DISTRIBUIÇÃO E CARACTERIZAÇÃO DOS SEDIMENTOS ARENOSOS DA PLATAFORMA CONTINENTAL INTERNA ENTRE NITERÓI E PONTA NEGRA, RJ

DIETER MUEHE*

ABSTRACT DISTRIBUTION AND CHARACTERIZATION OF SANDY SEDIMENTS FROM THE INNER CONTINENTAL SHELF BETWEEN NITERÓI AND PONTA NEGRA, RJ The inner continental shelf eastward of Guanabara bay outlet to the promontory of Ponta Negra is covered with quartz sand and patches of biotrititic material. The latter occurs, as a transitional deposit between the inner and middle shelf, in depths generally greater than 27 m. The texture of the sand ranges from coarse to very fine and is a response to hydrodynamic processes and to the latest episodes of coastal retreat. Coarse sand occurs in depths between 30 and 50 m in front of Itaipuaçu beach and also in the proximity of Ponta Negra. It represents a lag deposit left by the retrogradation of the coastline in accordance to the flandrian sea level rise. A background of medium sized sand represents the typical texture of the sand fraction of the regolithic sediments of the hinterland. This grain size occurs preferentially in depths less than 30 m where the action of waves is more effective. The fine and very fine sands occur among the deposits of coarse sand, in front of Guaratiba beach, and seem to have been introduced to the shelf until the closure of the barrier beach. Hence they form a younger deposit than both the medium and coarse grained ones. Since the input of continental sediments is very small at present, all the sands are interpreted as being relict.

RESUMO DISTRIBUIÇÃO E CARACTERIZAÇÃO DOS SEDIMENTOS ARENOSOS DA PLATAFORMA CONTINENTAL INTERNA ENTRE NITERÓI E PONTA NEGRA, RJ. A plataforma continental interna a leste da Baía da Guanabara até o promontório de Ponta Negra é coberta por areia quartosa e manchas de material biotritítico. Este último ocorre como depósito transicional entre a plataforma interna e intermediária, a profundidades maiores que 27 m. A textura das areias, variável de grossa a muito fina, é uma resposta aos processos hidrodinâmicos e aos últimos episódios de recuo costeiro. Ocorrem areias grossas, a profundidades entre 30 e 50 m à frente da Praia de Itaipuaçu e também nas vizinhanças de Ponta Negra. Isto representa um depósito deixado pela retrogradação da linha de costa, devida à transgressão Flandriana. Um fundo de areia média representa a textura típica da fração areia dos sedimentos regolíticos do interior. Essa granulometria ocorre preferencialmente a profundidades menores que 30 m, onde a ação de ondas é mais efetiva. As areias finas e muito finas, que ocorrem entre os depósitos de areia grossa, à frente da Praia de Guaratiba, parecem ter sido introduzidas na plataforma até o fechamento da barreira de praia. Dessa maneira, elas formam um depósito mais jovem do que as areias médias e grossas. Uma vez que o ingresso atual de sedimentos continental é muito pequeno, todas as areias são interpretadas como reliquias.

INTRODUÇÃO Os grandes traços morfológicos da região costeira a leste do Rio de Janeiro refletem o tectonismo cenozóico responsável pela formação de blocos falhados que deram origem aos maciços costeiros, à escarpa da Serra do Mar e ao gráben do Paraíba (Ruellan 1944, King 1956, Almeida 1976, Asmus & Ferrari 1978).

Ao longo do Terciário e durante o Pleistoceno, intensos processos morfogenéticos foram desencadeados por alternâncias climáticas entre climas úmidos e semi-áridos levando, conseqüentemente, a alternâncias entre fases de intensa erosão e deposição, e de estabilidade morfogenética (Tricart 1958, Bigarella & Andrade 1956, Amador & Meis 1972, Meis & Amador 1977, Muehe 1983). Testemunhos das fases de mobilização dos sedimentos são os depósitos do Grupo Barreiras e os sedimentos terrígenos da plataforma continental. O alargamento erosivo dos baixos vales fluviais e seu entulhamento sedimentar deram origem às baixadas costeiras separadas por promontórios, estes últimos testemunhos erosivos do recuo da escarpa do maciço costeiro.

Cordões litorâneos (*barrier beaches*), de direção predominantemente leste-oeste, ancoraram-se nos promontórios rochosos dando origem ao amplo sistema de lagunas que se desenvolveu a sua retaguarda.

