

## ESTUDOS PRELIMINARES SOBRE A GEOLOGIA AMBIENTAL COSTEIRA DO ESTADO DO CEARÁ, NORDESTE DO BRASIL<sup>(1)</sup>

**Alec James Smith<sup>(2)</sup>**

Bedford College  
University of London

**Jáder Onofre de Morais<sup>(3)</sup>**

Laboratório de Ciências do Mar  
Universidade Federal do Ceará  
Fortaleza – Ceará – Brasil

A costa do Estado do Ceará tem uma extensão aproximada de 600 km (figura 1), situada entre as latitudes 2°52' a 4°45'S e longitudes 37°12' a 41°25'W. Este trabalho, de caráter preliminar, é um documento de natureza qualitativa como base para um estudo mais abrangente, de natureza quantitativa. Envolve, particularmente, os aspectos de geologia costeira, sedimentologia e geomorfologia, que servem como subsídios para o gerenciamento costeiro. Constitui, portanto, um documento com o propósito de mapear, monitorar e prever as mudanças nesta zona litorânea, tendo em vista os conceitos básicos de geologia ambiental definidos por Morais (1980).

### MATERIAL E MÉTODOS

As feições geomorfológicas foram observadas através de sobrevôos em avião bimotor. Os levantamentos na natureza foram efetuados em áreas selecionadas em decorrência das observações aéreas.

Os trabalhos de laboratório constaram de interpretação aerofotogramétrica, mapas cartográficos e ensaios texturais preliminares.

### ASPECTOS GERAIS

A zona litorânea do Ceará é uma entidade geomorfológica e biológica vulnerável à ação do homem. O seu manejo apropriado é fundamental para o bem-estar dos que nela habitam e, portanto, não pode ser feito sem o conhecimento adequado dos processos envolvidos. O estudo deste litoral é oportuno porque os investimentos na área já começaram, e crescerão rapidamente à medida que o turismo se desenvolver como uma indústria capaz de incentivar o desenvolvimento sócio-econômico regional.

A costa do Ceará é essencialmente um sistema morfológico simples, apesar da presença de alguns rios com migrações periódicas de embocaduras, e de pontais de rocha dura que mudam a direção da linha de costa em relação aos ventos e às correntes. Esta costa sofre a influência dos ventos alíseos, que inclusive reforçam a ação das correntes litorâneas e oceânicas. As rochas resistentes ocorrem esporadicamente; não há grandes aportes de material dos rios para

(1) Trabalho realizado com financiamento da Organização dos Estados Americanos (OEA) e apresentado no XI Simpósio de Geologia do Nordeste.

(2) Professor Visitante, financiado pela OEA.

(3) Professor do Departamento de Geologia da UFC e Pesquisador I-A do Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq).

