

CONTRIBUIÇÃO AO ESTUDO GEOMORFOLÓGICO- -SEDIMENTOLÓGICO DO LITORAL DE BEBERIBE (CEARÁ — BRASIL)

Jáder Onofre de Moraes

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

Marcos José Nogueira de Sousa

Departamento de Geociências
Universidade Federal do Ceará
Fortaleza — Ceará — Brasil

Paulo da Nóbrega Coutinho

Departamento de Oceanografia
Universidade Federal de Pernambuco
Recife — Pernambuco — Brasil

No litoral do município de Beberibe (Ceará — Brasil) — figura 1, destaca-se a Praia de Morro Branco, que carece de estudo sedimentológico, para definição de suas condições de deposição. Suas feições geomorfológicas são típicas de falésias e tabuleiros, providos de lençóis freáticos.

Este trabalho trata da análise geomorfológica das superfícies que condicionaram a acumulação dos sedimentos, compara a composição das argilas nas diferentes camadas do pacote sedimentar e faz uma avaliação de mineralizações encaixadas nas camadas argilosas inferiores, na Praia de Morro Branco e suas adjacências. O interesse maior é o registro da ocorrência de argilas montmoriloníticas, pelo seu vasto emprego em fundições, impermeabilizantes, perfuração de poços, clarificação das águas e bebidas em geral, peletização de minérios, produtos cosméticos e farmacêuticos, além de outras aplicações.

MATERIAL E MÉTODOS

Foram realizadas campanhas de campo para a visualização dos aspectos sedimentológicos (espessuras, texturas, estruturas), e das feições geomorfológicas adjacentes.

Em laboratório efetuaram-se análises mecânicas e diagenéticas dos sedimentos interpretação das curvas de análise térmica (DTA e TGA) e Raios-X do material coletado. Tais interpretações se baseiam na existência de transformações endotérmicas e exotérmicas, sofridas pelas argilas quando aquecidas continuamente até 1.100°C. A preparação das

argilas, para análises difratométricas, segue os métodos clássicos, e para cada amostra foram montadas três lâminas orientadas: a de amostra bruta e sem tratamento; lâmina tratada com glicol, para por em evidência a montmorilonita; lâmina sujeita ao aquecimento de 550°C durante 1 hora.

Os raios difratados pelos planos cristalinos impressionam uma chapa fotográfica ou são convertidos em sinais elétricos, que movimentam um mecanismo registrador. Os difratogramas, assim obtidos, foram comparados com padrões conhecidos.

FISIOGRAFIA

O litoral nordeste do Estado do Ceará, via de regra, é pouco recortado, e na sua maior parte é bordejado por dunas, assumindo, em certos trechos, aspectos diferenciados, pela presença de relevos tabuliformes de sedimentos terciários, que se assentam em discordância sobre o cristalino.

No litoral do município de Beberibe, os tipos de costa se enquadram na classificação proposta por Shepard (*in* Guilcher, 1957). Existem formas de origem primária, decorrentes dos processos lineares, submersas subsequentemente; formas devidas à sedimentação fluvial; e aquelas em que a atividade eólica é das mais efetivas. Além disto, existem os tipos formados pela erosão ou sedimentação marinhas, predominando ação de desgaste ou trabalho construtivo. É exatamente a ação abrasiva o fator responsável pelas falésias vi-