A ocorrência de padrões texturais diferenciados entre os sedimentos das diversas praias e da plataforma continental interna (Muehe 1979) coloca a causa dessa distribuição, que tanto pode refletir padrões herdados, quanto pode decorrer de processos erosivos e deposicionais recentes.

O objetivo do presente trabalho é caracterizar mais detalhadamente os sedimentos da plataforma continental interna, mapear a distribuição espacial das diversas classes

texturais e buscar explicações sobre as causas dessa distribuição.

A área de estudo compreende a plataforma continental interna entre a entrada da Baía de Guanabara e o promontório de Ponta Negra (Fig. 1) e representa a primeira fase de um levantamento que deverá estender-se inicialmente até Cabo Frio.

Figura 1 – Localização da área de estudo.

Figure 1 – Situation map

Adotando como limite os agrupamentos das praias da região obtidos por Muehe (1979), a partir de características granulométricas e topográficas, subdividiu-se a plataforma continental interna da área em três setores (Fig. 2).

* Pesquisador do CNPq, Departamento de Geografia, Instituto de Geociências da UFRJ. CEP 21941, Rio de Janeiro, RJ

Figura 2 – Área de estudo com indicação dos setores, e localização das amostras coletadas na plataforma continental interna com barco de inflar (●) e na Operação GEOMAR X (▲).

Figure 2 – Studied area and sectors; stration of samples ou the inner continental platform, collected using inflate boat (●) or during Geomar X operation (▲).

O setor I engloba a faixa entre a entrada da Baía de Guanabara até a Ponta de Itacoatiara, incluindo as praias de Piratininga, Itaipu e Itacoatiara (Fig. 3). A presença de ilhas e a posição avançada da Ponta de Itaipu tornam a zona em frente à praia de Itaipu e mais abrigada das ondas de SE, que, apesar de serem típicas das condições de tempo bom, nem por isso deixam de exercer uma ação de transporte nas praias a elas expostas.

O setor II se localiza entre a Ponta de Itacoatiara e as ilhas Maricás. É uma área diretamente exposta ao oceano aberto, na qual a interferência das ilhas Maricás sobre a incidência das ondas provoca a refração das mesmas num processo semelhante ao da formação de um tómbolo, que tenderia a ligar as ilhas à praia. O processo não se completou devido à distância das ilhas, mas provocou a diminuição da profundidade da água, formando uma espécie de "tómbolo submarino", e a formação de um arco de praia reverso que,

em forma de suave cúspide, se projeta em direção ao mar, formando o limite oriental da praia de Itaipu.

O setor III, também exposto ao oceano aberto, inicia-se a leste das ilhas Maricás e se estende até o promontório de Ponta Negra. A praia de Guaratiba, única do setor, com quase 22 km de extensão, barra à sua retaguarda as lagoas de Maricá, Guaratiba, do Padre e Guarapina. A margem norte dessas lagoas é balizada por falésias abruptas, resultantes do entalhamento de um pedimento que, modelado na escarpa frontal do maciço costeiro e a cerca de 4 km da linha de praia, mergulha suavemente de uma altura de 70 m em direção ao mar (Fig. 4).

O entalhamento da porção distal deste pedimento, formado por depósitos de colúvio (Muehe 1983), além de responsável pelo modelado dos níveis de erosão mais baixos, levou à incorporação de importante volume de sedimentos à plataforma continental interna.

Figura 3 – Detalhe da fisiografia do Setor I

Figure 3 – Detail of sector I fisiography

Figura 4 – Reconstituição da superfície pedimentar costeira de Maricá

Figure 4 – Reconstitution of the coastal pediment surface of Maricá

As condições meteorológicas e oceanográficas não submetem a região a condições tão adversas quanto as que ocorrem, por exemplo, na costa leste dos EUA, sujeita a tempestades de grande intensidade. As tempestades que ocorrem na região de estudo estão associadas às entradas de frentes frias, provenientes do sul, responsáveis pela geração de ondas destrutivas que se refletem em perceptíveis mudanças do perfil de praia e da zona submarina próxima à praia (*nearshore*) (Muehe & Dobereiner 1977, Muehe 1979).

A amplitude da maré de sizígia é da ordem de 1,4 m, sendo assim do tipo micromaré. Essa pequena amplitude, num litoral sem estrangulamentos topográficos, não favorece a geração de correntes de maré capazes de arrastar grãos de areia.