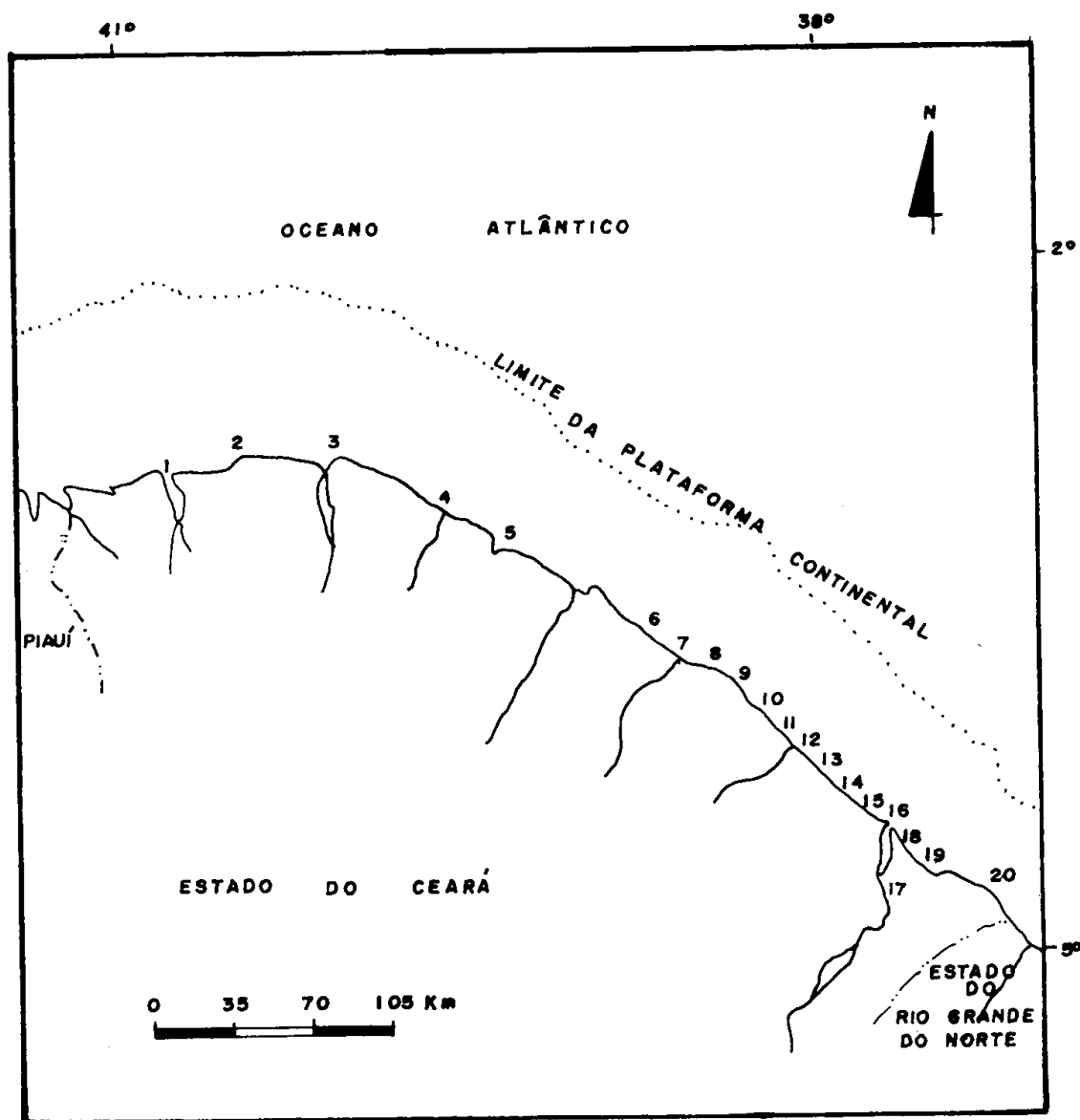


Figura 1 — Localização da área de estudos, com os pontos visitados na costa.

o mar, que possam provocar sedimentação na plataforma interna. Pela erosão local de falésias e encostas há uma perda de sedimentos do sistema litorâneo, tornando a costa do Ceará bastante vulnerável. Com exceção da construção do Porto do Mucuripe, em Fortaleza, as atividades do homem até agora determinaram modificações de caráter reduzido; entretanto, pelo que foi observado preliminarmente, qualquer modificação efetuada em um determinado local da costa, vai provocar mudanças no sentido de oeste.

## HISTÓRICO

Os trabalhos efetuados no litoral de Fortaleza e Morro Branco (Morais, 1968; Morais & Sousa, 1971; Morais & Pitombeira, 1974; Morais *et al.*, 1979) são os únicos que apresentam alguns aspectos de evolução costeira do ponto de vista geológico-geomorfológico. Trabalhos realizados pelo RADAM e CPRM abordam aspectos bem gerais da geologia local.

O primeiro impacto ambiental de efeitos geológicos-geomorfológicos foi a

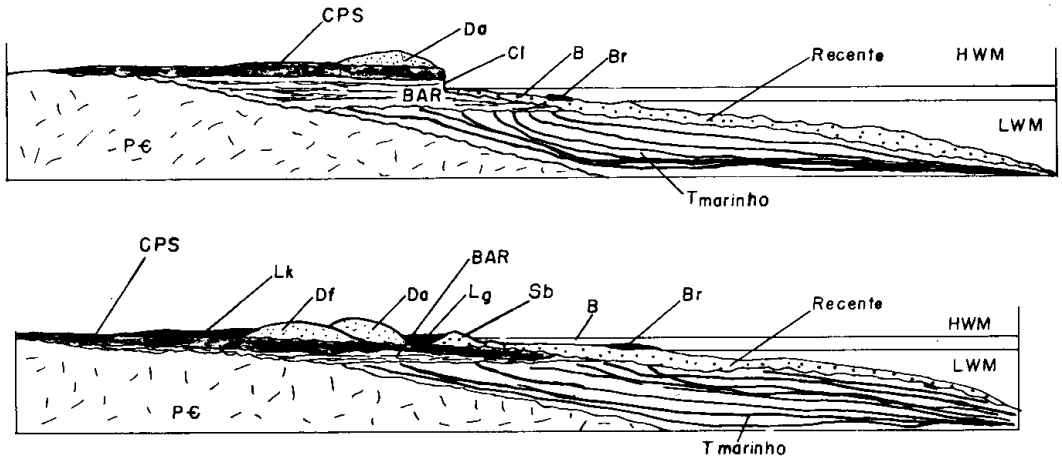


Figura 2 — Feições fisiográficas da costa do Estado do Ceará (Da — dunas ativas; Df — dunas fixas; Br — beach rocks; T marinho — terraço marinho; BAR — Grupo Barreiras; Lk — lagoa tipo B; Lg — lagoa tipo A; HWM — nível de maré alta; LWM — nível de maré baixa; PE — pré-Cambriano; CPS — sedimentos de planície costeira).

destruição de praias causada pela extensão do molhe do Porto do Mucuripe, e consequente assoreamento da parte leste da enseada (Morais, 1968).

Algumas tentativas de levantamento cintilométrico foram efetuadas no município de Camocim em 1969, por um dos autores deste trabalho, sem contudo definir áreas de ocorrência. O mapa geológico do Estado do Ceará foi feito na escala 1: 250.000, em segunda edição bem atualizada do ponto de vista de áreas transicionais, em março de 1983. Muitos dos trabalhos estão baseados na interpretação de imagens de radar e trabalhos de campo.