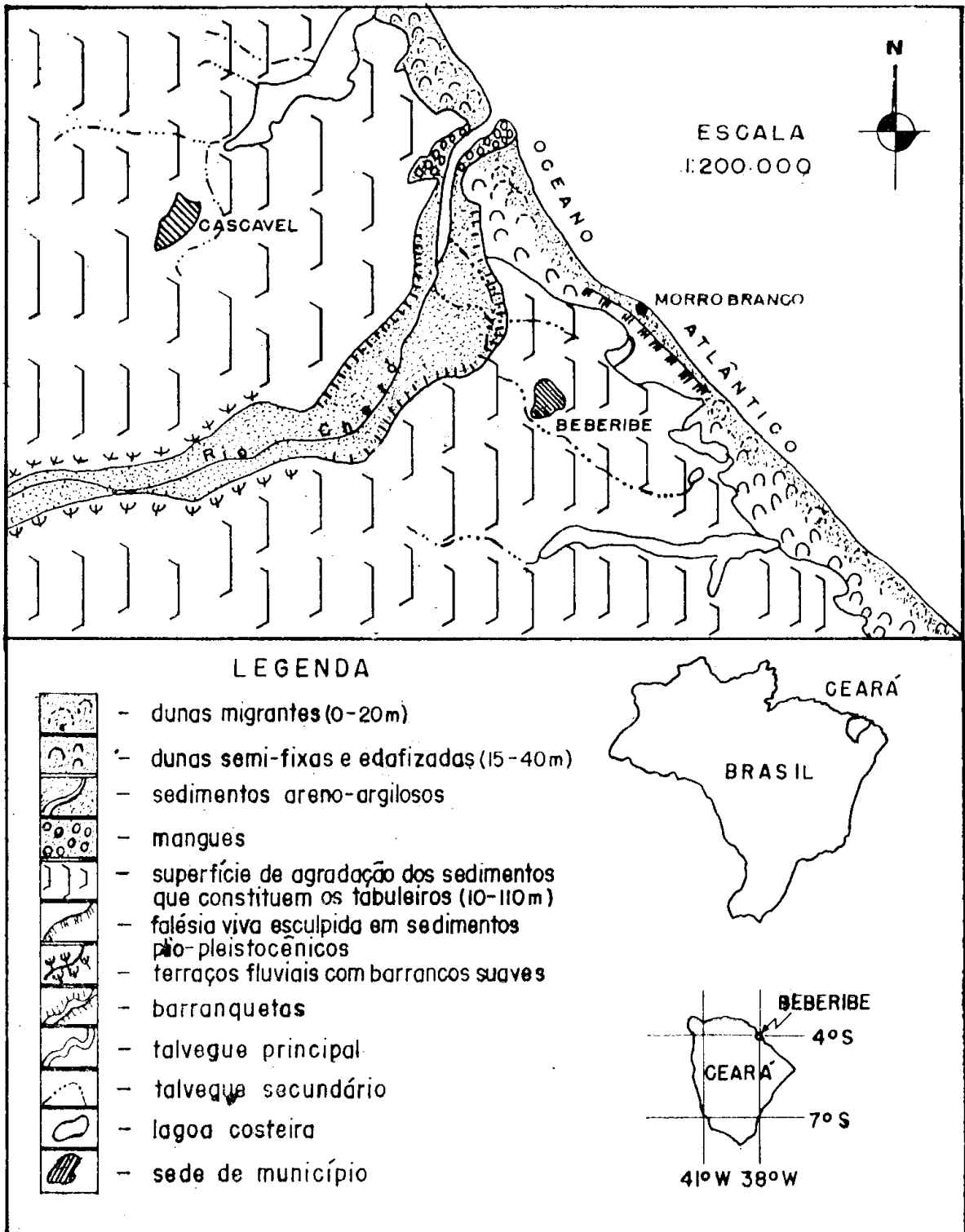


Figura 1 — Localização da área em estudo, apresentando a transição geomorfológica do interior para a praia

vas salientes, traço morfológico característico da Praia de Morro Branco (figura 2) .

FEIÇÕES GEOMORFOLÓGICAS

Na faixa costeira, os sedimentos holocênicos arenosos constituem a planície litorânea,

de largura variável, em função de uma maior ou menor penetração, em direção ao mar, dos tabuleiros que caracterizam a fisiografia da praia.

Os depósitos sedimentares representam uma superfície de agradação, atingindo a orla marítima por um talude suave, onde são cape-



Figura 2 — Falésias vivas salientes, traço morfológico característico da Praia de Morro Branco, mostrando a camada inferior (portadora de bentonita), como principal área de erosão marinha.

ados por sedimentos mais recentes. Todo o complexo sedimentar se comporta como um glacis de acumulação (pedimento detrítico), ou superfície de relevo rebaixado e tabuliforme.

O contato do glacis de acumulação com os terrenos cristalinos do interior não se insere na paisagem, por rupturas topográficas proeminentes. Pelo contrário, há um nítido nivelamento das cotas correspondentes aos glacis de erosão e acumulação.

Os efeitos de erosão pluvial, em determinados trechos da falésia, dão à paisagem um aspecto de "bad-lands" (figura 3).

A evolução da escarpa terminal resultou da abrasão do material, proporcionada pela ação mecânica das ondas. O desgaste da escarpa prossegue, principalmente na preamar, pelos efeitos das ondas, carregadas de material proveniente do próprio solapamento verificado na base da falésia. Ao atingirem a base da escarpa, as ondas mobilizam o material desmoronado, acentuando o trabalho abrasivo e promovendo o recuo da escarpa. A ação corrosiva se associam os processos de atrição, que explicam a bem selecionada granulometria das areias, que recobrem a linha de praia.