METODOLOGIA Amostragem dos sedimentos A coleta de amostras na plataforma continental interna foi realizada ao longo de perfis, com o emprego de uma pequena draga de arrasto, a partir das proximidades da linha de arrebentação (Fig. 2). Para a zona mais próxima da costa, até profundidades da ordem de 30 m e cobrindo uma distância de 3 a 4 km da praia, foi empregado um barco de inflar com motor de popa, localizando-se os pontos de amostragem por meio de hodômetro. A amostragem, na parte distal da plataforma continental interna até profundidades de 55 m e distância de até 10 km da linha de costa, foi efetuada durante a Operação Geomar X, realizada com o emprego do N.Oc. *Almirante Câmara*. Nesta última, o posicionamento das estações de amostragem foi realizado por combinação do uso do radar e hodômetro.

Na faixa costeira emersa foram coletadas amostras de regolitos (elúvios e colúvios) em cortes de estrada e nas falésias do Grupo Barreiras. Sedimentos aluviais foram coletados nas calhas e barrancas dos rios das diversas baixadas costeiras.

Análise granulométrica Para a determinação da granulometria, foi removida a fração carbonática que apenas se torna importante em profundidades superiores a 25 m quando passa a ocorrer, na forma de biodetritos, em todas as amostras. A análise foi realizada por meio de peneiramento a seco ou, no caso das areias médias, por meio de tubo de sedimentação de Emery (Emery 1938). O tubo de sedimentação também foi empregado para a análise granulométrica dos minerais pesados. Como num tubo de sedimentação um grão de mineral pesado cai mais rapidamente que um grão de quartzo do mesmo diâmetro, obtém-se um diâmetro equivalente ao de um grão de quartzo de tamanho maior, ou equivalente hidráulico ao quartzo. Frações de silte e

argila foram analisadas pelo método de pipetagem. A determinação dos parâmetros estatísticos da distribuição granulométrica foi realizada utilizando-se o método de Folk & Ward (1957). Em vista das características das distribuições granulométricas dos sedimentos, que se apresentam de medianamente a bem selecionados e de meso- a leptocúrticos, preferiu-se adotar a mediana como medida de tendência central por se situar mais próximo do valor modal que a média.

A morfoscopia dos grãos de quartzo foi realizada segundo o método Ligus (1958) e consiste em classificar os grãos de areia de acordo com seu aspecto óptico e seu grau de desgaste, sendo o último ainda expresso por um índice calculado a partir da classificação visual do arredondamento segundo a fórmula:

$$Ti = fi \cdot Pi \cdot 10^{-3} \quad (1)$$

em que: Ti = índice de trabalhamento;
 fi = frequência da classe de arredondamento i .
 Pi = fator de ponderação da classe de arredondamento i , com os seguintes valores:
 0 – grãos não trabalhados, angulosos; 2 – grãos com arestas arredondadas; 4 – grãos arredondados; 8 – grãos redondos ou ovais.

As análises restringiram-se aos grãos com diâmetros em torno de 0,3 mm, ou seja, os retidos no intervalo das peneiras de malhas de 0,35 e 0,275 mm, por ser essa dimensão sensível para refletir morfoscopicamente ambientes diferentes, conforme demonstram os morfogramas construídos por Pachur (1966).

Determinação do teor de minerais pesados Os minerais pesados têm sido usados, com algum sucesso, como traçadores de direção de transporte de sedimentos na plataforma continental. No caso de regiões com aporte fluvial de associações mineralógicas diferenciadas, a identificação das áreas-fonte pela análise mineralógica, conforme sugeriu Van Andel (1959), pode fornecer resultados satisfatórios. Um outro método é a verificação de ocorrência de mudanças na composição mineralógica ou na participação relativa dos minerais pesados por efeitos seletivos de acordo com o tamanho e a densidade dos grãos.

A reduzida extensão da área de estudo e a inserção desta área numa mesma assembléia de minerais pesados (Coutinho & Coimbra 1974) desaconselharam a aplicação da técnica sugerida por Van Andel (*op. cit.*). Swift *et al.* (1971) puderam relacionar a ocorrência de diferentes suítes mineralógicas ao

selecionamento por ação de diferentes regimes hidráulicos. Brand (1955) e Hintz (1956) puderam inferir a direção de transporte pela determinação da participação relativa do total de minerais pesados presente na amostra. A simplicidade deste último método levou à adoção do mesmo na tentativa de avaliação da resultante de transporte dos sedimentos de fundo.