A área interior, adjacente ao litoral, é descrita como uma planície de acumulação composta de sedimentos plio-pleistocênicos cortados por vales portadores de sedimentos mais jovens. Nesta planície ocorrem também dunas móveis e fixas, assim como pequenas lagoas.

A plataforma continental adjacente tem sido estudada através de uma série de expedições oceanográficas (Geomar I, XVIII e Operação Norte-Nordeste I) — (Coutinho & Morais, 1967). Existem muitas informações sobre o tipo de fundo, morfologia de superfície da plataforma e natureza das rochas subjacentes. Há entretanto, uma lacuna entre a

região abrangida por estes estudos e a linha de costa, especificamente na área compreendida entre as isóbatas de 0 e 15 m. O recobrimento e varredura desta área são extremamente necessários para que se possa ter evidências mais concretas da evolução costeira.

## DISCUSSÃO

### *Evolução e movimento dos sedimentos na costa*

A plataforma continental adjacente é constituída por uma considerável espessura de estratos sedimentares de idade mesozóica e cenozóica, coberta por camadas de sedimentos inconsolidados, de espessura variando de 15 a 20 metros.

A direção do transporte é nos sentidos noroeste e oeste, paralelos à linha de costa, e os sedimentos são gradualmente lançados nas zonas mais profundas.

A zona litorânea é constituída pelas feições fisiográficas expostas na figura 2 e comentadas a seguir:

1) praias que ficam expostas em maré baixa, e em alguns locais chegam a 1 km de largura;

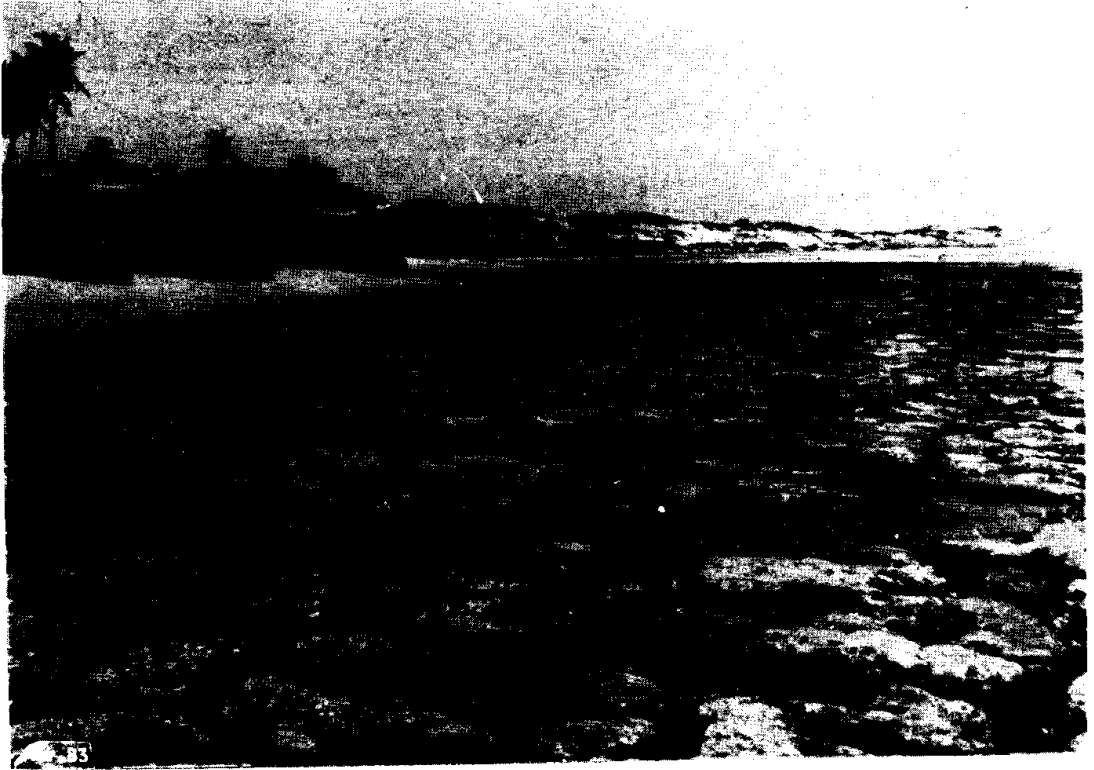


Figura 3 — Ocorrência de *beach rocks* em área próxima a falésias.



Figura 4 — Dunas ativas ameaçando plantações de coqueiros.



Figura 5 — Lagunas formadas imediatamente adjacentes às *beach rocks*.

2) rochas-de-praia (*beach rocks*), que geralmente afloram entre os níveis de maré alta e baixa, e somente são cobertas pela água do mar durante tempestades (figura 3);

3) falésias, que em alguns locais podem ser compostas de rochas duras, ou por sedimentos do Grupo Barreiras;

4) dunas ativas que podem começar nas praias, no topo das falésias ou na zona de bermas (figura 4);

5) dunas fixas, em geral fixadas pela vegetação;

6) lagunas, imediatamente adjacentes à linha de costa, nas *storm beaches* (figura 5);

7) braços de maré;

8) rios intermitentes;

9) rios permanentes, que são apenas dois, cada um nas extremidades da área;

10) lagoas e represamentos d'água associados.