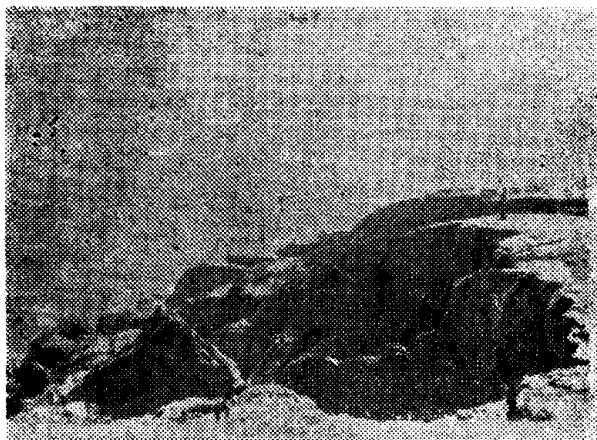


Figura 3 — Aspecto ruíniforme ou de bad-land, assumido pela sequência sedimentar, por ação da erosão pluvial, na Praia de Morro Branco.

As superfícies aplainadas, bem como a identificação dos seus depósitos correlativos, têm sido fundamentadas nas concepções de De Martonne, Ruellan e King (in Bigarella & Ab'Saber, 1964).

Na área do nordeste brasileiro, tais superfícies e depósitos correlativos foram anteriormente estudados nos Estados do Rio Grande do Norte, Paraíba e Pernambuco (Dresch, 1957; Bigarella & Andrade, 1964; Andrade & Lins, 1965; Mabesoone *et al.*, 1971).

No Estado do Ceará, estas pesquisas apenas agora têm início, o que justifica a nossa preocupação para o estabelecimento de analogias com outros setores da região litorânea nordestina. Souza (MS), assinalou que os três vastos compartimentos embutidos — depressões marginais ocidental, oriental e sub oriental — desenvolvidos desde a base da cuesta da Ibiapaba, do Apodi, e da plataforma estrutural do Araripe, corresponderiam a pelo menos duas superfícies pediplanadas, esboçadas na Era Cenozóica. Estas superfícies apresentam-se bem individualizadas, do ponto de vista natural.

A superfície mais antiga (Pd2), com cotas variáveis entre 250 — 400 m de altitude, é a mais dissecada, com um mosaico de solos onde predominam os B-texturais e os vertissolos, além de um revestimento vegetal com caatinga de porte arbóreo. Isto é considerado terciário médio. O que se releva sobre a mesma (níveis de maciços residuais cristalinos, cuevas e chapadas sedimentares), representam resíduos do Pd2, ou talvez superfícies independentes (Pd3 ou Pd4).

A superfície mais recente, referida como plio-pleistocênica (Pd1) é também individualizada pelas seguintes feições e características geomorfológicas: pequena amplitude altimétrica (10 — 45 m); generalidade de paisagem com campos de *inselbergs*; planos inclinados projetando-se no sentido dos fundos

de vales, a partir de *inselbergs* ou dos maciços residuais; ocorrência de depósitos rudáceos a montante dos pedimentos; mosaico de solos mais complexos, comportando uma variedade de unidades; cobertura vegetal dotada de maior xerofilismo, com mais freqüente ocorrência de cactáceas.

Esta superfície, conservada pela semi-aridez moderada, não chegou a ser afetada por períodos duradouros, ligados à resistasia, que conduziriam, por certo, à existência de pedimentos ou níveis embutidos no pediplano. Sob tal ponto de vista, acreditamos que após a elaboração do Pd1 no território cearense, as condições de morfogênese mecânica não chegaram a perdurar, de modo a constituir aqueles níveis de erosão embutidos (P2 e P1), referidos para a parte oriental do nordeste brasileiro.

O desenvolvimento dessas superfícies degradacionais implicaram na formação de depósitos correlativos das mesmas, e na constituição de superfícies de agradação. Além disto, as condições necessárias à fixação dos sedimentos carregados, foram determinadas pela existência de uma zona subsidente a jusante, explicada por Andrade & Lins (1963) como um flexuramento de amplo raio, que se estabeleceu na faixa costeira.

Na Praia de Morro Branco, a análise estratigráfica e sedimentológica revela a existência de depósitos correlativos de pelo menos duas das superfícies aplainadas, cuja evolução teve curso na Era Cenozóica. A camada basal (Formação Serra dos Martins) constituída de material areno-argiloso, representa o depósito correlativo do Pd2. Acima deste nível, estão os sedimentos argilo-siltico-arenosos, mal selecionados, correlacionados ao Pd1.

