas de sedimentos fluviais são ocupadas pela floresta e as zonas baixas pantanosas por gramíneas. A planície costeira é drenada por uma dezena de cursos de água, dos quais os rios Doce e São Mateus desempenham os papéis mais importantes na sedimentação quaternária. O rio Doce cujo curso atinge 750 km e a bacia de drenagem cobre uma superfície de cerca de 83 000 km², atravessa a planície costeira na sua porção meridional. O rio São Mateus, muito menos importante, desemboca na parte setentrional da planície.

Do ponto de vista tectônico a região é caracterizada por uma tectônica de falhas que afetaram os sedimentos cretáceos. Por outro lado, a partir do Terciário tem reinado uma certa esta

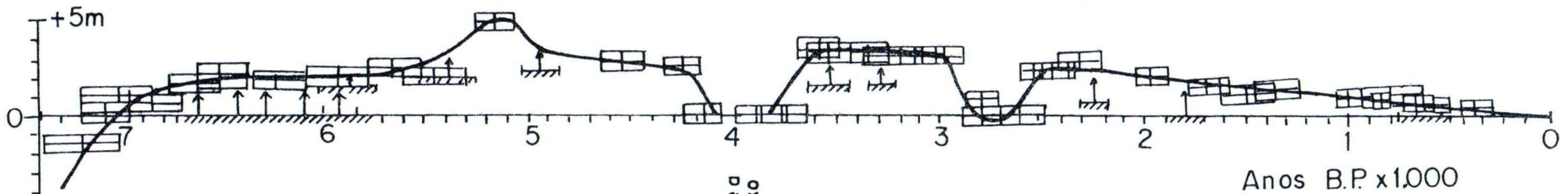
bilidade tectônica (ASMUS *et al.*, 1971).

Atualmente a planície costeira em pauta é conhecida sob a denominação de "delta do rio Doce".

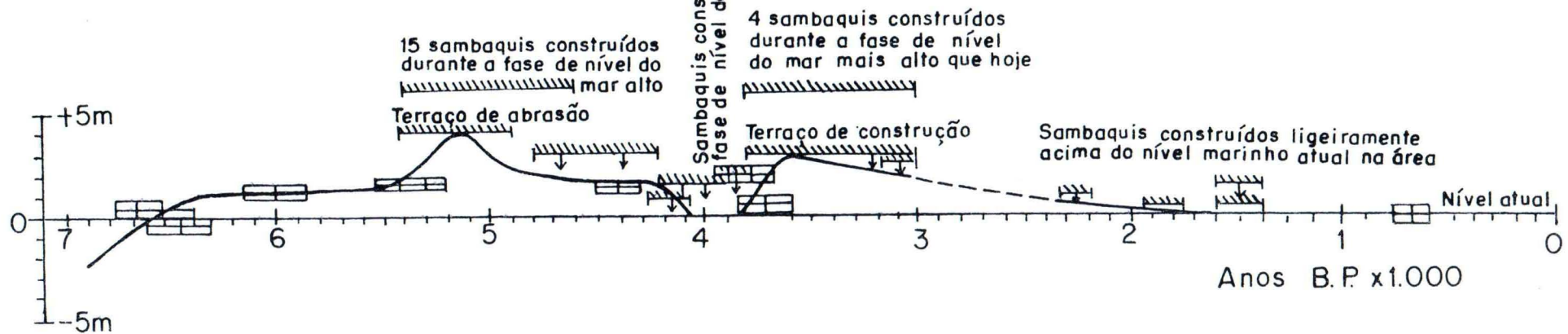
TESTEMUNHOS DE NÍVEIS MARINHOS ANTIGOS SITUADOS ACIMA DO NÍVEL ATUAL AO LONGO DO LITORAL BRASILEIRO

Estudos realizados no litoral paulista, sul fluminense e baiano (SUGUIO e MARTIN, 1978; MARTIN *et al.*, 1979; MARTIN *et al.*, 1980a e MARTIN *et al.*, 1980b) permitiram evidenciar a existência de dois níveis de terraços marinhos depositados após os máximos de dois episódios transgressivos diferentes. Quatro amostras de corais coletadas sob o terraço mais antigo ao sul de Ilhéus (BA) foram datadas pelo método de $^{10}\text{Be}/^{10}\text{B}$ de 116 000, 122 000, 124 000 e 132 000 $\pm$ 5 000 anos A.P. (BERNAT *et al.*, 1981). O agrupamento dessas datações permite-nos supor que o máximo dessa transgressão tenha se produzido há cerca de 120 000 anos A.P., como tem sido identificado em outras partes do mundo (BLOOM *et al.*, 1973 e SHACKLETON *et al.*, 1973). Naquela época o nível relativo do mar situava-se 6 a 10 m acima do atual.

