

SEDIMENTAÇÃO RECENTE NA COSTA ATLÂNTICA DE SALVADOR

ABÍLIO CARLOS DA SILVA PINTO BITTENCOURT*

ABSTRACT Wave energy and the proximity of granulite outcrops or river mouths appear to be the three principal factors controlling the composition and texture of the sand in the atlantic littoral of Salvador, State of Bahia, Brazil.

The sand is chiefly quartzose with contributions of biogenic carbonate grains (maximum 58%, minimum 6%).

Samples collected on the beach near granulite outcrops have a feldspar content up to 3.5%, sub-angular grains, medium to coarse median-diameters, a positive skewness and characteristics of transport by rolling. Samples taken distant from outcrops show sub-rounded grains, medium to fine median-diameters, a positive or negative skewness depending on the proximity or absence, respectively, of river mouths, and have been transported in graded suspension with or without additional rolling.

High energy beaches have the lowest content of bioclasts and, where rock outcrops are absent, exhibit a symmetrical distribution or negative skewness.

The best sorting values correspond to medium sand. The degree of roundness grows with the sphericity and with particle size.

INTRODUÇÃO O presente trabalho pretende caracterizar os sedimentos praias recentes da costa atlântica de Salvador, entre a Barra e Itapoã (Fig. 1), quanto a seus principais atributos texturais e em relação às diferentes características fisiográficas da costa. Esse estudo faz parte do projeto geral "Geofísica do Fundo do Mar e Sedimentos da Costa. Esse estudo faz parte do projeto geral "Geofísica do Fundo do Mar e Sedimentos da Baía de Todos os Santos", que está sendo desenvolvido no Instituto de Geociências da UFBA., sob a orientação do professor Enrico Di Napoli e sob os auspícios, inicialmente, do CNPq e, no momento, do convênio Ministério do Planejamento-UFBA. Dentro dos objetivos do projeto, visa-se, com os estudos nessa área de mar aberto e alta energia, ao confronto de seus resultados com os das outras áreas dentro da Baía de Todos os Santos, de águas calmas e baixa energia.

Trabalhos anteriores. O único trabalho até então realizado na costa atlântica de Salvador relativo ao estudo das características texturais das praias, foi o de Sestini (1967). Nesse trabalho, o autor, com um número relativamente pequeno de amostras, tenta definir quantitativamente as diferenças texturais entre as areias de praia da costa atlântica de Salvador e do interior da Baía de Todos os Santos. Outros trabalhos, versando sobre diferentes assuntos, foram desenvolvidos por outros autores: (1) Tricart e Cardoso da Silva (1958 e 1968) abordaram a costa atlântica de Salvador, sob o aspecto das suas feições geomorfológicas, tecendo, inclusive, considerações acerca de sua evolução quaternária; (2) Marcílio Franco Monteiro (comunicação pessoal) confeccionou a carta geomorfológica da costa atlântica de Salvador em escala 1:50 000; (3) Ferreira (1969) estudou um afloramento de rocha de praia que ocorre na praia do bairro do Rio Vermelho; e (4) Fujimori (1968) efetuou estudos petrográficos dos afloramentos de granulito do Farol da Barra.

*Instituto de Geociências da Universidade Federal da Bahia

Aspectos fisiográficos-geomorfológicos O relevo na faixa continental se encontra sobre rochas metamórficas profundamente intemperizadas, sendo dominado por morros arredondados com desníveis entre os topos e os vales não ultrapassando, em média, 60 m (Fig. 2).

A rede de drenagem apresenta padrão dendrítico, sendo os rios perenes e de pequeno porte (Fig. 1).

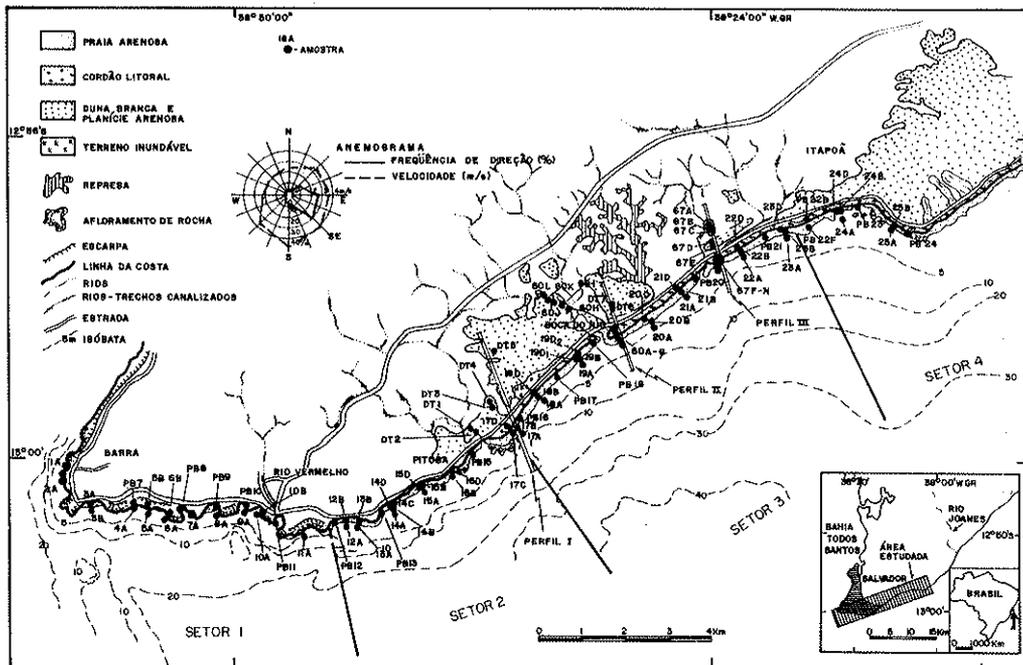


Figura 1 – Mapa fisiográfico com localização de setores, perfis e amostras

Existem duas gerações de dunas bem marcadas: (1) as dunas brancas antigas, povoadas por uma densa vegetação de arbustos e palmeiras e sotopostas às colinas formadas por meio de rochas do embasamento alterado, formam acumulações típicas desde a Pituba até Itapoã, terminando por uma frente abrupta voltada para o interior a 1 ou, mesmo, 5 km da praia; e (2) as dunas recentes, ocre-amareladas, localizadas principalmente nos promontórios entre a Pituba e Itapoã, incipientes.

Logo após as dunas brancas, na direção das praias, aparecem planícies arenosas com ligeiras ondulações, com vegetação rasteira rala e com pequenos arbustos.

Tricart *et al.* (1968) denominam de “cordão litoral”, nome que adotamos, uma restinga arenosa que margeia a costa em vários trechos, entre Pituba e Itapoã, localizada acima do nível alcançado pelas marés mais altas e povoada por ciperáceas, pequenas cactáceas e coqueiros.

A faixa litorânea foi dividida em quatro setores (1, 2, 3 e 4) de acordo com as diferentes características fisiográficas da costa (Fig. 1).

Setor 1. A costa apresenta, de maneira alternada, pequenas enseadas e cabos rochosos, com reduzidos estirâncios de pouca largura (10 a 20 m ao nível da baixa mar) e com declives variando entre 5 e 7°. Algumas falésias vivas, expondo o material do embasamento cristalino e capeadas por um solo argiloso e espesso (7 a 10 m), fazem-se notar nesse setor –

são falésias abruptas alcançando entre 15 e 20 m de altura. As ondas, quebrando-se diretamente nas praias, solapam, nas marés altas, o sopé dessas falésias. Sobressaindo-se nas marés baixas surgem, localmente, plataformas de rochas de praia (arenitos e conglomerados).

Setor 2. Nesse setor, a costa muda bruscamente de direção apresentando um contorno ligeiramente retilíneo com suaves ondulações. Os estirâncios são mais extensos e mais largos do que os do setor 1 (20 a 30 m ao nível da baixa-mar), com declives entre 3 e 6°. Nota-se a presença de alguns cabos rochosos e de afloramentos de rochas do embasamento cristalino, esparsos, ao longo das praias. Uma única plataforma de rochas de praia foi observada (Fig. 2). Em algumas praias aparecem batentes de preamar típicos de berma, bem como cúspides praias.

Setor 3. Nesse setor, os estirâncios apresentam-se bem desenvolvidos, com um contorno retilíneo; são extensos e largos (30 a 40 m ao nível da baixa-mar), com declives suaves (2 a 3°). A berma, típica, aparece na metade a nordeste do setor. O cordão litoral dispõe-se continuamente em todo o setor, somente interrompido pelos dois rios que aí desembocam. As dunas recentes localizam-se nos promontórios que marcam as extremidades do perfil como também defronte à Boca do Rio.