PACOTE SEDIMENTAR

As falésias da Praia de Morro Branco apresentam quatro camadas com características texturais e estruturais próprias. A transição entre as mesmas geralmente é horizontal, podendo ser localmente ondulada e até mesmo abrupta (figura 4).

A camada inferior corresponde a um arenito friável, amarelo-esverdeado, com cimento argiloso. O teor de silte-argila variou de 18 a 32% e seus grãos revelam forte lixiviação. É um pacote sedimentar que atinge no máximo 3,5 m de altura, sem estratificação nem presença de seixos ou de qualquer material detrítico, que não seja areia. A característica mais marcante é a presença de material argiloso vítreo, encaixado em forma de lentes alternadas, por toda extensão desta camada sedimentar (figura 5).

Capeando esta formação e separada por uma discordância, encontra-se uma camada de sedimentos com espessura variável de 0,5 a

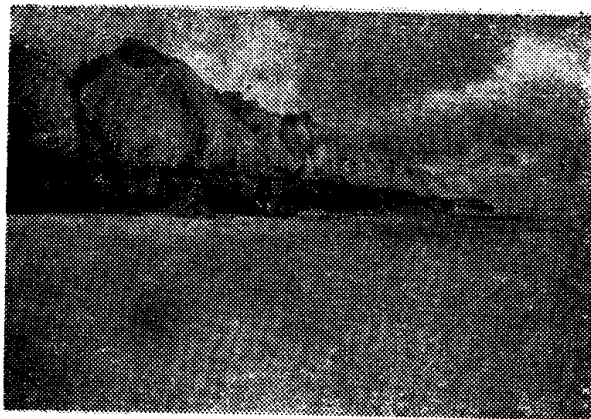


Figura 4 — Aspecto geral do pacote sedimentar, apresentando os diversos contactos entre as formações, salientando-se a Formação de Morro Branco, com espessura aproximada de 8 metros.



Figura 5 — Lentes de material com grande acumulação de montmorilonita, encaixadas na camada inferior da Praia de Morro Branco.

2 m, apresentando cores variegadas, textura mosqueada, às vezes com estratificação incipiente e areia arcoseana. Pode-se supor que estes sedimentos tenham sido originados em corridas de lama e areia (*sand-flow* e *mud-flow*), pela sua composição mineralógica e ausência de estratificação. São sedimentos mal selecionados (tabela I), de grande variedade faciológica.

A terceira camada é um arenito de coloração cinza esbranquiçada, com boa porcentagem de argila e silte, sem estratificação e com presença de grânulos esparsos. Tem a espessura aproximadamente constante de 6 m, sem muitas variações laterais.

A quarta camada (superficial) é constituída por areias argilosas, de coloração amarelada ou avermelhada, com 4 m de espessura, embora em alguns locais seja apenas de 0,4 m.

O diagrama de zona das curvas cumulativas (figura 6) apresentou semelhança entre elas, destacando-se aquelas correspondentes à quarta camada, representada na parte superior, cujos sedimentos são constituídos domi-

TABELA I

Valores médios do coeficiente de seleção, índices de arredondamento e esfericidade dos sedimentos da falésia da Praia de Morro Branco (Beberibe — Ceará — Brasil).

Amostras	Coeficiente de seleção	Arredondamento (Pettijohn)	Esfericidade (Rittenhouse)
x	1,58 Phi	0,18	0,75
xx	1,35 Phi	0,13	0,72
xxx	1,93 Phi	0,31	0,87
xxxx	0,91 Phi	0,39	0,87

Obs.: x = grupo de amostras correspondentes à camada inferior, xx = grupo de amostras correspondentes à formação Guararapes, xxx = grupo de amostras correspondentes à formação Morro Branco e xxxx = grupo de amostras correspondentes às dunas semi-edafizadas.

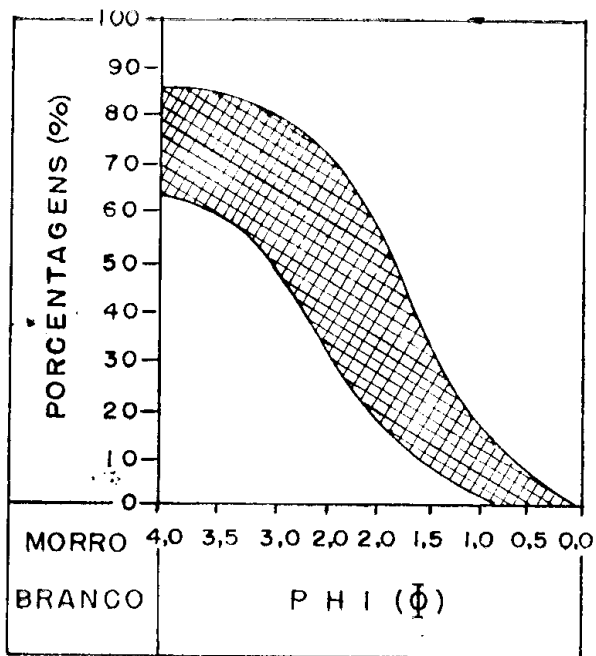


Figura 6 — Diagrama de zonas das análises granulométricas, processadas nos sedimentos da sequência sedimentar da Praia de Morro Branco.