O continente consiste de uma vasta planície de acumulação de sedimentos recentes depositados no Grupo Barreiras, e de rochas cristalinas que constituem o embasamento. Nas partes leste e oeste do Estado, existem estratos sedimentares entre o embasamento e o Grupo Barreiras.

#### *Alguns detalhes da zona litorânea*

A praia, tal como foi definida acima, consistia de granulometria da fração areia (2,00 a 1,00 mm), embora predomine a fração 0,25 mm ou menos, composta de minerais pesados, usualmente ricos em ferro, e carbono detrítico. Seixos de quartzo e quartzitos ocorrem misturados com a areia e conchas, geralmente inteiras, com distribuição esparsa. Há exceção em Jericoacoara, no litoral



Figura 6 — Afloramentos rochosos (quartzitos) na praia de Iguape.

oeste do Estado, onde em partes deste afloramento rochoso, a praia é composta de grandes *boulders* e *beach rocks*.

As praias do Ceará variam, quanto à largura, com a distância entre baixa-mar e preamar, sempre em torno de 1.000 m, mergulhando uniformemente para o mar, embora algumas apresentem bermas paralelas à linha de costa. Nestes locais, a praia é estreita, apenas 10 a 20 metros de largura, e constituída de material grosseiro.

Dois tipos de material consolidado interrompem a praia: afloramentos rochosos de idade desconhecida e *beach rocks*. O Grupo Barreiras não aflora na praia, apenas faz parte das falésias.

Afloramentos de rochas consolidadas de idade desconhecida foram observados em três locais: Iguape (figura 6), Pecém e Jericoacoara. Predominantemente quartzíticas, apesar de enriquecidas com manchas ferruginosas (ilmenita e hematita), as rochas são bem

estratificadas e podem ser observadas laminações e estratificações cruzadas. Foi discutida a origem destas rochas e alguns geólogos são de opinião que elas fazem parte do embasamento metamórfico do Ceará. A inclinação geral destas rochas é para oeste, com mudanças no mergulho, e embora nenhum fóssil ou seixos grandes tenham sido encontrados, acreditamos que estas rochas sejam de idade cenozóica, e representam dunas de areia de um episódio mais antigo de erosão e deposição, portanto, de origem sedimentar. Algumas falhas de pequena escala foram observadas com veios de quartzo, e em Jericoacoara as rochas são cortadas por uma falha bem representada. Estas rochas parecem ser remanescentes de antigos afloramentos muito extensos, que são fonte, juntamente com o Grupo Barreiras, de quartzo e seixos de quartzitos que são encontrados ao longo do litoral.

Em contraste, *beach rocks* ocorrem em maior escala e são essencialmente

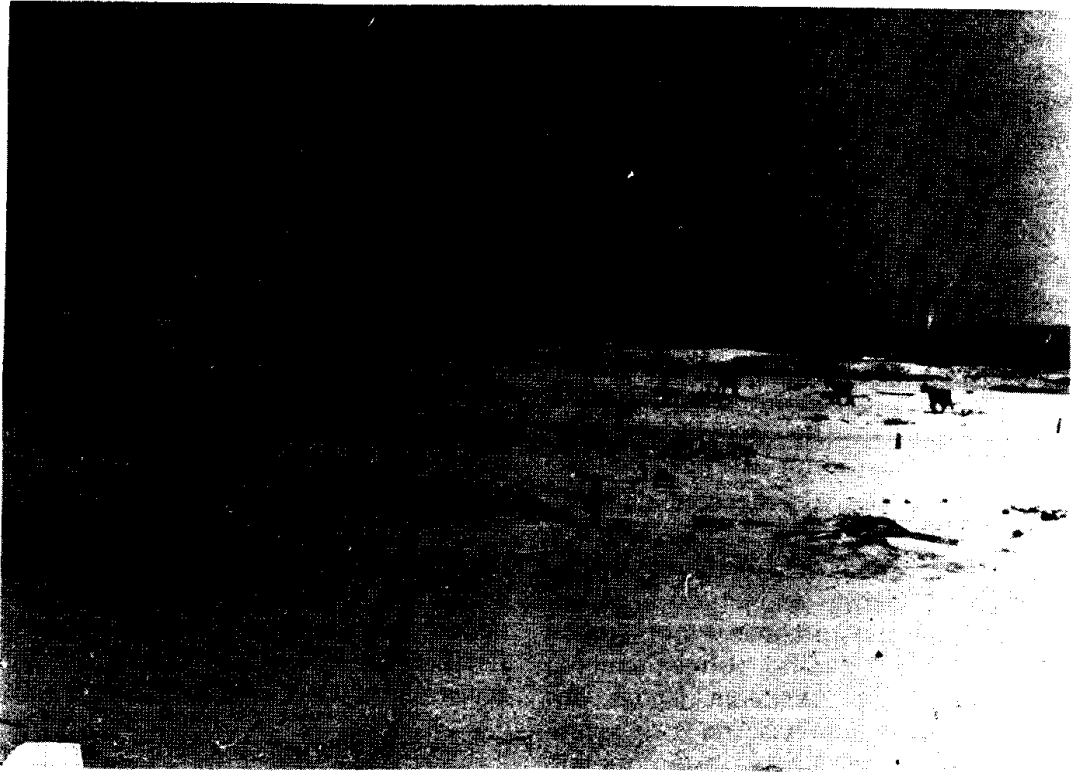


Figura 7 — Ocorrência de turfa no litoral.