Setor 4. A costa apresenta-se na forma de uma única e pequena enseada limitada por meio de cabos rochosos. Os estirâncios são relativamente largos (25 a 35 m ao nível da baixa-mar) e com declives suaves (2 e 3°). Afloramentos de rochas do embasamento apontam, esparsos, ao longo das praias. A berma aparece bem marcada, em alguns locais. O cordão litoral estende-se ao longo de todo o setor.

O clima da área é do tipo tropical úmido com alta pluviosidade. Os períodos de maior precipitação vão de março a agosto. Na Fig. 1, o anemograma indica uma circulação dominante provindo do setor NE-E-SE (alíseos), predominando os SE.

A frente das ondas formadas pelos ventos dominantes, vindos dos setores E e SE, encontram a costa obliquamente, propiciando a formação de correntes litorâneas que rumam de nordeste para sudoeste. As ondas não atingem, em média, alturas maiores do que 1,5 m; unicamente em épocas de tempestade podem exceder a isso. Nos setores 3 e 4, devido aos fracos declives na antepraia (Fig. 1), as bases das ondas que se dirigem para a costa começam a sofrer o atrito com o fundo e a perder energia rapidamente, fazendo com que a maioria das mesmas se quebre antes de atingir a costa. Esse fato dá uma idéia da fraca ação do *winnowing* (joeiramento) atualmente, nas praias desses setores. No setor 4, a energia das ondas é ainda menor, devido à própria conformação da costa, em enseada, que faz com que as ondas se estendam pelas praias, em forma de leque, dissipando a energia. Nos setores 1 e 2, diferentemente, os declives na antepraia, iniciando-se logo, fortes, não favorecem o atrito da base das ondas com o fundo, a não ser quando as mesmas já estão bem próximas da praia, onde sempre vêm quebrar-se — isso explica a forte ação do *winnowing*, atualmente, nessas praias. No setor 2, a energia é bem maior, visto ser essa parte o local onde a costa muda de direção, formando um cotovelo; assim, a frente das ondas, trazidas pelos ventos S e SE, ao aproximarem-se da costa, refratam-se, concentrando-se no cotovelo e nas suas proximidades.

Amostragem e processamento das amostras Um plano de amostragem foi estabelecido de acordo com as diferentes características fisiográficas da costa e com os vários microambientes presentes (Fig. 1). Foram coletados sistematicamente, sempre quando possível, pares de amostras antepraia-estirâncio, com distâncias entre os locais de amostragem de 0,2 a 1,0 km. Foram coletadas, ainda, algumas amostras de berma e de cordão litoral. As amostras de cordão litoral compreendem amostras de restinga e das dunas recentes.

Como complemento, ao longo de três perfis transversais à costa, mais ou menos equi-

distantes (perfis I, II e III), foram coletadas amostras na antepraia, estirâncio, berma, cordão litoral, planície arenosa e dunas brancas.

Um total de 105 amostras foi coletado, incluindo: 26 de antepraia, 41 de estirâncio, 8 de berma, 13 de cordão litoral, 6 de planície e 11 de dunas brancas.

Em todos os casos, as amostras foram tomadas nas primeiras lâminas de areia da superfície, com até 5 cm de profundidade. As amostras de ante-praia foram tomadas com lâminas d'água em torno de 0,50 a 1,00 m de profundidade; as de estirâncio, na zona de espraiamento.

De cada amostra, secada e quarteada, foi retirada uma quantidade em torno de 150 g, de onde se eliminaram os sais solúveis, a matéria orgânica (H_2O_2 a 100 vol.) e o material calcífero (HCl a 10%). Após esse tratamento, uma porção de 50 g foi separada para ser peneirada a úmido na peneira de 31 micra: a fração superior a 31 micra foi peneirada a seco com Rotap através de um conjunto de peneiras com intervalos de 1ϕ ; pesadas as frações, o material menor do que 31 micra, quando ainda presente, foi misturado à suspensão do material inferior a 31 micra originária do peneiramento a úmido; a essa suspensão foi anexado um dispersante (hexametáfosfato de sódio) e feita pipetagem, segundo, ainda, intervalos de 1ϕ .

Proveniência e composição dos materiais detríticos Na área do trabalho (Fig. 2), dominam rochas metamórficas de alto grau de metamorfismo, granulitos ácidos e básicos, que se constituem na principal fonte de materiais detríticos para a sedimentação nas praias, seja pelo ataque direto das ondas nos afloramentos de rochas relativamente frescas nas praias (setores 1, 2 e 4), seja pelo transporte dos rios que trazem os materiais do espesso manto de intemperismo (7 a 10 m) que capeia o granulito.

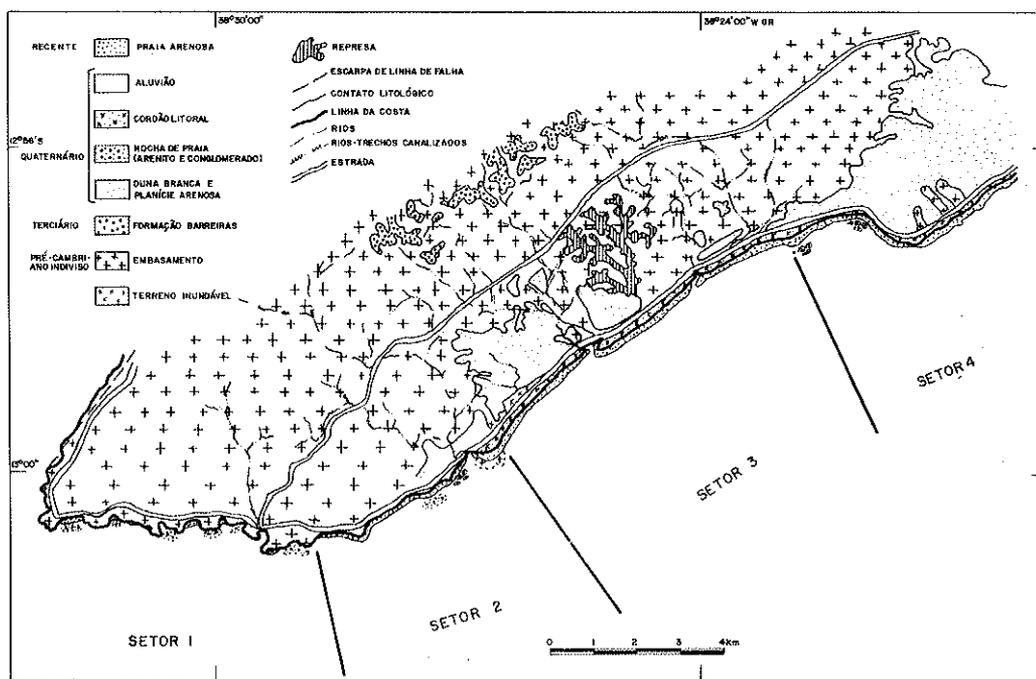


Figura 2 – Mapa geológico da costa atlântica de Salvador

Outras fontes de materiais detríticos são representadas por (Fig. 2): (1) rochas de praia (arenitos e conglomerados), atacadas diretamente pelas ondas nas praias e (2) planícies arenosas, dunas brancas, cordões litorais e afloramentos da Formação Barreiras, terciária (material arenoso grosseiro com pouca argila), cujos materiais são carregados para as praias pelos pequenos rios.

As areias da costa atlântica de Salvador são constituídas, na maior parte, por grãos de quartzo e grãos carbonáticos. Pequenas porcentagens de grãos de feldspato e raros minerais opacos são encontradas próximas aos afloramentos de rochas do embasamento cristalino.

Os teores em peso de carbonato de cálcio foram extraídos diretamente após a eliminação do material conchífero, durante o tratamento das amostras.

Sestini (1967) encontrou um valor médio de 4,06% de teor de carbonato, representado por fragmentos de algas calcárias (*Halimeda* e tipos encrustantes), pequenos gasterópodos inteiros, foraminíferos, fragmentos de corais, pelecípodos e equinodermas (pinaúnas). Esse baixo valor deve ser um resultado do pequeno número de amostras por ele coletadas, num total de 13, porque, no presente trabalho, o valor médio encontrado para as 105 amostras coletadas foi 19,6% (máximo de 58 e mínimo de 6%).

A distribuição dos teores de carbonatos na costa atlântica de Salvador (Fig. 3) está relacionada com os diferentes graus de energia mecânica verificados ao longo da costa. Desse modo, devido à alta energia existente no setor 1, os organismos não encontram um ambiente propício à vida, o que se reflete nos teores de carbonatos relativamente baixos; no setor 3, diferentemente, zona com fraca energia mecânica, os organismos encontram um ambiente bom para a vida, traduzindo-se, conseqüentemente, em altos teores de carbonatos.