A determinação da participação relativa dos minerais pesados na amostra foi efetuada tanto em relação à amostra total quanto em relação à fração de 2 a 3 Φ (0,25 a 0,125 mm), intervalo granulométrico em que freqüentemente se concentram os pesados. Finalmente, para realizar o estudo numa faixa de profundidade sujeita aos processos de transporte, foram escolhidas amostras localizadas ao longo da curva batimétrica de 20 m.

Mapeamento O mapeamento dos parâmetros granulométricos foi realizado por computador empregando o programa Symap (1976). O número de dados de interpolação foi fixado para um mínimo de um e um máximo de quatro valores. Para o mapeamento de depósitos biotritícos, foi fixado um valor arbitrário mais alto que o maior valor previsto para a classes texturais, fazendo com que essas áreas fossem deixadas em branco. Pelo mesmo programa foram geradas as superfícies de tendência, sendo escolhido o grau mais baixo possível para um ajuste satisfatório. A perda de nitidez dos símbolos diferenciadores das classes, após a redução fotográfica, fez com que fossem aproveitadas apenas as isolinhas limitadoras das classes e se redesenhasse a simbologia.

ANÁLISE DOS RESULTADOS Caracterização dos sedimentos

A tabela 1 apresenta os parâmetros granulométricos médios da plataforma continental interna, para os setores I, II e III. A média dos diâmetros medianos dos sedimentos se situa na faixa da areia média, mas a amplitude do erro padrão, em relação a essa média, indica a ocorrência de outras faixas texturais.

A tabela 2 representa a distribuição das medianas de diâmetro pelas classes texturais por setor. Assim, cerca de 40% do total das amostras do setor II é constituído por areias de granulação grossa a muito grossa. No setor III, essa proporção cai quase para a metade e, no setor I, para um quarto. O setor III, por outro lado, apresenta uma participação elevada de areia fina.

Uma visualização das distribuições granulométricas é observada na figura 5, que apresenta faixas de ocorrência das famílias de curvas granulométricas acumulativas. A figura

Tabela 1 - Média dos parâmetros granulométricos da plataforma continental interna para cada um dos setores I, II e III

Table 1 - Middle Granulometric parameters, of the inner continental platform to the sectors I, II and III.

Parâmetro	Sector I	Sector II	Sector III	Global
$\bar{M}_d \Phi \pm$ Erro-padrão	1,64 $\pm$ 0,86	1,22 $\pm$ 0,61	1,66 $\pm$ 0,88	1,53 $\pm$ 0,82
$\delta_f \pm$ Erro-padrão	0,67 $\pm$ 0,35	0,58 $\pm$ 0,20	0,61 $\pm$ 0,26	
$Sk_f \pm$ Erro-padrão	-0,09 $\pm$ 0,21	-0,07 $\pm$ 0,25	-0,08 $\pm$ 0,25	

Tabela 2 - Localização percentual dos diâmetros medianos das amostras na classe de tamanho por setor.

Table 2 - Percentual position of median diameters of the samples by size classes according to the sectors

Sector	Areia muito grossa a grossa 1-1 Φ	Areia média 1-2 Φ	Areia fina 2-3 Φ	Areia muito fina 3-4 Φ	Silte > 4 Φ
I	10	65	22	2	1
II	40	48	11	1	—
III	23	45	18	14	—
Global	23	54	17	5	1

5A compara as faixas de ocorrência das frações arenosas dos regolitos com a dos sedimentos da plataforma, podendo-se constatar que a cauda grossa dos sedimentos marinhos apresenta dimensões de grãos nunca superiores à dos regolitos. Na figura 5B e C são comparadas, setorialmente, as distribuições granulométricas de amostras de profundidade inferior a 30 m com as de profundidade superior a 30 m. Essa diferenciação se fez levando em conta ser nas profundidades inferiores a 30 m que o movimento orbital das ondas passa a se fazer sentir com mais freqüência na mobilização dos sedimentos (Muehe & Sucharov 1981b) (Fig. 6). Observa-se que as distribuições granulométricas da faixa de maior profundidade se superpõem de forma crescente, do setor I para o setor III, como decorrência do aumento na proporção de frações mais finas.