Figura 8 — Falésias do Grupo Barreiras sob processo de intensa erosão.

produtos de processos atuais. Ocorrem predominantemente entre os níveis de maré alta e baixa, embora em alguns locais de erosão ativa sejam expostas num nível mais alto da praia. Consistem de areia cimentada por carbonato de cálcio e óxido de ferro (Morais, 1967). Localmente, contêm grandes seixos e conchas. Os seixos são sempre de quartzo e quartzitos bem arredondados. Os *beach rocks* são de forma tabular, em geral inclinados ligeiramente em direção ao mar, sempre sujeitos à erosão ativa com o desabamento dos blocos solapados na parte inferior pela ação do mar.

A *storm beach* é a parte da praia acima da linha de maré alta, e que é somente atingida pela água em fortes temporais. A costa em estudo é constituída quase que totalmente por areia e forma uma barreira suficientemente forte para reter pequenas lagoas nos locais onde há depressão na zona supratidal. As *storm beaches* estão sempre sujeitas a migração para oeste e podem causar a migração de embocaduras dos rios nesta direção.

Há dois tipos de acumulação de água que aqui chamamos de lagoas. As que ficam atrás das *storm beaches* (tipo A) e as que ficam retidas atrás das dunas (tipo B). As do tipo A devem sua origem às *storm beaches* e contêm água doce ou salobra, e são de duração relativamente curta, estendendo-se paralelamente à praia, com abundante vegetação associada, algumas vezes incluindo mangues, e são portanto os sítios de deposição de sedimentos ricos em matéria orgânica. Os sedimentos anaeróbicos são ricos em sulfeto de ferro, conseqüentemente as águas lixiviadas são ricas em ferro, que quando oxidadas, podem ser fonte de cimento para *beach rocks*. Por isso, pode-se pensar que alguns *beach rocks* encontrados podem representar locais de lagoas erodidas. Em um estágio preliminar desta erosão, lagoas secas podem ser representadas por depósitos de turfa cobertos de areia proveniente das dunas ou *storm beaches* mais recentes. (figura 7).

As falésias da costa do Ceará consistem de três tipos. A mais consolidada (*hard rock*) foi observada em Jericoacoara, que apresenta o mesmo tipo de rocha que foi observado nas praias, de idade desconhecida, e discutida por alguns observadores como pré-cambriana, mas aqui discutida como cenozóica. São feições isoladas e adjacentes a planícies planas com dunas ativas tipo barcanas. Outro tipo de falésias (a maioria delas) é a que se forma de sedimentos do Grupo Barreiras. Uma pequena extensão das falésias tipo Barreiras foi encontrada junto a Jericoacoara, o restante deste tipo foi encontrado perto de Fortaleza e para o limite leste do Estado, sendo particularmente bem desenvolvidas no litoral leste de Aracati. Dependendo do grau a intensidade do cimento ferruginoso presente, as falésias apresentavam-se verticais e abruptas. (figura 8).

Os sedimentos do Grupo Barreiras consistem de areias e siltes com camadas intercaladas a conglomerados e argilas. Em alguns lugares, assumem aparência de brechas com grandes fragmentos com limites pobremente definidos, e composição muito semelhante à da matriz. Bolotas de argila também ocorrem e têm formas irregulares, e sugerem ter sido incorporadas aos sedimentos quando estavam úmidas. Existe uma rede de feições tubuliformes, mais bem cimentadas do que a própria rocha hospedeira e parece ser produto de sistemas radiculares fossilizados. O grupo todo mostra diversos graus de consistência. Na base da falésia, onde a erosão se processa em maior escala, o cimento ferruginoso parece mais evidente.

Um terceiro tipo de falésia foi observado no Pontal de Maceió imediatamente a oeste da boca do Rio Jaguaribe, onde uma falésia de 3 metros parece ser composta de *beach rock*. A extensão horizontal e irregularmente acamada não é grande e tem a aparência de praias levantadas. Pode ser remanescente de uma praia e assim ser relacionada a eventos



anteriores à formação da presente linha de costa.

As dunas fixas elevam-se a mais de 20 metros e têm direção geralmente paralela à das dunas ativas. Sua idade e tempo de estabilização ainda não são conhecidos. Localmente, são erodidas pelo mar e pelo vento e em outros locais são parcialmente soterradas por dunas ativas, e em muitos outros lugares podem ser vistas no topo do Grupo Barreiras e sobre as rochas da Ponta de Jericoacoara.