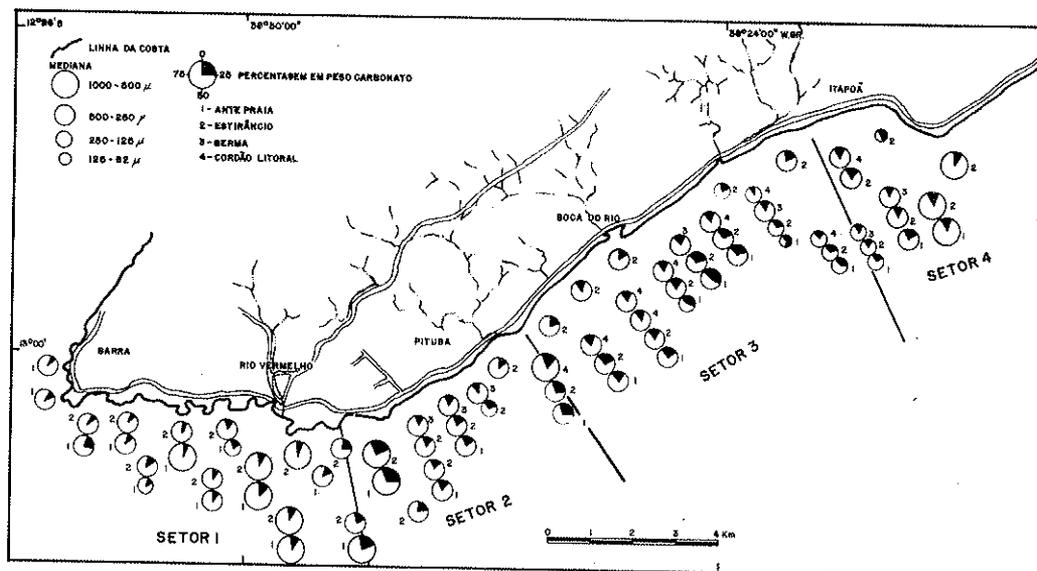


Figura 3 — Distribuição dos valores da mediana e dos teores de carbonatos ao longo da costa

Os maiores teores de carbonatos observados nas amostras de antepraia, em relação às de estirância, relacionam-se com o fato de a grande parte dos organismos viver e morrer na antepraia, onde se concentram — após a sua morte, a maior parte das conchas permanece na zona submarina e uma pequena parte é lançada pelas ondas para a praia.

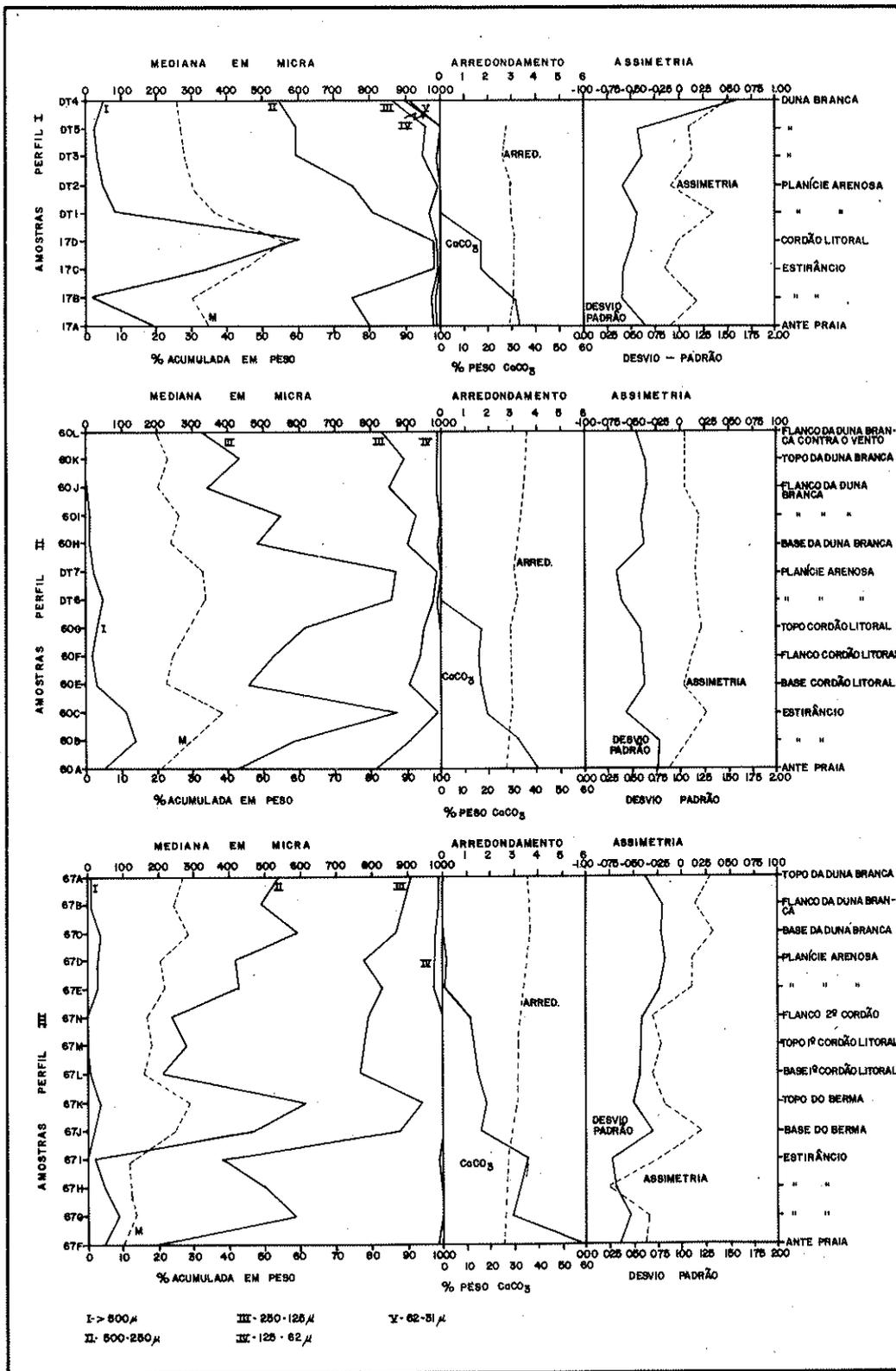


Figura 4 - Correlações entre as diferentes percentagens das frações granulométricas, mediana, teor de carbonato, arredondamento, desvio-padrão e assimetria para as amostras dos três perfis transversais à costa

Em todos os três perfis observa-se um decréscimo nos teores de carbonatos desde a antepraia até as dunas brancas (Fig. 4).

O teor médio de feldspato por amostra foi calculado a partir das percentagens observadas, sob a lupa binocular, em cada uma das três classes modais (0,500-0,250; 0,250-0,125 e 0,125-0,062 mm). As percentagens de feldspato não excedem 5%. É evidente a estreita relação existente entre a presença de feldspato nas areias e a proximidade dos afloramentos granulíticos (Figs. 1 e 5). Desse modo, todas as areias do setor 1, tanto de estirâncio quanto de antepraia, apresentam feldspato em sua composição, o qual, relativamente aos outros setores, aparece em maiores percentagens — nesse setor, nota-se a presença de afloramentos de granulito em todas as praias. Nos setores 2 e 4, que apresentam afloramentos isolados de granulito, nota-se a presença de feldspato unicamente nas amostras coletadas próximas a esses afloramentos. O setor 3, sem afloramentos de rochas ao longo das praias, não tem feldspato na composição de suas areias.