Os terraços mais recentes são indubitavelmente ligados à fase terminal da última grande transgressão que alcançou o seu máximo em torno de 5 100 anos A.P., cujos testemunhos mais elevados situam-se entre 4 e 5 m acima do nível atual. Nos últimos 5 000 anos o nível relativo do mar abaixou mais ou menos regularmente. Todavia, foram produzidas duas oscilações negativas bruscas que foram seguidas de duas fases transgressivas há cerca de 3 600 anos e 2 500 anos A.P. Na região de Caravelas (BA), um pouco ao norte do rio Doce, pôde ser mostrado que as variações do nível relativo do mar nos últimos 7 000 anos tenham sido as mesmas da região de Salvador e bastante semelhantes às do litoral paulista (Fig. 2). Certamente na região da desembocadura do rio Doce o mesmo fato foi verificado.



a) Região de Salvador (BA).
MARTIN et al. (1980).



b) Região de Cananéia-Iguape (SP).
SUGUIO e MARTIN (1978).

Fig. 2 – Curvas de variações relativas do nível do mar nos últimos 7.000 anos ao longo da costa brasileira.

DEPÓSITOS SEDIMENTARES QUATERNÁRIOS DA PLANÍCIE COSTEIRA DO RIO DOCE

a) Depósitos marinhos litorâneos

Uma cartografia de detalhe apoiada nos conhecimentos adquiridos no estudo do Quaternário Marinho do Estado de São Paulo (SUGUIO e MARTIN, 1978 e MARTIN *et al.*, 1979) e do Estado da Bahia (BITTENCOURT *et al.*, 1979; MARTIN *et al.*, 1980; VILAS-BOAS *et al.*, 1979; DOMINGUEZ, 1981 e DOMINGUEZ *et al.*, 1981) confirmou a existência de terraços arenosos construídos na fase regressiva que seguiu as duas últimas transgressões (120 000 e 5 000 anos A.P.).

Terraços pleistocênicos

Eles formam ao sopé das escarpas "mortas" da Formação Barreiras uma faixa relativamente contínua com uma largura máxima de 4 km ao longo de toda a metade norte da planície costeira (Fig. 3). Na região de São Mateus eles atingem uma altura de 9 a 10 m. Nas fotografias aéreas pode-se ver nitidamente os alinhamentos de antigos cordões arenosos com feições características (zonas intercordões mais largas e mais irregulares do que nos cordões holocênicos, segundo MARTIN *et al.*, 1981). Na parte sul da planície costeira foram encontrados alguns testemunhos esparsos.

Terraços holocênicos

Existem várias gerações de terraços holocênicos formados por sedimentos de diferentes naturezas. Os mais internos formam espécies de "ilhas arenosas" separadas por zonas baixas e pantanosas. Sabe-se que eles são mais antigos que 3 500 anos A.P., pois três sambaquis construídos em cima foram datados em $4\,400 \pm 200$ (SPC-027), $4\,200 \pm 150$ (SPC-020) e $3\,550 \pm 150$ (Bah. 951) anos A.P. Os terraços mais externos formam uma faixa praticamente contínua na margem oceânica, interrompendo-se apenas nas desembocaduras dos rios São Mateus, Ipiranga e Doce.