Distribuição Espacial dos Valores do Diâmetro Mediano e da Assimetria

A figura 7 representa a distribuição das areias quartzosas, segundo as classes texturais definidas pelo diâmetro mediano, e dos depósitos biotritícos na plataforma continental interna. Na área estudada, os depósitos biotritícos ocorrem de preferência em profundidades superiores a 27 m. A ocorrência de depósitos biotritícos, entre Ponta Negra e Saquarema, área imediatamente a leste da região em estudo, é interpretada por Ponzi (1978) como constituindo um terraço representativo de uma paleolinha de praia. Muehe & Barbosa (1982) sugerem que esses depósitos podem também refletir condições hidrodinâmicas favoráveis à concentração de biotritícos, principalmente devido à baixa velocidade do movimento orbital das ondas, desfavorável ao transporte de frações arenosas mas ainda suficiente para colocar em suspensão partículas de sedimentos finos. Os depósitos biotritícos representariam assim uma espécie de província transicional entre a plataforma continental interna e a plataforma continental média.

As principais características da distribuição espacial das classes texturais, definidas em função dos diâmetros medianos e excluída a influência dos depósitos biotritícos, são ressaltadas pela superfície de tendência de quarta ordem (Fig. 8), que individualiza dois depósitos marcadamente contrastantes. De um lado, duas ocorrências de areias grossas a muito grossas, localizadas entre as curvas batimétricas de 30 a 50 m, com um núcleo em frente a Itaipuaçu (setor II) e outro em frente a Ponte Negra (extremidade leste do setor III), e, de outro, uma área de ocorrência de areias finas a muito finas, em frente a Guaratiba (setor III), aparentemente se estendendo em profundidades de 40 a 50 m por sobre as areias grossas da extremidade leste do setor. Nas demais áreas, há uma predominância de areias médias, principalmente nas profundidades inferiores a 30 m.

As diferenças texturais entre os setores são também ressaltadas pela superfície de tendência, de quinta ordem, da assimetria das distribuições granulométricas (Fig. 9), predominando no setor II as distribuições simétricas, características das areias grossas, e no setor III as distribuições negativas, características de areias finas e muito finas.

Distribuição da granulometria em função da profundidade da água

A distribuição das medianas dos sedimentos da plataforma continental interna, em função da profundidade, ajusta-se melhor a uma função parabólica (Fig. 10). Os coeficientes de determinação (r^2) encontrados foram 0,32 para o setor I, 0,22 para o setor II e 0,50 para o setor III. Isso significa que apenas 32%, 22% e 50%, respectivamente, da variação do diâmetro granulométrico mediano são explicáveis pelo controle da profundidade. A simples comparação das curvas de ajuste já mostra que cada um dos setores apresenta um padrão próprio de distribuição. O setor I apresenta um rápido aumento do diâmetro mediano com o

Figura 5 – Faixas de ocorrências de famílias de curvas granulométricas de A – sedimentos regolíticos e da plataforma continental interna; e B, C e D dos sedimentos da plataforma continental interna, respectivamente, dos setores I, II e III

Figure 5 – Distribution of granulometric curves of A. Regolitic sediments and from the inner continental platform; B., C., and D. Sediments from the inner continental platform, respectively, for sectors I, II and III.

Figura 6 – Profundidades máximas de capacidade de mobilização dos sedimentos pelas ondas, segundo observações realizadas por Muehe & Sucharov (1981b)

Figure 6 – Maximum depths of sediment mobilization capability by waves, according Muehe & Sucharov (1981b) observations

aumento da profundidade, o que pode ser decorrência da presença de areias mais finas nas zonas mais abrigadas por efeito das ilhas. O setor II é bastante menos sensível à variação da profundidade, daí seu coeficiente de determinação mais baixo. Apresenta até os 35 m de profundidade diâmetros

medianos mais grossos que os do setor I, mas também acusa um aumento contínuo do diâmetro mediano com o aumento da profundidade. Esta menor variabilidade granulométrica decorre da ampla extensão de areias grossas característica deste setor. Finalmente, o setor III apresenta um aumento da dimensão da mediana até a profundidade de 25 m e, dali em diante, decréscimo acentuado em direção a profundidades maiores. Esse decréscimo resulta do depósito de areias finas que caracteriza este setor, o qual, por esta razão, apresenta uma distribuição que se aproxima do modelo idealizado de uma diminuição do tamanho das partículas com o aumento de distância da costa.