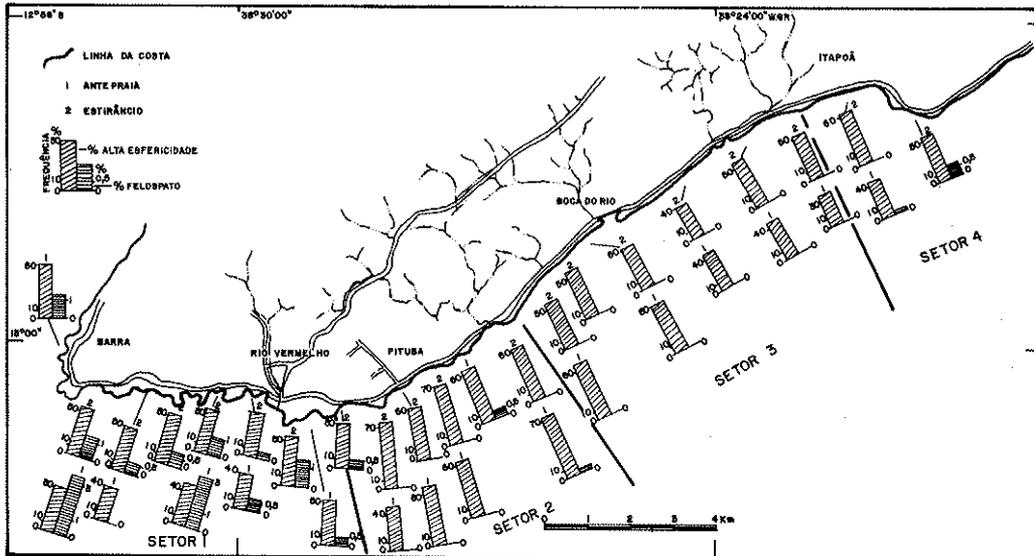


Figura 5 — Distribuição dos teores de feldspato e das percentagens de grãos com alta esfericidade, por amostra, ao longo da costa

Aspectos sedimentológicos CURVAS GRANULOMÉTRICAS No presente trabalho, foram traçadas curvas granulométricas acumuladas em papel log-probabilístico. As curvas mais representativas do estirâncio e da antepraia (Fig. 6) podem ser divididas em dois grupos, *A* e *B*, que refletem em parte, algumas características da sedimentação. Desse modo, as curvas do grupo *A*, que correspondem a amostras coletadas predominantemente nos setores 1 e 2, pelo bom desenvolvimento e pela boa seleção apresentada na população por saltação, sugerem uma alta energia na ação do *winnowing*, enquanto que, pelo pequeno desenvolvimento da população pelo rolamento, podem refletir a ausência de afloramentos de rochas nesse setor da praia.

Em termos de diferenciação das curvas quanto aos ambientes de estirâncio e de antepraia, observa-se que as amostras de antepraia denotam, quase todas, a presença de populações típicas de transporte pelo rolamento, marcadas, na maioria das vezes, por truncamentos bem evidentes, enquanto que as de estirâncio ou se apresentam aparentemente destituídas dessa população, ou com desenvolvimentos incipientes, na maioria das vezes misturados com a população por saltação.

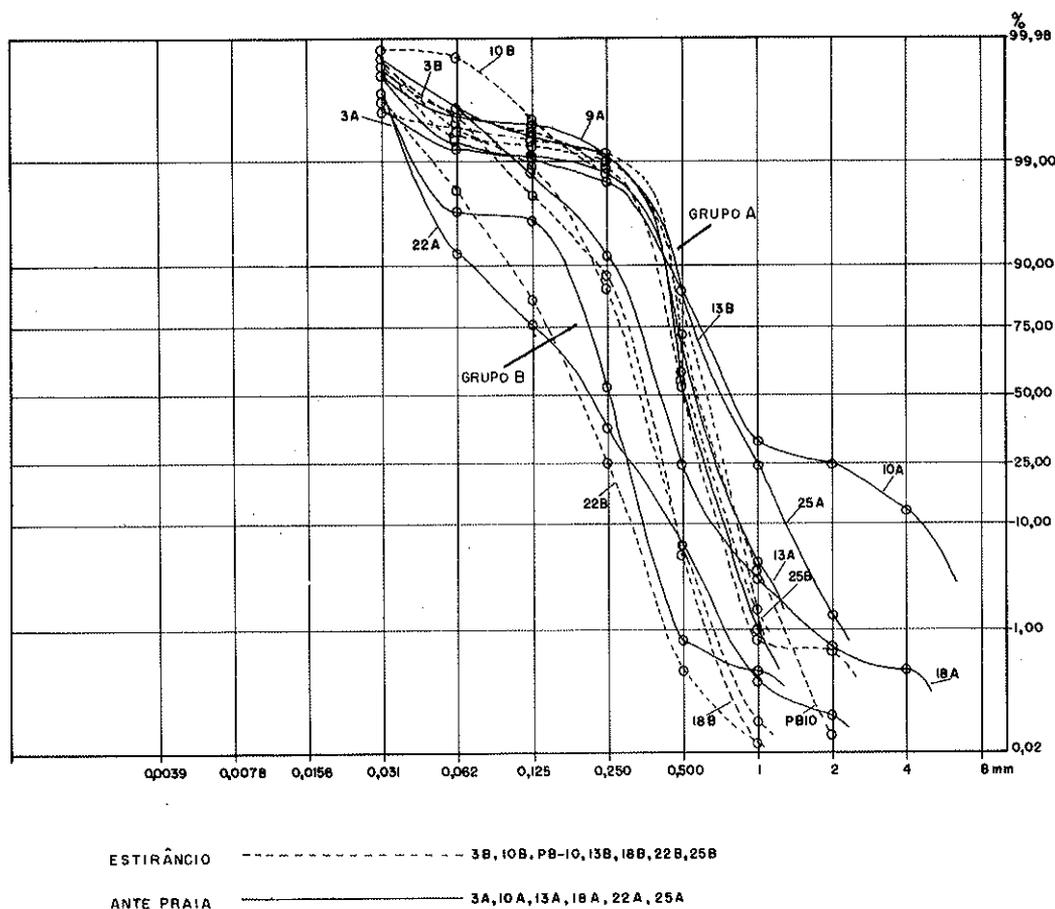


Figura 6 – Curvas de frequência acumulada para algumas amostras de estirâncio e de antepraia dos diferentes setores da costa atlântica de Salvador

MODA De maneira geral, as classes modais variam entre os valores de 0,125-0,062 e 1,000-0,500 mm, predominando os de 0,500-0,250.

As amostras de estirâncio apresentam uma distribuição mais regular do que as de antepraia, embora exista uma correspondência bem marcada, a grosso modo, entre a distribuição das classes modais na antepraia e no estirâncio.

Analisando-se todos os setores conjuntamente, observa-se que as maiores modas estão associadas à presença de afloramentos de granulito, nas praias.

MEDIANA Os valores máximo e mínimo observados foram, respectivamente, 900 micra, amostra PB-24, e 101 micra, amostra PB-23. (Figs. 1 e 3.) Cerca de 65% das amostras apresentam medianas entre 500 e 250 micra (areia grosseira).

De um modo geral, pode-se concluir que, na costa atlântica de Salvador, as amostras apresentam valores da mediana tanto mais grosseiros e irregulares quanto mais próximas estão de afloramentos de granulito: setores 1, 2 e 4. Em contraste, o setor 3 apresenta os valores de mediana mais baixos e com distribuição regular.

Aparentemente, as amostras de antepraia e de estirâncio não denotam qualquer diferença quanto aos respectivos valores das medianas.

Analisando-se o comportamento da mediana ao longo de cada um dos três perfis

(Fig. 4), observa-se que, nos perfis I e II, existe uma tendência geral de as medianas decrescerem das praias às dunas brancas; contrariamente, no perfil III, as medianas crescem das praias às dunas brancas.

ASSIMETRIA Sestini (1967), analisando 13 amostras, sem eliminar as conchas, chegou à conclusão de que "... a maioria das areias de praias de Salvador tem distribuições simétricas, com poucas distribuições assimétricas negativas...". Ele explica esse comportamento, não somente pela ação do *winnowing* nas frações mais finas e pelo transporte do material grosseiro, como, também, pela presença de fragmentos grosseiros de conchas nas areias das praias.

No presente trabalho foi usada, para o cálculo da assimetria, a fórmula proposta por Folk e Ward (1957).

A assimetria foi lançada em coordenadas com a mediana segundo o diagrama da Fig. 7(A). As amostras apresentam valores variando entre $-0,85$ e $+0,55$. As amostras de antepraia, estirâncio, berma e cordão litoral apresentam valores positivos, negativos e simétricos, sem qualquer concentração particular. As amostras de dunas brancas concentram-se entre as medianas de $0,2$ e $0,3$ mm com distribuições simétricas e assimétricas positivas que, em relação ao total de amostras dos diferentes microambientes, têm os maiores valores; as de planície arenosa, entre as medianas de $0,2$ a $0,4$ mm, também apresentando distribuições simétricas e assimétricas positivas na sua maioria.

Analisando-se os perfis I, II e III (Fig. 4) observa-se que a assimetria passa, de um modo geral, de valores negativos, na antepraia, para positivos, nas dunas brancas.