As dunas ativas marcam uma feição proeminente e característica no litoral

do Ceará, atingindo alturas superiores a 50 metros em alguns locais. Ocorrem ora como uma sucessão de barcanas isoladas, cada uma circundada por uma área coberta por vegetação rasteira e rala, ora como uma seqüência sobreposta de dunas menores. Ambos os tipos de dunas ativas começam na linha de praia no nível do mar, ou no lado leste do litoral, em cima das falésias. Elas migram em direção ao interior em ângulo oblíquo com a costa, movendo-se em direção oeste ou um pouco para noroeste para a maior parte da costa, e no litoral oeste

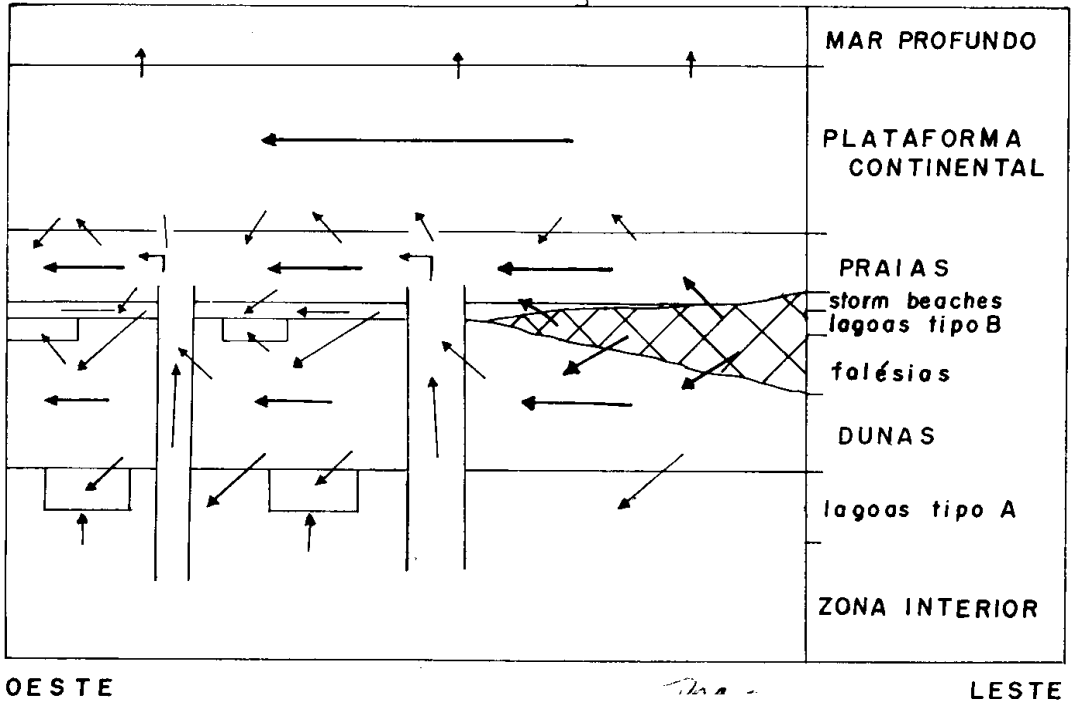


Figura 9 - Vetor da parte dinâmica do sistema de transporte de sedimentos, coincidente com o alinhamento da costa.

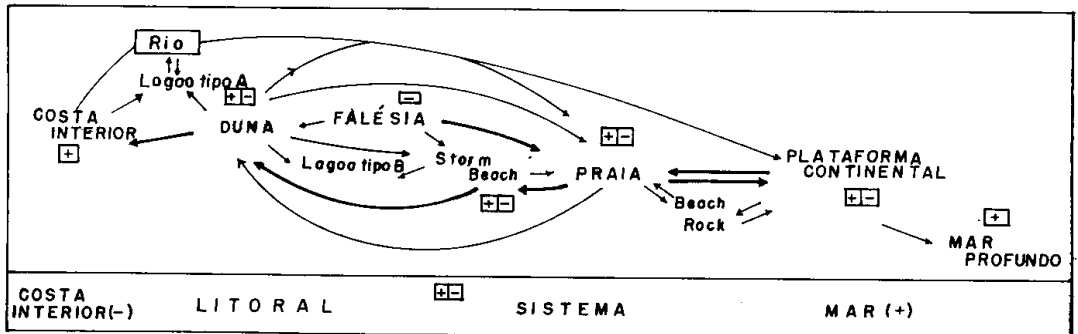


Figura 10 - Esboço simplificado do sistema de transporte de sedimentos.

elas movem-se voltadas para sudeste, em todos os casos refletindo a variação de direção e duração dos ventos locais. O avanço da duna é obstaculizado pela presença de rios, braços de maré, lagoas, vegetação e movimento litorâneo das areias para oeste.

É preciso enfatizar que a distinção entre dunas fixas e móveis é bem definida. As dunas ativas não se tornam gradualmente fixadas pela vegetação, e as dunas fixas representam um estágio anterior da evolução costeira.

Os rios e braços de marés constituem uma feição característica da costa do Estado do Ceará. Poucos rios são permanentes e muitos deles estão barrados para irrigação. Há, no entanto, muitos braços de maré que em tempo de chuvas pesadas podem eventualmente ser barrados pelas restingas ou cordões arenosos paralelos à praia, fechando a embocadura. Alguns destes braços de maré tornam-se temporariamente rios, quando drenam as lagoas formadas na parte interna das dunas.