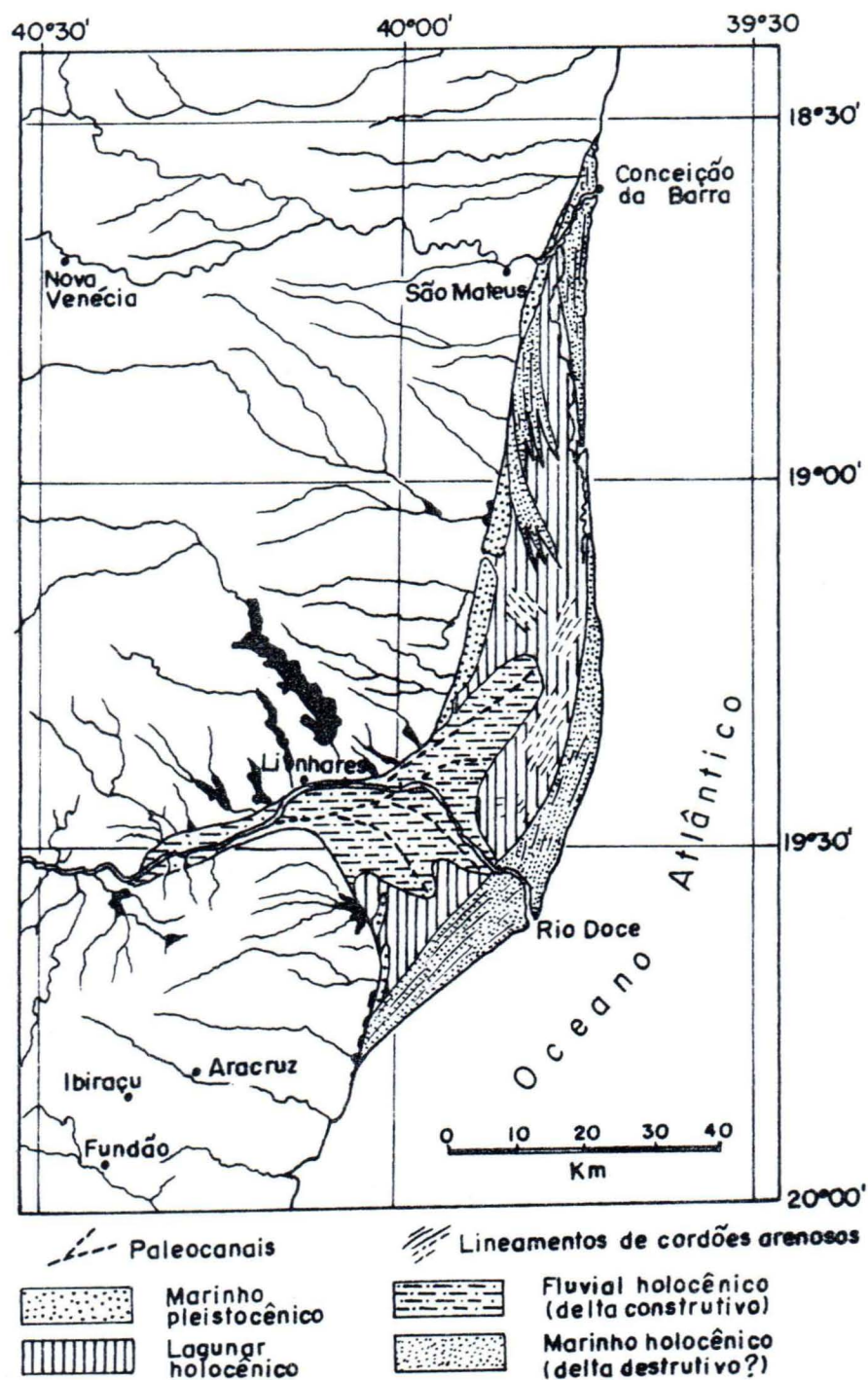


Fig. 3 – Depósitos sedimentares quaternários da planície costeira do rio Doce.

b) Depósitos lagunares

A maior parte da planície costeira, situada entre o terraço pleistocênico e os sedimentos da Formação Barreiras e os cordões holocênicos frontais, é atualmente ocupada por uma zona pantanosa. Superficialmente encontra-se uma camada de turfa de cerca de 0,5 m de espessura. Abaixo desta turfa encontram-se argilas contendo freqüentemente conchas de moluscos marinhos e lagunares (*Ostrea*, *Anomalocardia* e *Lucina*) e freqüentes fragmentos vegetais. Tudo faz supor que se tratem de antigos sedimentos lagunares e que, em consequência, toda esta zona tenha sido ocupada por uma ou vãrias lagunas. Datações ao radiocarbono das conchas e fragmentos de madeira permitiram distinguir duas fases lagunares, indicadas por duas faixas de idades (Tab. I). As amostras coletadas entre os terraços pleistocênicos (ou sedimentos da Formação Barreiras) e a primeira geração de cordões (parte central e sul da planície costeira) forneceram as seguintes idades:

PP-0009 a	6 350 ± 200	SPC-006
RD-30	6 280 ± 200	Bah.954
RD-31	6 280 ± 200	Bah.955
PB-0152	6 150 ± 250	SPC-010
PP-0009 b	6 030 ± 250	SPC-014
RD-21	6 020 ± 200	Bah.950
PP-0009 c	5 880 ± 230	SPC-005
RD-34	5 800 ± 200	Bah.957
RD-32	5 600 ± 200	Bah.956

Por outro lado, as amostras coletadas entre a primeira e a segunda geração de cordões holocênicos (metade norte da planície costeira), acusaram as seguintes idades:

RD-01	3 540 ± 150	Bah.942
RD-10	3 300 ± 200	Bah.946
RD-07	3 060 ± 150	Bah.944

Além disso, conchas da parte superior de um sambaqui situado na parte externa da primeira geração de cordões holocênicos e, portanu

to, na margem da laguna, foram datadas em $2\ 970 \pm 180$ anos A.P. (SPC-035). Em suma, as zonas baixas da parte externa da primeira geração de cordões mostra traços muito nítidos de invasão por uma laguna. Então, nós temos uma clara indicação de uma nova fase lagunar ligada a uma elevação do nível relativo do mar.

c) Depósitos fluviais

Na porção central da planície costeira, em torno do curso atual do rio Doce, existe uma grande extensão de sedimentos fluviais. Nos trabalhos anteriores são indicados, nesta área, numerosos paleocanais. Dois deles, denominados "paleocanal norte" e "paleocanal sul" são muito importantes, embora eles sejam bem menores largos do que o canal fluvial atual. As características granulométricas, expressas no diagrama de SAHU (1964), mostraram que os sedimentos dos paleocanais foram depositados sob condições de energia mais fraca do que os existentes no canal do rio Doce atual (BANDEIRA JR. e SUGUIO, 1975). Existem também vários outros paleocanais de menor importância. As perfurações efetuadas durante o primeiro estudo (BANDEIRA JR. *et al.*, 1975) mostraram que existiam debaixo dos depósitos fluviais, sedimentos argilosos contendo conchas de moluscos. É evidente que esses sedimentos pertençam aos depósitos lagunares descritos acima.