Pela Fig. 8, nota-se uma predominância muito leve de distribuições simétricas e, praticamente, um igual número de distribuições assimétricas positivas e negativas. Essa aparente discordância com os resultados encontrados por Friedman (1961 e 1967) e Duane (1964) para o ambiente praias com alta energia (predominância de amostras com assimetria negativa) pode ser explicada por algumas peculiaridades locais que condicionam a natureza da deposição. O aparecimento de amostras com assimetria positiva coletadas próximas a afloramentos de rochas (setores 1, 2 e 4) é mencionado por Folk e Ward (1957) e Friedman (1967) quando observam que, se os sedimentos estão próximos à fonte de areia (no caso os afloramentos de granulito e de rochas de praia) eles apresentam caracteristicamente assimetria positiva, porque a areia está em excesso (Figs. 1 e 8). Outros casos de amostras com assimetria positiva, como as amostras PB-11 (setor 1), 16B e PB-15 (setor 2) e a maioria das amostras na metade a sudoeste do setor 3, que são influenciadas pela contribuição de materiais finos trazidos por rios que desembocam nas proximidades, também já haviam sido observados por Friedman (1967) na costa da Louisiana. No caso, Friedman (1967) concluiu que a combinação de um grande suprimento de finos com a presença de correntes em uma costa, resulta em argilas e siltes ou areias, com uma "cauda" de frações finas, dando assimetria positiva.

A predominância de amostras com assimetria negativa em relação às positivas, no setor 2, pode ser explicada não somente pela ação do *winnowing*, que é bastante intensa, como também pelos afloramentos de rochas que aparecem em concentrações bem menores do que no setor 1.

Na metade a nordeste do setor 3, onde se evidencia marcante predominância de amostras com assimetria negativa, não existe qualquer rio que venha a contribuir com materiais finos para as praias; desse modo, as areias, já bastante retrabalhadas, apresentam uma concentração de finos e uma "cauda" para os grosseiros — assimetria negativa.

DESVIO-PADRÃO Sestini (1967) encontrou resultados que lhe permitiram considerar as areias de praias da costa atlântica de Salvador como sendo moderadamente selecionadas.

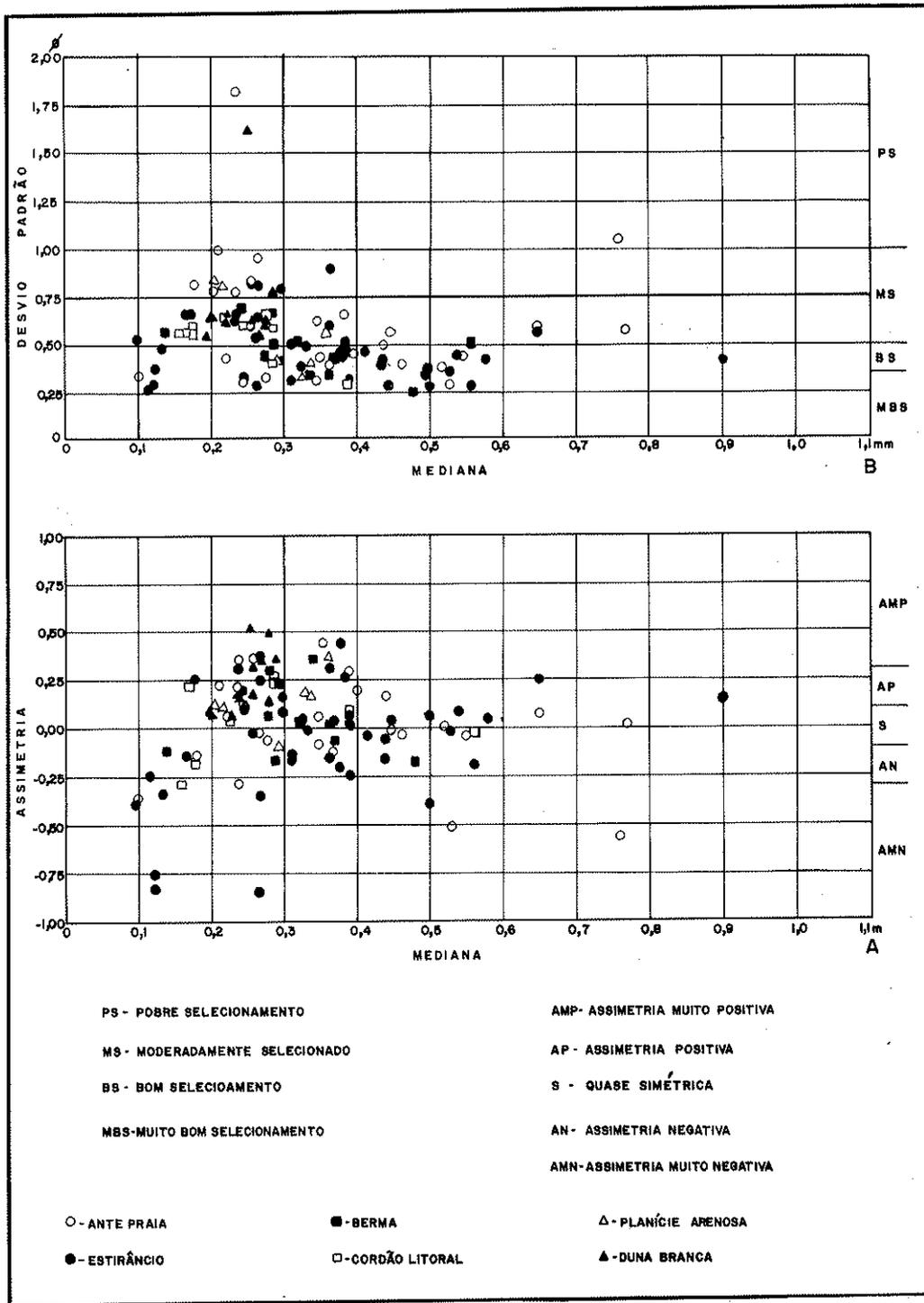


Figura 7 – Relação entre a mediana e assimetria (A) e entre a mediana e desvio-padrão (B) para todas as amostras analisadas

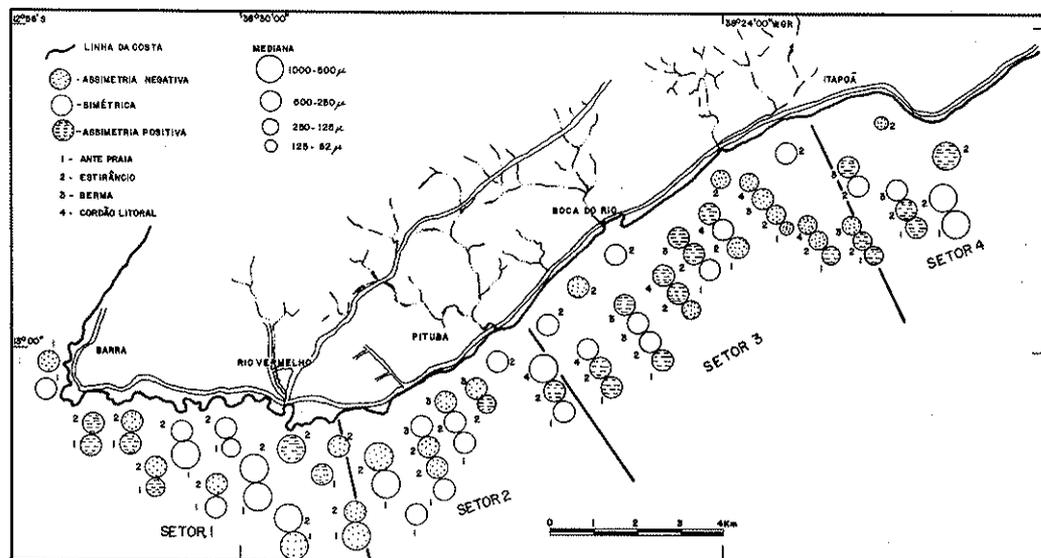


Figura 8 – Distribuição dos valores da assimetria ao longo da costa atlântica de Salvador

Observou que o selecionamento decresce com a granulometria.

No presente trabalho, foi usada para o cálculo do desvio-padrão a fórmula proposta por Folk e Ward (1957).

O desvio-padrão foi lançado em coordenadas com a mediana segundo o diagrama da Fig. 7(B). As amostras de praia apresentam valores de desvio-padrão predominantemente entre 0,25 e 0,75 ϕ , numa faixa mais ampla do que a encontrada por Friedman (1962) para a maioria das areias de praia (entre 0,35 e 0,50 ϕ). Folk e Ward (1957), Friedman (1962), Wood (1964), Brambatti (1969) e Bigarella (1969), observam que o selecionamento é melhor em sedimentos finos a médios. Os melhores selecionamentos da costa atlântica de Salvador são encontrados em torno da areia média (0,500 a 0,250 mm), piorando nos sentidos da areia fina e da areia grossa e melhorando, de novo, no sentido da areia muito fina.

Diferentemente dos resultados obtidos por Shepard e Young (1961), as areias de dunas brancas apresentam selecionamentos mais baixos do que as praias [Figs. 4 e 7(B)]. Esse fato pode estar ligado com a diferença de idades entre as praias recentes e as dunas brancas antigas.