As lagoas tipo *B* são formadas nas depressões atrás da costa e trapeadas pela ação das dunas ativas. Há casos em que ocorrem mesmo por trás de dunas fixas. Elas existem em direção perpendicular à costa e muitas delas secam na época de estiagem. Este tipo de lagoa se torna um local de abundante produção de matéria orgânica que enriquece os sedimentos em sulfeto de ferro. Em alguns casos o conteúdo de matéria orgânica foi suficientemente elevado para formar depósitos de turfa.

Mangues ocorrem nas embocaduras dos rios.

#### *Interação entre as diversas partes do litoral*

Todas as feições presentes na zona litorânea do Ceará são parte de um sistema dinâmico, o total sendo controlado pelo impacto do mar na costa, ajudado pelas fortes e constantes correntes marinhas, pelos ventos também constantes e

fortes, e chuvas sazonais que tornam o interior bastante seco.

O vetor da parte dinâmica do sistema coincide, em alto grau, com o alinhamento da costa (figura 9). A principal fonte de sedimentos da área transicional é a erosão pelas ondas. Isto é particularmente marcado na parte leste do litoral, onde as falésias de sedimentos terciários são bem desenvolvidas. Aqui, por causa da erosão marinha, ação dos ventos e escoamento fluvial, grande quantidade de sedimentos entra no mar, enquanto outra parte entra no sistema de dunas diretamente das falésias. Uma vez que as partículas de sedimentos estão neste sistema, elas podem ser impulsionadas em direção à terra por um longo tempo ou fazem parte das dunas, que depois voltam para o mar, ou ainda as partículas podem ser erodidas nas dunas e levadas para o mar por rios ou riachos.

Outras partículas são varridas da praia e permanecem na zona intertidal, acionadas pelo movimento das marés, ou adquirem o movimento em direção oeste, dependendo do seu tamanho, forma e presença de correntes litorâneas. O sedimento atravessará este sistema móvel, exceto em tempo de forte agitação, enquanto outras partículas serão perdidas para o sistema inteiramente, e passam para a água profunda além da margem externa da plataforma. Muitas partículas passam entre dunas, bermas, praia e no sistema imediatamente subtidal, enquanto outras podem ser depositadas em lagoas e *beach rocks*, sendo portanto removidas do sistema por algum tempo, enquanto outras são levadas para o interior permanecendo lá bastante tempo.

A maior fonte de sedimento são as falésias e, em grau menor, a zona interior. Entretanto, uma parte considerável destes se move para o interior, gerando uma área com ganho residual de sedimentos (figura 10). Quase todo o sedimento está em forma de dunas, que agem como barreira ao transporte do material intemperizado que vem do inte-

rior para o litoral. A longo prazo, o mar deverá erodir a costa nesta região, criando extensos depósitos eólicos, fluviiais e lagunares. Um cinturão de acumulação fica assim criado. É possível que um sistema semelhante a este possa ser inferido para o Grupo Barreiras. Enquanto as relações geométricas entre o alinhamento da costa e o regime de ventos, ondas, correntes e marés forem mantidas, este processo de erosão e sedimentação permanece. Mesmo o nível do mar subindo um pouco, continuará este sistema sem interrupção e, do mesmo modo, se o nível do mar subir abruptamente para em seguida estabilizar-se. Se o clima ficar mais úmido, as dunas poderão, depois de uma certa erosão, tornar-se fixas, e a contribuição dos sedimentos do continente crescerá. Ao mesmo tempo, lagunas, ricas em material orgânico, ocorrerão em maior escala e favorecerão os depósitos de turfa. O lixiviamento crescerá e um rearranjo de óxido de ferro e carbonato de cálcio ocorrerá, formando distintos horizontes em sedimentos fracamente consolidados. Tais horizontes podem ser identificados no Grupo Barreiras e, evidentemente, revelam as mudanças postuladas aqui. Um clima mais árido reduziria a importância dos rios e lagos na evolução do litoral, mas todos os fatores permaneceriam os mesmos.

### CONSIDERAÇÕES FINAIS

A linha de costa, de um modo geral, está submetida a erosão, que é considerada prejudicial, embora a deposição nem sempre seja vantajosa: o bloqueio de rios e riachos por dunas e bermas pode causar a inundação de áreas agriculturáveis, com desenvolvimento de lagunas. O movimento litorâneo pode causar o fechamento de embocaduras e assoreamento em portos; dunas ativas podem aterrar vilas e áreas agriculturáveis. Impõe-se, portanto, o manejo adequado destes processos.

Alguns exemplos de deposição e erosão, com ocorrência de prejuízos, foram

detectados, tais como: na costa leste de Majorlândia, no município de Aracati, há um depósito de turfa exposto como uma falésia bem baixa e parcialmente cortada por ravina; cerca de 3 metros acima do presente nível de maré alta, está o lugar de um antigo cemitério; todos estes depósitos estão sendo rapidamente erodidos. Em Almofoala, no litoral oeste, o transporte eólico é intenso, com soterramento da igreja local, hoje já recuperada. Camocim, antigamente um porto bastante ativo, hoje está com a entrada do rio sendo pouco a pouco assoreada pelo movimento litorâneo das areias. Há ainda inúmeros exemplos de aterramento, por dunas, e inundações por lagoas, de casas, vilas, estradas e áreas agriculturáveis.