nantemente de quartzo, e surgem sempre à retaguarda das dunas migrantes. A seção tipo, exposta na Praia de Morro Branco (figura 7) mostra em detalhes suas características sedimentológicas (tabela II).

RESULTADO DE DTA E TGA

As amostras correspondentes aos sedimentos da falésia da Praia de Morro Branco revelam dois tipos diferentes de resultados.

Primeiro tipo

A camada basal e as lentes encaixadas apresentam uma montmorilonita mal cristali-

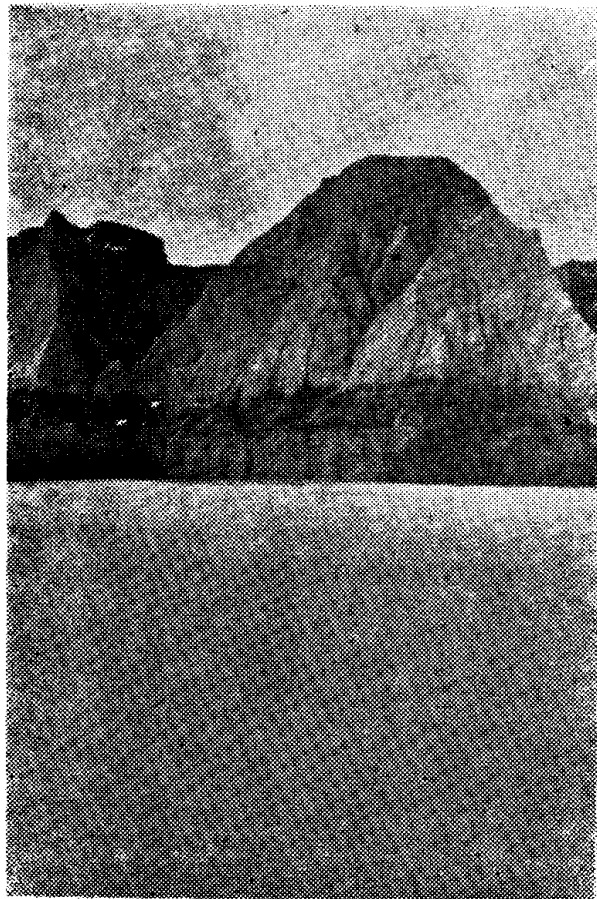


Figura 7 — Localidade típica do perfil detalhado das formações sedimentares, ocorrendo na área de estudo.

zada, possivelmente uma nontronita, com traços de illita e caolinita mal cristalizada.

A curva de DTA tem duplo pico endotérmico, o primeiro entre as temperaturas de 120 a 150°C, e o segundo à temperatura de 496°C; ocorre um pequeno e mal definido acidente exotérmico à temperatura de 920°C.

A análise gravimétrica (TGA) mostra quatro fases também distintas: uma perda inicial grande de água intersticial, terminando a 150°C; um declive gradual de temperatura média entre 150 e 450°C; uma rápida perda de água a 490°C, correspondendo à quebra de estrutura; finalmente, uma queda gradual do platô de alta temperatura, entre 520 e 1.000°C. A inclinação do platô de temperatura média indica que toda água interfoliar absorvida é perdida pelo sedimento, antes da perda da água estrutural. Trata-se de um mineral do grupo da montmorilonita, a nontronita, associada com a illita e um pouco de caolinita mal cristalizada.

Nas lentes encaixadas na camada basal, a illita é mais importante que na própria camada basal.

Em resumo, tanto a camada basal como as lentes nela encaixadas são constituídas de

TABELA II

Seção tipo da sequência sedimentar, exposta na Praia de Morro Branco (Beberibe — Ceará — Brasil).