Uma visão em planta da zona de sedimentos fluviais apresenta todas as características de um delta dominado por processos fluviais, segundo a classificação de GALLOWAY (1975). Torna-se bem claro que, no passado, o rio Doce desembocava em uma laguna e aí construiu um delta. Um fragmento de madeira (RD-16) amostrado próximo à extremidade do paleocanal norte indicou uma idade de $4\ 250 \pm 200$ anos A.P. (Bah. 960). Esta datação mostra que a maior parte do delta intralagunar foi construída até aquela época, que corresponde aproximadamente ao fim da primeira fase lagunar. Foi somente após a ressecção da laguna que o rio Doce passou a desembocar diretamente no oceano.

Os sedimentos fluviais relacionados com o curso inferior do rio São Mateus são muito pouco importantes e os ligados ao rio

Barra Seca são praticamente inexistentes.

SEQUÊNCIA DE SEDIMENTAÇÃO QUATERNÁRIA NA PLANÍCIE COSTEIRA DO RIO DOCE

a) Primeira fase

Cerca de 120 000 anos passados, época do máximo da Transgressão Cananéia (SUGUIO e MARTIN, 1978), o nível do mar se situava 8 a 10 m acima do atual. Todos os grandes vales entalhados nos sedimentos da Formação Barreiras estavam afogados e o curso inferior do rio Doce formava um vasto estuário. Os sedimentos da Formação Barreiras erodidos pelo mar em transgressão apresentavam "falésias vivas" mais ou menos altas (de alguns metros até 20 m), Fig-4a.

b) Segunda fase

Com o início da regressão o perfil de equilíbrio da ante-praia foi destruído e uma parte da areia em excesso deve ter sido transportada para pós-praia para formar os terraços pleistocênicos. Esses sedimentos foram colocados diretamente contra as falésias entalhadas na Formação Barreiras. Foram formados pontais arenosos que fecharam as entradas dos vales afogados, formando-se lagunas. O estuário do rio Doce foi progressivamente colmatado à medida que se processava a regressão. Uma rede hidrográfica, no prolongamento dos vales do Barreiras, freqüentemente orientados pelos cordões litorâneos, foi instalada sobre os terraços pleistocênicos.

c) Terceira fase

A partir de 18 000 anos A.P. teve início a última grande transgressão (MARTIN, 1972). Os profundos vales entalhados no terraço pleistocênico foram progressivamente invadidos por lagunas e as partes frontais intatas dos terraços foram erodidas formando importantes depósitos de areia sobre a plataforma continental.