De um modo geral, analisando-se a distribuição dos valores do desvio-padrão ao longo dos setores em que foi dividida a área (Fig. 9), observa-se que, nos setores 1 e 2 e na metade a sudoeste do setor 3, existe uma considerável predominância de amostras com "bom" e "muito bom" selecionamentos em relação às de "moderado" e "pobre" selecionamentos. Essa predominância está relacionada não somente com a alta energia das vagas, que seleciona as partículas, mas também quanto à predominância de amostras com medianas próximas à areia média, que apresenta os melhores valores de selecionamento. Quando a percentagem de areia muito grossa (> 1,000 mm) é considerável (amostras 10A, 6A, 5A e PB-11), o selecionamento passa a "moderado" e a "pobre" — esse material é fornecido pelas falésias de granulito, próximas (Fig. 1).

Na metade a nordeste do setor 3 e no setor 4, predominam selecionamentos "moderados" — esse grau de selecionamento está relacionado com a presença, em quantidades apreciáveis, de areia fina e silte, ao lado da fraca ação do *winnowing* nesses setores.

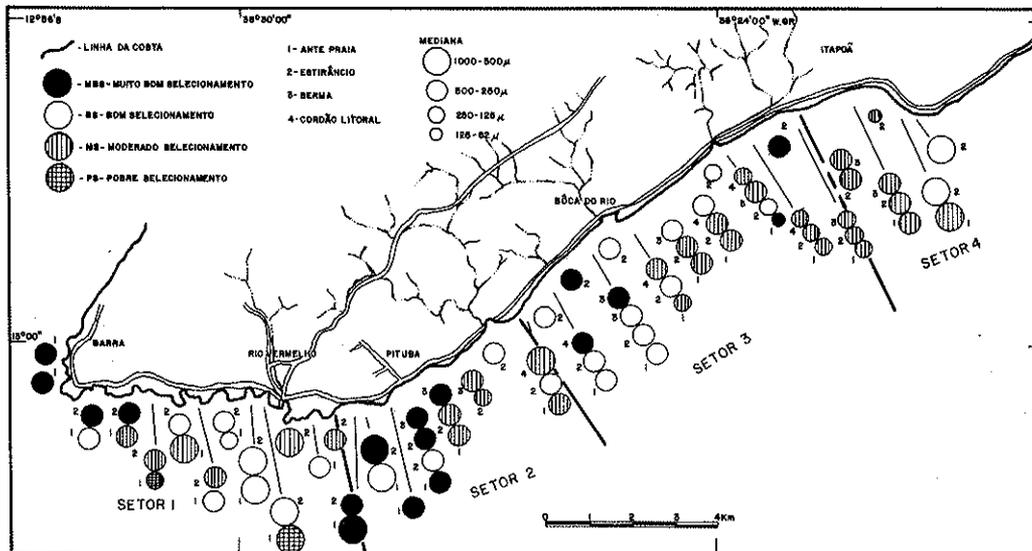


Figura 9 – Distribuição dos valores do selecionamento ao longo da costa atlântica de Salvador

Imagem granulométrica Passega e Byramjee (1969) introduziram o conceito da “imagem granulométrica” de um depósito, que é representada pelo conjunto dos diagramas CM, FM, LM e AM. Nenhuma amostra da costa atlântica de Salvador apresenta material menor que 31 micra em percentagens maiores do que 1%. Desse modo, não se podem apresentar graficamente os diagramas LM e AM. As frações mais finas presentes nos sedimentos da costa atlântica de Salvador são representadas pelas classes entre 250 e 62 micra; então, para o estudo desse tipo de areia, foi introduzido, ao lado dos parâmetros CM e FM, um novo parâmetro, DM, correspondente ao material inferior a 250 micra. Segundo Passega *et al.* (1969), a imagem granulométrica fornece uma informação precisa sobre as condições hidráulicas sob as quais um depósito é formado.

O diagrama CM (Fig. 10) apresenta quase todos os pontos segundo um alinhamento paralelo à linha de $C=M$, indicando um transporte por suspensão gradada; os pontos de amostras correspondentes ao transporte exclusivamente por meio de rolamento apresentaram-se subordinados, escassos. O diagrama não permite, aparentemente, uma distinção entre os vários tipos de ambientes que foram indicados; particularmente, não parece existir uma diferença especial entre o modo de deposição das amostras de estirâncio e de antepraia. Aparentemente, uma parte do material grosseiro com “C” maior do que 1 000 micra foi também transportada por suspensão gradada; isso poderá significar ou uma energia muito forte das vagas, suficiente para carregar em suspensão esses grãos grosseiros, ou que esses grãos mais grosseiros não tenham sido rolados, pelo fato de terem sido protegidos pela sedimentação dos grãos menos grosseiros e mais abundantes; no último caso, esses grãos grosseiros devem achar-se muito próximos de sua origem, como é o caso das amostras coletadas próximas às falésias e aos afloramentos de granulitos nas praias.

O diagrama DM, FM (Fig. 10) mostra que, para as medianas acima de 400 micra, falta, quase que completamente, todo o material inferior a 125 micra e, também, a 250 micra. Esse fato deve estar ligado com a energia, que tem suficiente competência para eliminar esse material por efeito do *winnowing*, existindo, também, a possibilidade de que, no material de suprimento, já faltassem essas classes — essas amostras correspondem aos locais próximos aos afloramentos de rochas (Fig. 1). Para as medianas abaixo de 400 micra,

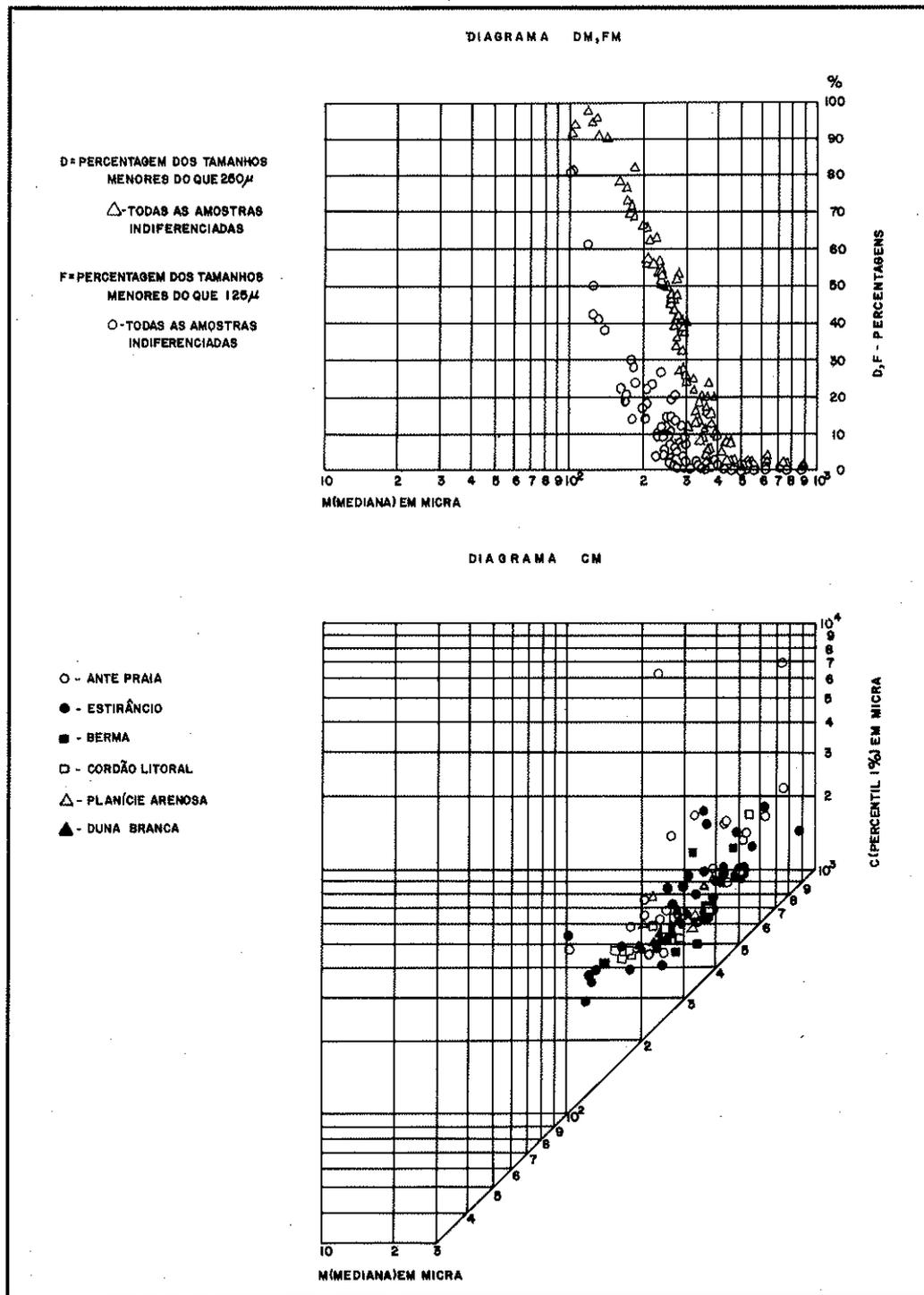


Figura 10 – Imagem granulométrica dos depósitos dos diferentes microambientes da costa atlântica de Salvador

vê-se que as percentagens dos materiais inferiores a 125 e a 250 micra crescem rapidamente, indicando que não existia suficiente energia para a eliminação das frações finas ou, então, que a razão de suprimento era maior do que o poder de dispersão por efeito do *winning* — correspondem às zonas protegidas, sem afloramento de rochas (Fig. 1).