Espessura (m)	Litologia
0,0 — 1,0	Arenito creme esverdeado homogêneo, mal selecionado, boa porcentagem de argila, sem estratificação nem penetração de óxido de ferro. Lentes encaixadas de argila, com aparência de cera de carnaúba.
1,0 — 2,0	Maior presença de grãos arenosos mal selecionados, com diminuição do cimento argiloso.
2,0 — 2,5	Presença gradativamente maior da fração arenosa, que começa a apresentar horizontes de infiltração de óxido de ferro, atestando o início do intemperismo laterítico.
2,5 — 3,5	Areia-siltica-argilosa, de cores variegadas, com estratificação incipiente, textura mosqueada e mal selecionada.
3,5 — 9,8	Pacote homogêneo de arenito de cor clara com cimento argiloso e porcentagem apreciável de caulim.
9,8 — 12,5	Arenito avermelhado, variando localmente para amarelado e alaranjado, moderadamente bem selecionado, sem estratificação, com estruturas de <i>bad lands</i> . O teor de argila cresce em direção ao topo da sequência sedimentar.

nontronita, mineral do grupo da montmorilonita com traços de illita e caolinita.

Segundo tipo

A fração argilosa dos sedimentos, correspondentes às camadas superpostas à basal, é constituída de uma mesma associação, diferente da que acabamos de descrever.

Os difratogramas apresentaram um grande pico a 12,3 O (7,19 A°) ligeiramente simétrico, que desaparece após aquecimento a 450°C, durante uma hora.

As curvas de DTA mostram o mesmo pico endotérmico e exotérmico. As de TGA apresentam pequenas variações, quanto à perda de água inicial.

Nos sedimentos de coloração variegada, a perda é quase nula, enquanto nas camadas sobrepostas são mais importantes, devido à presença de illita e hidróxido de ferro hidratado amorfo.

Trata-se de caolinita, associada com illita e hidróxido de ferro hidratado amorfo.

As formações que constituem a sequência sedimentar, quase sempre são separadas por desconformidade. Os sedimentos da camada inferior, compostos de areias argilosas de coloração creme esverdeada, são correlacionados neste trabalho com as Formações Serra dos Martins, Infra Barreiras e Tibau (figura 8), diferenciando-se destas pela ausência de níveis conglomeráticos na base.

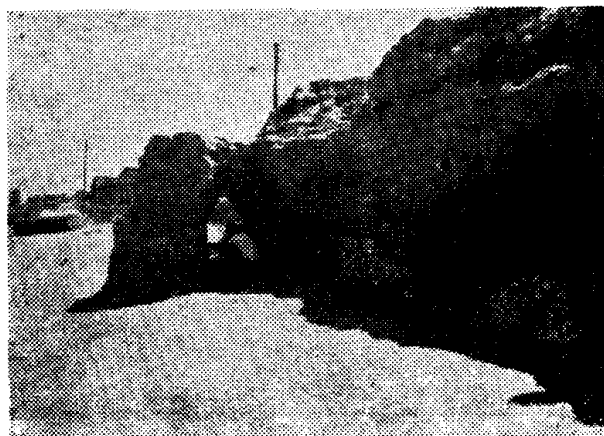


Figura 8 — Aspecto geral da ocorrência da Formação Tibau, no litoral do município de Mossoró (Estado do Rio Grande do Norte — Brasil).

DISCUSSÃO

As falésias da Praia de Morro Branco, são testemunhas dos sedimentos que bordejam a costa do nordeste brasileiro, repousando sobre o embasamento cristalino, formações cretácicas, ou ainda sobre formações terciárias.

Para estes sedimentos, Branner usou o termo Barreiras (*in* Mabesoone *et al.*, 1971), e vários trabalhos de caráter descritivo, foram já divulgados (Bigarella & Andrade, 1964 : Campos e Silva, 1965 ; Campos e Silva & Coutinho, 1971 ; Campos e Silva *et al.*, 1971).

Vale ressaltar que estas camadas de sedimentos são afossilíferas, datadas apenas em relação àquelas sotopostas e às intrusões basálticas, ocorrentes no nordeste do Brasil, no fim do Oligoceno e no Mioceno.

A superfície que forma o topo das ocorrências da Formação Serra dos Martins, foi abaulada durante o Mioceno (deposição dos sedimentos) e dissecada posteriormente (Mabesoone & Castro, 1975).

O abaulamento irregular desta superfície foi acompanhado pelo vulcanismo basáltico dos Estados do Rio Grande do Norte e Paraíba, depositando-se sedimentos correlativos nos flancos da área abaulada.

As lentes de argila, semelhantes a cera de carnaúba, têm propriedades absorventes e coloidais e são encaixadas na camada basal da sequência sedimentar da Praia de Morro Branco. Os resultados de DTA e TGA, revelam

grande quantidade de minerais do grupo da montmorilonita, podendo a argila ser chamada de bentonita, ocorrendo em lentes sucessivas.