d) Quarta fase

Há cerca de 6 500 anos A.P. a transgressão foi interrom

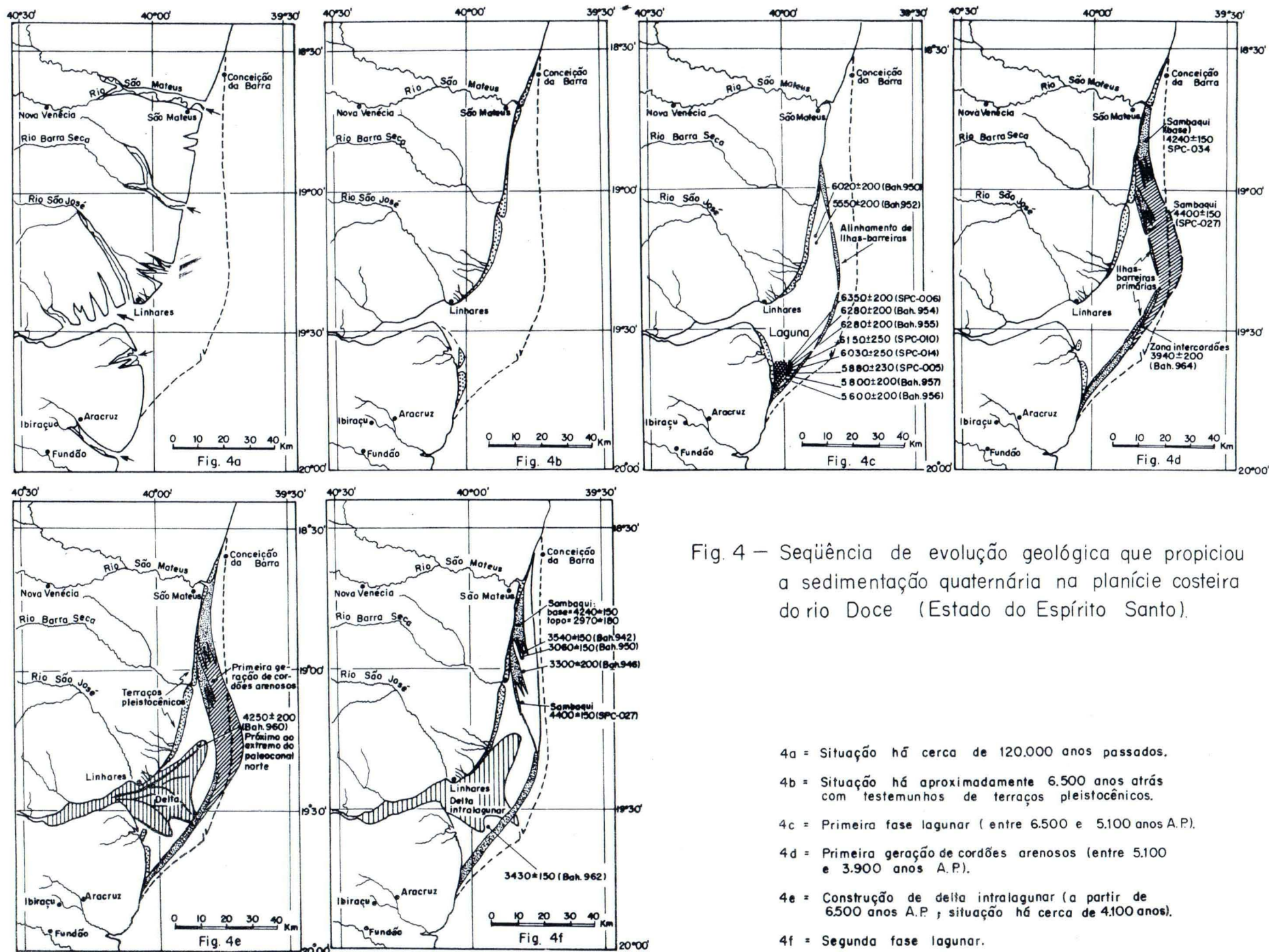


Fig. 4 – Sequência de evolução geológica que propiciou a sedimentação quaternária na planície costeira do rio Doce (Estado do Espírito Santo).

- 4a = Situação há cerca de 120.000 anos passados.
- 4b = Situação há aproximadamente 6.500 anos atrás com testemunhos de terraços pleistocênicos.
- 4c = Primeira fase lagunar (entre 6.500 e 5.100 anos A.P.).
- 4d = Primeira geração de cordões arenosos (entre 5.100 e 3.900 anos A.P.).
- 4e = Construção de delta intralagunar (a partir de 6.500 anos A.P.; situação há cerca de 4.100 anos).
- 4f = Segunda fase lagunar.

pida e o nível relativo do mar permaneceu estacionário até cerca de 5 500 anos A.P. (Fig. 2: MARTIN *et al.*, 1979). Nesta época a transgressão atingiu o seu máximo de penetração no continente (Fig. 4b) e formou-se um conjunto de ilhas-barreiras que isolaram uma laguna. A sua existência pode ser comprovada, como já vimos anteriormente, pelas datações ao radiocarbono de conchas de moluscos coletadas em posição de vida nos sedimentos lagunares (Fig. 4c). É interessante verificar que as idades que nós obtivemos estão compreendidas entre 6 350 e 5 600 anos A.P., correspondendo a um período estacionário do nível do mar (Fig. 5). Durante todo o período estacionário do nível marinho o aspecto morfológico da região costeira do rio Doce deveria ser bastante semelhante ao existente atualmente na costa oriental dos Estados Unidos, principalmente na região do cabo Hatteras, onde não se conhecem níveis marinhos holocênicos superiores ao atual (SHEPARD e WANLESS, 1971). Na realidade a continuação da transgressão, entre 5 500 e 5 100 anos A.P. (Fig. 2), não se traduziu pela destruição do cordão de ilhas-barreiras mas por sua migração rumo ao continente ou seu empilhamento "in situ", já que a laguna parece ter sido preservada.

Na região de Caravelas (BA), Fig. 5, o contato entre os terraços pleistocênicos e holocênicos foi datado em $6\,650 \pm 120$ anos A.P. (Bah. 767).

e) Quinta fase

Após 5 100 anos A.P., o nível relativo do mar sofreu um abaixamento e cordões arenosos foram adicionados às ilhas-barreiras alargando a zona arenosa frontal (Fig. 4d). Durante todo o período compreendido entre 6 500 e 4 000 anos A.P. o rio Doce construiu um delta do tipo "pê-de-pássaro", com muitos distributários, dentro da primeira laguna (Fig. 4e).

f) Sexta fase

As oscilações negativas seguidas de fases transgressivas foram traduzidas na formação de novas gerações de cordões arenosos e por variações nas áreas lagunares (ressecação de algumas e forma

ção de outras lagunas). As fases transgressivas traduziram-se na invasão por "braços lagunares" de zonas baixas da parte externa da primeira geração de terraços holocênicos (Fig. 4f). Com o abaixamento do nível relativo do mar o sistema lagunar praticamente desapareceu, sendo hoje em dia representado por alguns testemunhos (lagoas do Zacarias, dos Martins, Bonita, etc.).