Comparando-se os diagramas CM e DM-FM, vê-se que as amostras com medianas abaixo e acima de 400 micra no diagrama DM-FM correspondem, no diagrama CM, respectivamente, à suspensão gradada com pouco material rolado e à suspensão gradada com rolamento.

Passaga *et al.* (1969) dividiram o diagrama CM em nove grupos, de acordo com a intensidade de energia e com o tipo de transporte predominante. Os pontos de amostras na costa atlântica de Salvador (Fig. 11) estão localizados em três grupos: grupo I, correspondente a um transporte por prevalente rolamento e forte turbulência, e grupos IV e V, correspondentes a um transporte por suspensão gradada, com maior turbulência no grupo IV do que no grupo V. Isso indica que existe uma variação de energia ao longo da área. As amostras típicas de transporte por meio de rolamento (setores 1, 2 e 4) parecem estar relacionadas com a proximidade de afloramentos de rochas na praia (Figs. 1 e 11). Em contraste, as amostras típicas de transporte por suspensão gradada concentram-se no setor 3, notadamente as relativas à fraca turbulência, que são encontradas em praias sem afloramentos de rochas e com fraca energia.

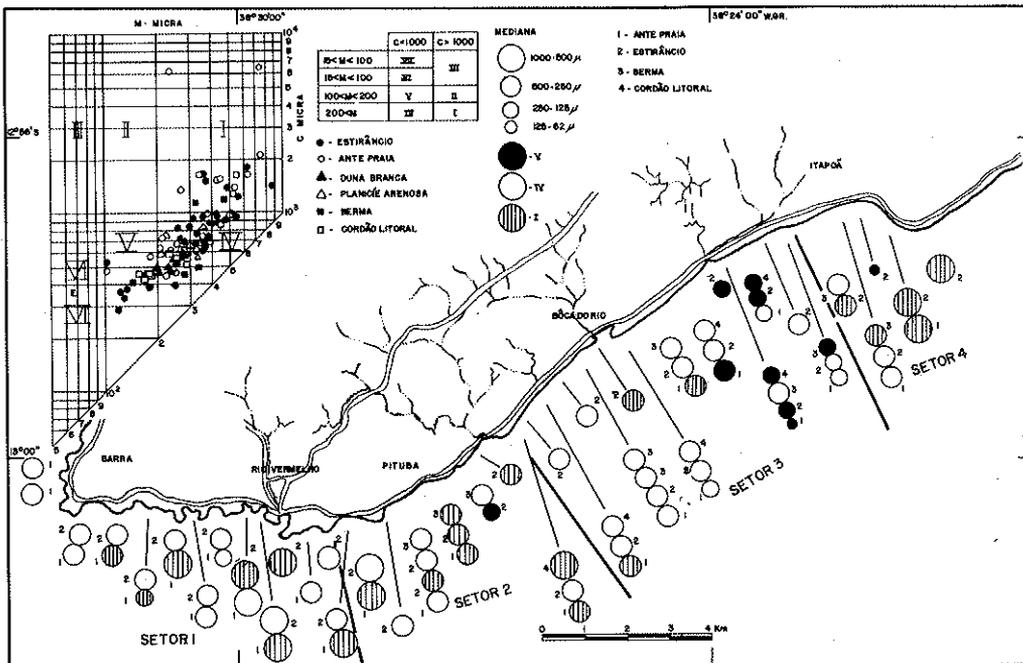


Figura 11 — Mapa mostrando as relações entre a mediana, o C (percentil de 1), o mecanismo de transporte e a energia

ARREDONDAMENTO No presente trabalho, para a determinação do arredondamento de 35 000 grãos, nas classes modais de 0,062-0,125, 0,125-0,250 e 0,250-0,500 mm, foi usado o processo visual comparativo, por intermédio da carta-padrão de Powers (1953). De cada fração foram observados 200 grãos de quartzo, após o que, foram calculados os arredondamentos médios.

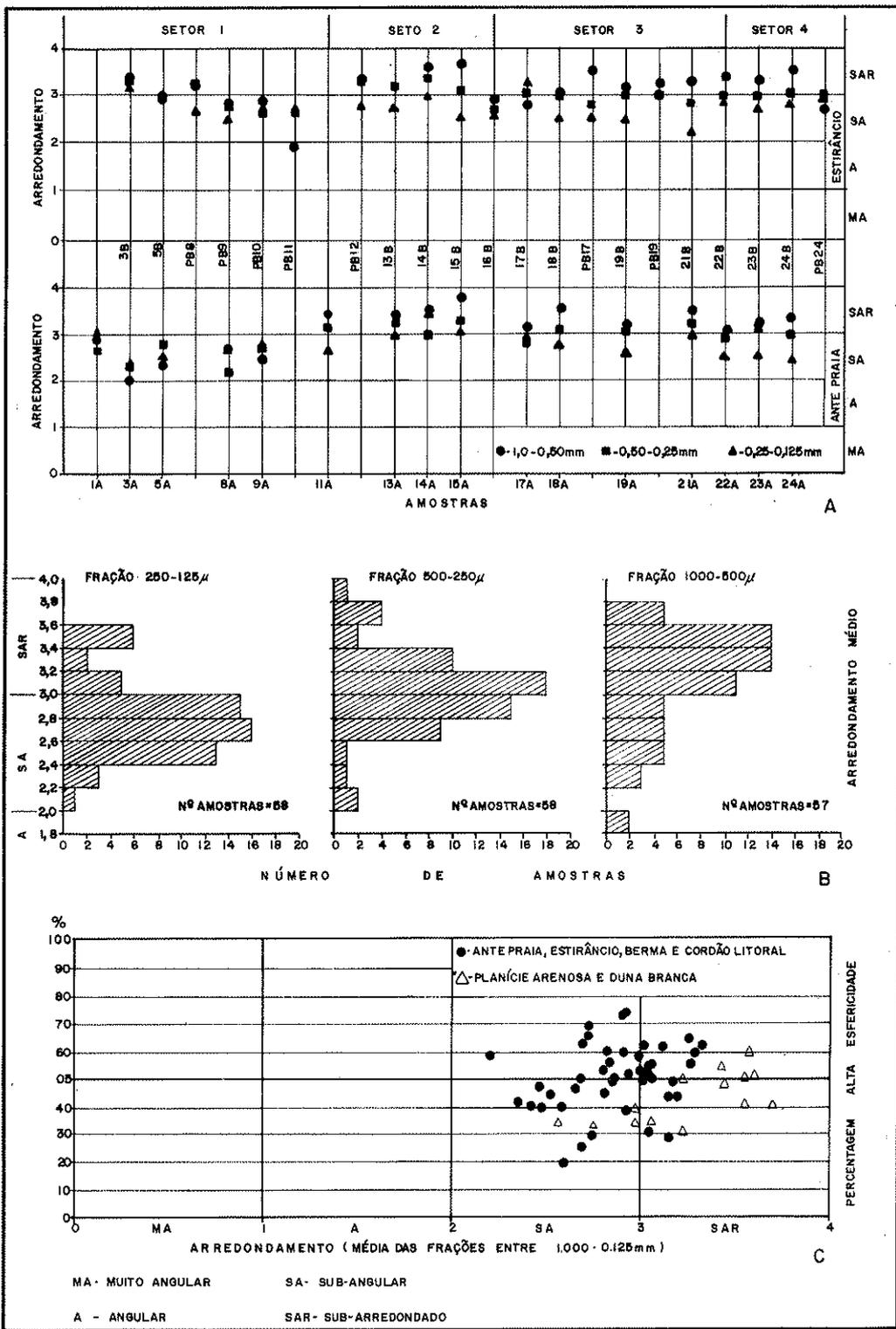


Figura 12 - (A) Relações entre arredondamento médio, tamanho da partícula e posição relativa ao longo da costa para pares de amostras estirâncio-antepraia. (B) Relação entre arredondamento médio e tamanho de partícula para todas as amostras analisadas. (C) Relação entre arredondamento médio e percentagem de grãos com alta esfericidade por amostra

Na costa atlântica de Salvador, o arredondamento cresce, de maneira geral, com o tamanho da partícula [Fig. 12(B)]. Essa relação, entretanto, quando analisados cada um dos setores de per si, não se mostra sempre verdadeira. Na Fig. 12(A) estão marcados os arredondamentos médios de pares correspondentes de amostras de estirâncio e de antepraia, conforme suas posições relativas ao longo da área. As amostras coletadas próximas a afloramentos de rochas do embasamento, notadamente no setor 1, não obedecem à relação já observada, tanto nas amostras de estirâncio quanto nas de antepraia. Esse fato pode ser explicado pela proximidade da rocha-fonte nesse setor (granulito), que está continuamente fornecendo material para a sedimentação, o que implica numa baixa maturidade textural para essas areias. As amostras no setor 2 apresentam os mais altos valores de arredondamento por ser esse o setor que tem maior energia mecânica.