Considerando a geologia submarina adjacente (Morais, 1969) e os estudos sobre argila (Milot, 1970), a ocorrência destas lentes argilosas pode ter as seguintes origens: resultado da ação hidrotermal em material vulcânico; resultado de cinzas e tufos vulcânicos, dentro do ambiente aquoso das bacias sedimentares; resultado do intemperismo de cinzas vulcânicas e tufos.

As transformações de cinzas vulcânicas em bentonita podem ser essencialmente de montmorilonita, ou de illita irregularmente estratificada, com um pequeno volume de montmorilonita.

Na análise difratométrica da fração argilosa da camada basal, foi constatada a presença dominante da nontronita e da illita. Esta ocorrência tem um valor apreciável no aproveitamento econômico da bentonita, referido na introdução deste trabalho.

Sobrepondo-se a esta camada basal, por uma discordância pronunciada, estão os sedimentos de cores variegadas e estratificação lenticular, constituídos por areias e argilas, com presença de caulim. São sedimentos mal selecionados (tabela I), que correspondem aos da Formação Guararapes. Não se observou o horizonte de intemperismo intenso, que Bigarella & Andrade (1964) chamaram de Formação Riacho Morno. A sua espessura varia de alguns centímetros até 2,5 m e os sedimentos podem ser comparados com a secção tipo dos Montes Guararapes da cidade do Recife (Coutinho, 1971). Há uma sucessão de camadas argilosas e arcossianas, podendo-se pensar em corridas de lama e de areia, sob vigência de climas seco e semi-árido, com interferência tectônica.

Sobreposta à Formação Guararapes e separada por uma discordância de erosão, estão sedimentos de coloração clara, areno-argilosos, que revelaram presença apreciável de caulim nas análises de DTA. Esta formação, aqui chamada de Morro Branco, corresponde à Formação Macaíba, de Campos e Silva (1971).

A Formação Morro Branco é o aquífero por excelência da área em estudo, aparecendo sempre, no contato com a Formação Guararapes, fontes d'água com escoamento natural. A coloração branca dos sedimentos é explicada pela ausência relativa do óxido de ferro, indicando que a Formação Morro Branco não se originou da Formação Guararapes.

As características texturais e morfológicas da Formação Morro Branco levam a crer que os sedimentos foram depositados sob clima seco, por correntes fluviais e escoamento em lençol. Das rochas cristalinas ácidas, fonte do material, foram alterados completa-

mente os feldspatos, transformados em caulim. A isto se liga a reativação de antigas falhas, preenchendo pequenos grabens (Campos e Silva & Coutinho, 1971).

A camada mais superior e que forma os tabuleiros de areias argilosas avermelhadas e amareladas, que poderíamos relacionar ao intemperismo Potengi, são apenas dunas semi-edafizadas, pois sua litologia corresponde a isto, e no Estado do Ceará não existem os níveis embutidos de pedimentação, tão discutidos para a parte oriental do nordeste brasileiro.

CONCLUSÕES

1) Foram delimitadas quatro formações, correlacionadas com outras ocorrências no nordeste brasileiro: Formação Serra dos Martins, que é a base da sequência sedimentar da Praia de Morro Branco, constituída de arenito-argiloso, coloração creme-esverdeada, não apresentando níveis conglomeráticos; Formação Guararapes, de sedimentos areno-siltico-argilosos, de cores variegadas; Formação Morro Branco, do mesmo nível de pediplanação da formação anterior, sem ser resultante de sua alteração, constituída de areias argilosas caulínicas, de coloração clara; camadas de dunas semi-edafizadas, que constituem o topo dos tabuleiros.

2) Não há superfícies embutidas no litoral, nem no interior do Estado do Ceará, o que leva a admitir um mesmo nível de pediplanação, para as Formações Guararapes e Morro Branco.

3) A fração argila, dos sedimentos da camada basal do complexo sedimentar, revelou alto teor em minerais do grupo da montmorilonita.

4) As lentes argilosas encaixadas na camada basal, devido à sua composição de nontronita e illita, podem ser classificadas como argilas bentoníticas.

5) A origem destas lentes bentoníticas parece estar associada com os processos vulcânicos, que deram origem aos altos-fundos e ilhas do litoral nordestino do Brasil, assim como a pedreira (fonolito) de Messejana, próximo à cidade de Fortaleza (Estado do Ceará).

AGRADECIMENTOS

Somos gratos à bióloga Ana Maria Ribeiro Vieira, pelas ilustrações fotográficas utilizadas neste trabalho.