O QUE É UM DELTA ?

Este é um dos conceitos mais antigos da Geologia. De fato, foi Heródoto que há cerca de 2 500 anos utilizou esta designação para a planície sedimentar situada na desembocadura do rio Nilo, em virtude da similaridade de sua forma com a quarta letra(delta) do alfabeto grego.

Os estudos modernos sobre a sedimentação deltaica começaram com os trabalhos de GILBERT (1890) sobre os deltas do lago Bonnevillle (Estados Unidos). Ele foi o primeiro autor a tentar explicar hidrodinamicamente a formação de um delta e o seu esquema tridimensional é ainda clássico para os deltas lacustres. Entretanto, o estudo de GILBERT restringiu-se a um caso particular e as pesquisas efetuadas em grandes deltas atuais, estimuladas pelas prospecções petrolíferas, mostraram que havia frequentemente depósitos deltaicos diferentes do modelo clássico de GILBERT. O delta do Mississippi, Estados Unidos, tendo sido um dos mais detalhadamente estudados, foi tomado como modelo de sedimentação deltaica. Mas, a medida que as pesquisas foram sendo desenvolvidas os estudiosos encontravam dificuldades para enquadrar os seus dados naquele modelo. Deste modo, alguns autores esforçaram-se para encontrar uma definição mais flexível do conceito de delta. Assim, para FISHER (1969), "delta é um sistema de depósitos alimentado por um curso de água que se traduz na progradação irregular da linha de costa". Esta definição, extremamente simples, levou em consideração somente a presença de um curso de água e a progradação da linha de costa. A condição necessária para que se forme um delta é que a carga sedi

mentar transportada pelo curso de água seja retida nas proximidades de sua desembocadura e provoque o avanço da linha de costa. Tais condições existirão quando a energia do meio receptor for incapaz de remover e dispersar completamente a carga sedimentar aportada pelo rio. Além disso, é necessário que se saiba que existem zonas de progradação não relacionadas a cursos de água. Por exemplo, um pouco ao norte do "delta" do rio Doce, existe na região de Caravelas (BA), uma zona progradante muito semelhante mas sem qualquer relação com cursos fluviais (Fig. 5). De fato, pode-se ter progradação, seja por aporte de sedimentos continentais por cursos de água (caso considerado por FISHER, *op. cit.*), seja pelo bloqueio da deriva litorânea por um obstáculo sobre a praia ou sobre a plataforma continental interna, seja pelo abaixamento do nível relativo do mar. O abaixamento de vários metros do nível relativo do mar, que ocorreu nos últimos milhares de anos deve então representar um importante papel na progradação. No litoral norte americano do golfo do México (uma das regiões mais estudadas sob o ponto de vista de sedimentação quaternária e que, conseqüentemente, tem servido de modelo para vários pesquisadores), não se conhecem níveis marinhos holocênicos superiores ao atual. Então, é evidente que o fator abaixamento do nível relativo do mar nos últimos 5 000 anos não tenha sido levado em consideração. Mas, a situação é outra no litoral brasileiro, onde se conhecem numerosos testemunhos de níveis marinhos holocênicos situados acima do atual e onde o papel do abaixamento do nível relativo do mar na sedimentação pôde ser colocado em evidência (SUGUIO e MARTIN, 1979 e MARTIN *et al.*, 1980). Pode-se pensar que a situação tenha sido a mesma na planície sedimentar quaternária situada na desembocadura do rio Doce.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

A planície sedimentar quaternária situada de um lado e de outro da desembocadura do rio Doce é uma zona aparentemente associada ao curso fluvial, tratando-se, portanto, segundo o conceito de FISHER (*op. cit.*), de um delta. Entretanto, pouco antes da

formação da primeira laguna o rio Doce desembocava em um estuário. Então, não se pode atribuir aos aportes sedimentares fluviais a formação das ilhas-barreiras que isolaram esta primeira laguna. Durante todo o período de construção do delta lagunar os sedimentos carregados pelo rio Doce foram retidos na laguna e então não puderam contribuir na construção dos cordões arenosos que foram acrescentados às ilhas-barreiras.

É também importante supor que sob as condições de clima e vegetação existentes na sua bacia de drenagem o rio Doce não deveria transportar grandes quantidades de sedimentos grosseiros. Só em época bastante recente, em seguida à ação antrópica traduzida no intenso desmatamento, que o rio Doce passou a transportar sedimentos mais grosseiros. Então, é evidente que o rio Doce não teria podido por si só transportar os sedimentos necessários para a construção de toda a planície costeira.