Do ponto de vista das diferenciações no arredondamento em cada um dos diferentes microambientes presentes na área, a Fig. 4 mostra haver, pelo menos nos perfis II e III, um ligeiro incremento no arredondamento, da antepraia às dunas brancas.

ESFERICIDADE Na costa atlântica de Salvador observou-se a esfericidade concomitantemente com o arredondamento, tendo sido apreciada, unicamente, em termos de alta e baixa esfericidade, ainda por intermédio da carta-padrão de Powers (1953). As maiores percentagens de grãos com alta esfericidade estão localizadas no setor 2 (Fig. 5), o que pode estar relacionado com a alta energia nas suas praias. Essa tendência, coincidente com os maiores valores de arredondamento, também, nesse setor, confirma, como ainda melhor visualizado na Fig. 12(C), os resultados obtidos por Pettijohn (1949, 1957), em termos da existência de uma relação linear entre o arredondamento e a esfericidade de grãos detríticos.

CONCLUSÕES A costa atlântica de Salvador constitui-se num ambiente praias de alta energia, o que se reflete nos valores dos diferentes atributos texturais e mineralógicos de suas praias. Esses atributos, entretanto, quando confrontados com as diferentes características fisiográficas da costa, revelam ligeiras diferenças relacionadas com as peculiaridades locais. Desse modo, os diferentes setores em que foi dividida a costa refletem, através do comportamento dos atributos das populações, as diferenças fisiográficas existentes entre si, do ponto de vista do perfil e da conformação das costas, da intensidade da energia e da proximidade ou não de afloramentos de rochas.

De um modo geral, a mediana predominante está incluída na classe de 500-250 micra (areia média), sendo que os maiores valores estão concentrados nas amostras próximas a afloramentos de rochas, predominantemente granulitos ácidos e básicos — setor 1 principalmente, e setores 2 e 4; o setor 3, com praias bem desenvolvidas sem afloramentos de rochas, apresenta os mais baixos e mais uniformes valores da mediana.

Os teores de carbonato variam entre 6 e 58% — os menores valores estão associados às praias com maior energia (setor 1), energia essa que dificulta o desenvolvimento dos organismos.

Nota-se uma estreita relação entre as percentagens de feldspato e a proximidade de afloramentos de rochas (setores 1 e 2).

O selecionamento está relacionado de um modo geral com a mediana, sendo que, os melhores selecionamentos correspondem à fração areia média. As dunas brancas, ligeiramente, apresentam selecionamentos inferiores às praias.

Ao longo da área, nota-se uma leve predominância de distribuições simétricas, com praticamente igual número de distribuições assimétricas positivas e negativas. Observa-se que a assimetria é influenciada por diversos fatores locais, entre os quais: proximidade de afloramentos de rochas, intensidade de ação do *winnowing*, conformação da costa e presença

de desembocadura de rios. As amostras de dunas brancas, todas elas, apresentam assimetria positiva.

O diagrama CM mostra, claramente, as amostras agrupadas em três maneiras: rolamento, suspensão gradada com rolamento e suspensão gradada sem rolamento. As amostras localizadas próximas a afloramentos de rochas apresentam, predominantemente, transporte por meio de rolamento (setores 1 e 2).

O diagrama DM-FM, dá uma idéia da ação exercida pelo *winnowing* no selecionamento: todas as amostras com medianas entre 450 e 900 micra apresentam menos de 5% de material inferior a 250 micra.

De um modo geral, as amostras apresentam arredondamentos médios que vão de subangulares a subarredondados. Os mais baixos arredondamentos são encontrados nas praias localizadas no setor 1, que têm grande quantidade de afloramentos de rochas do embasamento. O arredondamento apresenta uma bem marcada relação com o tamanho da partícula, crescendo com este.

As percentagens de grãos com alta esfericidade contidos nas amostras variam de 40 a 70%. A esfericidade, embora de maneira sutil, cresce, ligeiramente, com o arredondamento.

Agradecimentos Este trabalho constitui-se num resumo da tese de mestrado apresentada pelo autor ao Instituto de Geociências da Universidade Federal da Bahia, e que teve como orientador o professor Enrico Di Napoli, a quem o autor agradece.

Agradecimentos são extensivos ao professor Bráulio Magno Baptista, que, gentilmente, cedeu 18 amostras coletadas nas praias; ao professor Marcílio Franco Monteiro, que colocou à disposição do autor a carta geomorfológica do litoral de Salvador; à professora Yeda de Andrade Ferreira, pelo estímulo e apoio dedicados em todas as fases do trabalho; ao professor Hartmut Wiedemann, pelas críticas e sugestões apresentadas; e aos graduandos, em Geologia, Hélio Pinto da Silva, Edgar Lázaro de Andrade Filho e Fausto Aboud Amoedo, que analisaram os aspectos mosfoscópicos dos grãos.

BIBLIOGRAFIA

- BIGARELLA, J. J., A. ALESSI, A. H., BECKER, R. D. e DUARTE, G. M. — 1969 — Textural characteristics of the coastal dune, sand ridge and beach sediments, Bol. Paranaense de Geociências, **27**, 80 p.
- BRAMBATI, A. — 1969 — Sedimentazione recente nelle lagune di Marano e di Grado (Adriatico Settentrionale), Estratto de Studi Trentini di Scienze Naturali, Rivista del Museo Tridentino di Scienze Naturali, Trento, sez. A, V. **XLVI** (1): 142-239
- DUANE, D. B. — 1964 — Significance of skewness in recent sediments, western Pamlico Sound, North Carolina, Jour. Sed. Pet., **34**: 864-874
- FERREIRA, Y. A. — 1969 — Recifes de Arenito de Salvador, Ba., An. Acad. Brasil. Ciênc., **41**: 542-548
- FOLK, R. L. e WARD, W. C. — 1957 — Brazos river bar: a study in the significance of grain size parameters, Jour. Sed. Pet., **27**: 3-26
- FRIEDMAN, G. M. — 1961 — Distinction between dune, beach, and river sands from their textural characteristics, Jour. Sed. Pet., **31**: 514-529
- FRIEDMAN, G. M. — 1962 — On sorting, sorting coefficients and the lognormality of the grain size distribution of sandstones, Jour. Geol., **70**: 737-753
- FRIEDMAN, G. M. — 1967 — Dynamic processes and statistical parameters compared for size frequency distribution of beach and river sands, Jour. Sed. Pet., **37**: 327-354
- FUJIMORI, S. — 1968 — Granulitos e charnockitos de Salvador, Bahia, An. Acad. Brasil. Ciênc., **40**: 181-202
- PASSEGA, R. e BYRAMJEE, R. — 1969 — Grain size image of clastic deposits, Sed., **13**: 233-252
- PETTIJOHN, F. J. — 1949 — Sedimentary rocks, New York, Harper and Row, 2nd. ed., 1957, 718 p.

- POWERS, M. C. — 1953 — A new roundness scale for sedimentary particles, Jour. Sed. Pet., **23**: 117-119
- SESTINI, G. — 1967 — Textural characters of Salvador beach sands, Bol. da Universidade Federal do Paraná, **8**: 15 p.
- SHEPARD, F. P. e YOUNG, R. — 1961 — Distinguishing between beach and dune sands Jour. Sed. Pet., **31**: 196-214
- TRICART, J. e CARDOSO DA SILVA, T. — 1958 — Estudos de geografia da Bahia, Pub. da Univ. Fed. da Bahia
- TRICART, J. e CARDOSO DA SILVA, T. — 1968 — Estudos de Geomorfologia da Bahia e Sergipe, Pub. da Fundação para o Desenvolvimento da Ciência na Bahia, 168 p.
- WOOD, L. E. — 1964 — Bottom Sediments of Saginaw bay, Michigan, Jour. Sed. Pet., **34**: 173-184