SUMMARY

In the Morro Branco Beach at the littoral of Beberibe county (State of Ceará — Brazil), there occurs a non fossiliferous sedimentary sequence, which has been here studied.

Four different formations were distinguished: Serra dos Martins, Guararapes, Morro Branco and the superior cover of dunes, which has undertaken weathering processes.

It has been put more emphasis on the study of some lens of clay, included in the basal formation. They have been studied by the DTA and TGA methods, their composition revealing to be similar to bentonite. A great proportion of montmorillonitic and illitic clays were detected into this basal layer, what is very important, because of the lots of ways this clay can be used.

There is no clue, which should indicate in this area the occurrence of the characteristic pediments found for the oriental northeast of Brazil. Because of this, it has been assumed that Morro Branco and Guararapes formations stemmed from the same surface of pediplanization.

The bentonite appears to be originated from the volcanic ashes, of the tectonic events, that took place during the Oligocene Period. Some outcrops containing fonoliths occur nearby this area. After those events, some ashes accumulated along the littoral and the sediments carried up by mud and sand flows have gathered, processing the mixture, of both materials (sediments and volcanic ashes) .

The sedimentary formations have been correlated with the similar ones, stretching along bordering the littoral of northeastern Brazil.

BIBLIOGRAFIA

- Ab'Saber, A. N. — 1964 — O relevo brasileiro e seus problemas. *In* : Azevedo, A. (ed.) — *Brasil, a terra e o homem*, vol. I, pp 135 — 217, illus., Companhia Editora Nacional, São Paulo.
- Andrade, G. O. & Caldas Lins, L. R. — 1965 — Introdução à morfoclimatologia do nordeste do Brasil. *Arq. Inst. Ciên. Terra*, Recife, (3/4) : 17 — 28.
- Bigarella, J. & Andrade, G. O. — 1964 — Considerações sobre a estratigrafia dos sedimentos cenozóicos em Pernambuco (Grupo Barreiras). *Arq. Inst. Ciên. Terra*, Recife, (2) : 2 — 14, 5 figs.
- Cailleux, A. & Tricart, J. — 1959 — Zonas fitogeográficas e morfoclimáticas do Quaternário no Brasil. *Not. Geom.*, Campinas, (4) : 12 — 17.
- Campos e Silva, A. *et al.* — 1971 — Estratigrafia do Grupo Barreiras nos Estados do Rio Grande do Norte, Paraíba e Pernambuco. *Ass. Geol. Pe.*, Recife, (2) : 1 — 13.
- Campos e Silva, A. & Coutinho, P. N. — 1971 — Aspectos sedimentológicos da formação Macaíba, na região de Natal, RN. *Est. Sedimentol.*, Natal, 1 (2) : 61 — 68, 2 figs.
- Coutinho, M. G. — 1971 — Secção tipo da formação Guararapes (Grupo Barreiras, Pernambuco). *Est. Sedimentol.*, Natal, 1 (2) : 53 — 60, 2 figs.
- Dresch, J. — 1957 — Le Nord — *Est. Annales de Géographie*, in LXVI, (353), Paris.
- Gullcher, A. — 1957 — *Morfologia Litoral y Submarina*. OMEGA, 264 pp., 40 figs., Barcelona.
- Mabesoone, J. M. *et al.* — 1971 — Estratigrafia e origem do Grupo Barreiras em Pernambuco, Paraíba e Rio Grande do Norte. *Rev. Brasil. Geoc.*, São Paulo, 2 (3) : 173 — 188, 4 figs.
- Mebesooone, J. M. & Castro, C. — 1975 — Desenvolvimento geomorfológico do nordeste brasileiro. *Soc. Bras. Geol. Bol. Núcleo Nordeste*, Recife, (3) : 5 — 35.
- Millot, G. — 1970 — *Geology of Clays*. Chapman and Hall, 429 pp., 85 figs., London.
- Morais, J. O. — 1969 — Aspectos correlativos de geologia litoral e submarina do nordeste do Brasil. *Arq. Ciên. Mar*, Fortaleza, 9 (2) : 127 — 131, 5 figs.
- King, L. — 1956 — A geomorfologia do Brasil Oriental. *Rev. Bras. Geog.*, Rio de Janeiro, XVIII (2) : 147 — 226.
- Souza, M. J. N. — (MS) — Geomorfologia do Vale do Choró — CE. Tese apresentada à Universidade de São Paulo, para obtenção do grau de Mestre em Ciências.
- Tricart, J. — 1959 — Divisão morfoclimática do Brasil Atlântico Central. *Bol. Paul. Geogr.*, São Paulo, (31) : 3 — 44, 5 figs.