Deve-se também pensar que o papel do rio São Mateus tenha sido pouco importante e o do rio Barra Seca praticamente negligenciável. Além disso, uma inspeção da Fig. 5 mostra que existe uma certa semelhança entre as zonas em progradação de Caravelas (BA) e do rio Doce e a morfologia da plataforma continental. Entretanto, a zona de Caravelas não está relacionada com qualquer curso de água. Em ambos os casos nota-se que a isóbata de 20 m se distancia da linha de costa. No caso de Caravelas foi possível verificar que este afastamento estava relacionado à presença de recifes. Evidentemente, neste caso o distanciamento da isóbata de 20 m não resulta da sedimentação mas da presença desses obstáculos, que modificam a dinâmica criando uma zona de energia mais fraca onde se processa a deposição. Então, é igualmente possível que na região do rio Doce o afastamento da isóbata de 20 m não esteja relacionado à sedimentação (prodelta) mas seja de mesma origem que em Caravelas.

É bastante evidente que o abaixamento do nível relativo do mar de 4 a 5 m, no decorrer dos últimos 5 000 anos, tenha desempenhado um papel essencial na construção da planície costeira do rio Doce.

Porém, atribuir o nome delta a um conjunto desses pode até representar algum exagero pois, se efetivamente o rio Doce construiu um delta, este foi formado dentro de uma antiga laguna e a sua extensão é limitada à porção central da planície costeira.

TABELA I

IDADES ABSOLUTAS DE AMOSTRAS DE CONCHAS E FRAGMENTOS DE MADEIRA
OBTIDAS PELO MÉTODO DO RADIOCARBONO

Numeração de campo	Idade A. P.	Referência de laboratório	Ambiente de sedimentação
PP-0009a	6 350 $\pm$ 200	SPC-006	Lagunar
RD-30	6 280 $\pm$ 200	Bah.954	Lagunar
RD-31	6 280 $\pm$ 200	Bah.955	Lagunar
PB-0152	6 150 $\pm$ 250	SPC-010	Lagunar
PP-0009b	6 030 $\pm$ 250	SPC-014	Lagunar
RD-21	6 020 $\pm$ 200	Bah.950	Lagunar
PP-0009c	5 880 $\pm$ 230	SPC-005	Lagunar
RD-34	5 800 $\pm$ 200	Bah.957	Lagunar
RD-05	5 740 $\pm$ 200	Bah.969	Marinho transgressivo
RD-32	5 600 $\pm$ 200	Bah.956	Lagunar
RD-24	5 550 $\pm$ 200	Bah.952	Lagunar
PP-0358	4 400 $\pm$ 200	SPC-027	Sambaqui sobre a primeira geração de cordões
RD-16	4 250 $\pm$ 200	Bah.960	Fluvial (paleocanal norte)
PMX	4 240 $\pm$ 150	SPC-034	Sambaqui sobre a primeira geração de cordões
RD-11	3 940 $\pm$ 200	Bah.964	Zona intercordões (primeira geração de cordões)
RD-23	3 550 $\pm$ 150	Bah.951	Sambaqui sobre a primeira geração de cordões
RD-01	3 540 $\pm$ 150	Bah.942	Lagunar (invasão de cordões de primeira geração)
RD-28	3 430 $\pm$ 150	Bah.962	Lagunar
RD-10	3 300 $\pm$ 200	Bah.946	Lagunar
RD-07	3 060 $\pm$ 150	Bah.944	Lagunar (invasão de cordões de primeira geração)
PP-0347	2 970 $\pm$ 180	SPC-035	Sambaqui

RD = coletadas pelos autores

PP, PB, etc. = coletadas durante o convênio Petrobrás/USP

SPC = Laboratório de Radiocarbono - Instituto de Geociências/USP

Bah = Laboratório de Geofísica Nuclear - Instituto de Física/UFBA

BIBLIOGRAFIA

- ASMUS, H.E.; GOMES, J.B. & PEREIRA, A.C.B. (1971) - *Integração geológica regional da bacia do Espírito Santo* - Anais do XXV Congresso Brasileiro de Geologia, v.3: 235-254, São Paulo.
- BACCOCOLI, G. (1971) - *Os deltas holocênicos brasileiros - Uma tentativa de classificação* - Bol.Técnico da Petrobrás, 14(1/2): 5-38, Rio de Janeiro.
- BANDEIRA JR., A.N. & SUGUIO, K. (1975) - *Estudos sedimentológicos do delta do rio Doce* (Relatório único) - Petrobrás, CENPES, Rio de Janeiro (inédito).
- BANDEIRA JR., A.N.; PETRI, S. & SUGUIO, K. (1975) - *Projeto Rio Doce* - (Relatório final) - Petrobrás, CENPES, Rio de Janeiro.
- BANDEIRA JR., A.N.; PETRI, S. & SUGUIO, K. (1979) - *Doce river delta: An example of a "highly wave-dominated" quaternary delta on the Brazilian Atlantic coastline, State of Espírito Santo, Brazil* - Proceedings of the 1978 Intl.Symp.on Coastal Evolution in the Quaternary: 275-295, São Paulo.
- BERNAT, M.; MARTIN, L.; BITTENCOURT, A.C.S.P. & VILAS-BOAS, G.S. (1981) - *First Io/U ages of the last interglacial from the Brazilian coast* - Nature (prelo).
- BITTENCOURT, A.C.S.P.; MARTIN, L.; VILAS-BOAS, G.S. & FLEXOR, J.M. (1979) - *Quaternary marine formations of the coast of the State of Bahia, Brazil* - Proceedings of the 1978 Intl.Symp. on Coastal Evolution in the Quaternary: 232-253, São Paulo.
- BLOOM, A.L.; BROECKER, W.S.; CHAPPELL, J.M.A.; MATTHEWS, R.K. & MESOLELLA, K.J. (1973) - *Quaternary sea-level fluctuation on a tectonic coast: New $^{230}\text{Th}/^{234}\text{U}$ dates from the Huon Peninsula, New Guinea* - Quaternary Research, 4: 185-205.
- COUTINHO, J.M.V. (1974a) - *O Prê-cambriano do vale do rio Doce como fonte alimentadora de sedimentos costeiros* - Anais do XXVIII Congresso Brasileiro de Geologia, v.5: 43-56, Porto Alegre.
- COUTINHO, J.M.V. (1974b) - *Os minerais pesados de areia na foz do rio Doce* - Anais do XXVIII Congresso Brasileiro de Geologia, v.5: 61-78, Porto Alegre.