O impacto causado pelo homem também já se fez presente na Enseada do Mucuripe e litoral de Fortaleza, além da erosão intensa no litoral a oeste da embocadura do rio Ceará, causada pela urbanização a leste e suspensão da fonte de sedimentos. A construção de quebra-mares que foi adotada no litoral de Fortaleza apenas transfere o problema de erosão em direção oeste. A solução mais simples seria que o sedimento dragado do porto do Mucuripe fosse colocado em um local previamente escolhido na área costeira, para se reintegrar ao sistema. Até agora, apenas 2,5% de costa têm sido afetados pela ação do homem, mas os desenvolvimentos têm aparecido em escala acelerada, como em Canoa Quebrada, pela fixação de dunas, em Morro Branco e Icaraí, pela urbanização sem planejamento nas próprias bermas, e exploração sem controle de lençóis freáticos.

### RECOMENDAÇÕES

1) Preparação de mapas mostrando as principais feições do litoral na escala de 1:100.000, através de observações locais e fotografias aéreas.

2) Escalas maiores deverão ser usadas posteriormente, quando os principais pontos de erosão e assoreamento tiverem sido definidos.

3) Este mapeamento deve ser estendido, numa terceira etapa, às áreas transicionais submersas.

4) Deverá ser feito um esforço para determinar a quantidade de sedimentos que estão sendo erodidos e depositados, para um entendimento da velocidade dos processos.

5) A utilização de  $C^{14}$  deverá ser feita para estabelecer a evolução costeira a partir dos depósitos de turfa, associada à comparação de fotografias aéreas em épocas passadas.

6) Os dados já existentes sobre a estratigrafia revelada em perfurações de poços de água e fundações devem ser analisados para o esboço da evolução costeira.

7) Os equipamentos indispensáveis aos trabalhos de campo são: transporte motorizado, pequeno barco que possa ser transportado em *trailers*, amostradores, trados, instrumentos de posicionamento, câmara fotográfica e sacos de amostras.

8) O estudo de geofísica até a profundidade de 20 metros também é necessário.

## AGRADECIMENTOS

Agradecemos à Organização dos Estados Americanos (OEA) por haver financiado a vinda do Prof. Alec J. Smith; ao Departamento Nacional de Produção Mineral (DNPM), através do Diretor do 10.<sup>o</sup> Distrito, Dr. José Ferreira de Souza, na discussão dos trabalhos; à Prefeita de Camocim, Ana Maria Veras, pelas informações prestadas e facilidades para deslocamento no campo; e ao corpo de geólogos e estudantes da Divisão de Oceanografia Abiótica do LABOMAR, pela ajuda nos trabalhos de campo.

## SUMMARY

*English title:* Preliminary studies on coastal environmental geology of Ceará State, northeastern Brazil.

This work sets out to describe what is known and what was discovered during field work about the processes which affect the coastline of the State of Ceará, northeastern Brazil.

It points to the problems which have already arisen because of the action of man and it draws attention to the sort of problems which can be expected to arise as more investment takes place in this coastal zone.

Therefore this paper is concerned with the proposals of mapping, monitoring and prediction of changes in the morphology of the littoral zone taking into account the processes of geomorphology, sediment transport, erosion and silting up, together with the main geological framework.

## BIBLIOGRAFIA CONSULTADA

Coutinho, P. N. & J. O. Morais — 1970 — Distribución de los sedimentos en la plataforma continental Norte y Nordeste del Brasil. *Arq. Ciên. Mar, Fortaleza*, 10 (1) : 79-90.

Morais, J. O. — 1968 — Contribuição ao estudo dos beach-rocks do Nordeste do Brasil. *Trabs. Oceanog. Univ. Fed. Pe., Recife*, 9 (11) : 79-94.

Morais, J. O. & J. V. Sousa — 1971 — Transporte e sedimentação de dunas no município de Fortaleza (Ceará — Brasil). *Estudos Sedimentológicos, Natal*, 1 (1) : 73-81.

Morais, J. O. — 1972 — Processos de assoreamento do porto do Mucuripe. *Arq. Ciên. Mar, Fortaleza*, 12 (2) : 139-149.

Morais, J. O. & E. S. Pitombeira — 1974 — Processos migratórios na embocadura do Rio Maceiozinho (Fortaleza — Ceará — Brasil). *Bol. Ciên. Mar, Fortaleza*, (27) : 1-9.

Morais, J. O. *et al.* — 1979 — Contribuição ao estudo geológico-geomorfológico do litoral de Beberibe (Ceará — Brasil). *Arq. Ciên. Mar, Fortaleza*, 15 (2) : 71-78.

Morais, J. O. — 1980 — *Aspectos de geologia ambiental costeira no município de Fortaleza (Estado do Ceará)*. Tese aprovada para provimento do cargo de professor titular no Departamento de Geociências da Universidade Federal do Ceará, 282 pp, Fortaleza.