- COUTINHO, J.M.V. & COIMBRA, A.M. (1974) - *Os pesados do Barreiras na costa oriental brasileira: Estudo de áreas fonte* - Anais do XXVIII Congresso Brasileiro de Geologia, v.5: 27-42, Porto Alegre.
- DOMINGUEZ, J.M.L. (1981) - *Influência das variações climáticas e do nível do mar durante o Quaternário na construção do Complexo Deltaico do rio Jequitinhonha* - Dissertação de Mestrado (em execução).
- DOMINGUEZ, J.M.L.; MARTIN, L. & BITTENCOURT, A.C.S.P. (1981) - *Evolução paleogeográfica do delta do rio Jequitinhonha (BA) durante o Quaternário: Influência das variações do nível do mar* - IV Simpósio do Quaternário no Brasil, Rio de Janeiro (neste volume).
- FISHER, W.L. (1969) - *Facies characterization of Gulf coast basin delta systems, with some Holocene analogues* - Transactions of Gulf Coast Association of Geol. Soc., 19.
- GALLOWAY, W.E. (1975) - *Process framework for describing the morphologic and stratigraphic evolution of deltaic depositional systems* - In: M.L. Broussard (editor) - *Deltas, models for exploration*: 87-99, Houston Geol. Soc.
- GILBERT, G.K. (1890) - *Lake Bonneville* - U.S. Geol. Survey, Memoir 1: 438 pp.
- MARTIN, L. (1972) - *Variations du niveau de la mer et du climat en Côte d'Ivoire depuis 25000 ans* - Cah. O.R.S.T.O.M., Série Géologie, v. IV(2): 93-103.
- MARTIN, L.; SUGUIO, K. & FLEXOR, J.M. (1979) - *Le Quaternaire marin entre Cananéia (SP) et Barra de Guaratiba (RJ)* - Proceedings of the 1978 Intl. Symp. on Coastal Evolution in the Quaternary: 296-331, São Paulo.
- MARTIN, L.; BITTENCOURT, A.C.S.P.; VILAS-BOAS, G.S. & FLEXOR, J.M. (1980) - *Mapa geológico do Quaternário costeiro do Estado da Bahia* - Texto explicativo, Gov. do Est. da Bahia, Secretaria de Minas e Energia.
- MARTIN, L.; SUGUIO, K.; FLEXOR, J.M.; BITTENCOURT, A.C.S.P. & VILAS-BOAS, G.S. (1980) - *Le Quaternaire marin brésilien (littoral pauliste, sud fluminense et bahiannais)* - Cah. O.R.S.T.O.M., Série Géologie, v. XI(1): 95-124.

- MARTIN, L.; BITTENCOURT, A.C.S.P. & VILAS-BOAS, G.S. (1981) - *Différentiation sur photographies aériennes des terrasses sableuses marines pléistocènes et holocènes du littoral de l'état de Bahia, Brésil* - (No prelo).
- SAHU, B.K. (1964) - *Depositional mechanisms from size analysis of elastic sediments* - J.Sediment. Petrol., 34: 73-83.
- SHACKLETON, N.L. & OPDYKE, N.D. (1973) - *Oxygen isotope and paleomagnetic stratigraphy of equatorial Pacific core v28-238: Oxygen isotope temperatures and ice volumes on a 10^5 year and 10^6 year scale* - Quaternary Research, v.3: 39-55.
- SHEPARD, F.P. & WANLESS, H.R. (1971) - *Our changing coastlines* - McGraw Hill Book Co., N.York: 579 pp.
- SUGUIO, K. & MARTIN, L. (1978) - *Quaternary marine formations of the State of São Paulo and southern Rio de Janeiro* - Special Publ. n°1 do 1978 Intl.Symp.on Coastal Evolution in the Quaternary, 55 pp., São Paulo (8 mapas).