Na figura 11 são representados, para cada setor, os diâmetros medianos dos sedimentos em função da profundidade. Para os setores I e II (Fig. 11A e B) observa-se, apesar da dispersão, a tendência de aumento dos diâmetros com o aumento da profundidade. O setor III (Fig. 11C), ao contrário, apresenta para profundidades superiores a 25 m um agrupamento de areia fina a muito fina destacada do agrupamento principal.

Figura 7 – Distribuição das areias quartzosas e dos depósitos biodetríticos na plataforma continental interna. As areias são representadas de acordo com a classe textural definida por seu diâmetro mediano

Figure 7 – Distribution of quartz sands and biodetritic deposits on the inner continental platform. The sands are represented according to its median diameter.

Diagrama C-M A correlação gráfica do primeiro percentil (C), como valor representativo dos grãos mais grossos, com o valor da mediana (M) de uma distribuição granulométrica permitiu a Passega & Byramjee (1969) determinarem as condições hidráulicas atuantes na formação de um depósito sedimentar. Pela subdivisão do diagrama por linhas limites de $C = 0,0$ e $M = 2,3; 3,3$ e $6,0 \Phi$, os autores criaram classes de distintas condições de transportes e deposição, cujas características serão descritas.

Sedimentos das classes I, II e III representam misturas entre sedimentos finos transportados predominantemente em suspensão e sedimentos grossos transportados por rolamento. Valores de C menores que zero Φ representam grãos depositados próximos à área fonte. As classes IV, V e VII são constituídas por sedimentos predominantemente transportados em suspensão. Grãos mais finos que zero Φ , transportados por rolamento, podem estar presentes nessas classes. Trata-se, neste caso, de grãos inicialmente transportados em suspensão antes que passassem a ser transportados por rolamento. Nas classes IV e V, trata-se geralmente de depósitos de suspensões gradacionais, ou seja, suspensões cuja concentração e dimensão dos grãos aumenta com a profundidade. As deposições na classe IV ocorreram sob forte turbulência e, na classe V, sob turbulência moderada.

Diagramas C-M para profundidades de 5, 10, 15, 20, 25, 30, 35 a 40 e 40 a 50 m são representados na figura 12.

A tabela 3 resume as características dos sedimentos a partir dos diagramas C-M, segundo as condições hidráulicas de sedimentação de acordo com a classificação da Passega & Byramjee (1969).

A análise conjunta da figura 12 e da tabela 3 indica que a partir da zona rasa até profundidades de 15 m predominam sedimentos da classe IV, cujo transporte se fez em suspensão gradacional sob condições de elevada turbulência, refletindo o efeito da velocidade orbital das ondas sobre o fundo. À profundidade de 20 m ainda predominam os sedimentos da classe IV, mas já aparece um número significativo de sedimentos da classe I, ou seja, sedimentos compostos por

mistura de grãos grossos transportados por rolamento e mais finos transportados em suspensão. A partir da profundidade de 25 m predominam sedimentos da classe I.

O setor III, apesar de apresentar o maior número de amostras seguindo a tendência geral já descrita, apresenta algumas outras com características diferenciadas. Assim, entre 35 e 40 m, ocorrem duas amostras com o valor mediano mais fino que o das amostras do agrupamento principal, passando a se enquadrar na classe II, que, hidrodinamicamente, se caracteriza por menor turbulência que a classe I. Entre 40 e 50 m também se registra a ocorrência de amostras da classe II e mais ainda da classe VII, ou seja, amostras com o valor do primeiro percentil e da mediana mais fino que o do agrupamento principal. Trata-se de sedimentos transportados em suspensão uniforme sob condições de baixa turbulência.

O setor III, portanto, apresenta em profundidades superiores a 30 m dois depósitos com características granulométricas distintas. Um com areias de textura média a grossa, também típica para os outros setores, e outra com areia muito fina, não encontrada em outros locais da região estudada. Em ambos os depósitos, o valor da mediana varia proporcionalmente com o valor do primeiro percentil. Além desses depósitos, ocorrem ainda sedimentos nos quais o valor da mediana representa uma dimensão muito menor do que seria de esperar pelo valor do primeiro percentil. Essa constatação sugere que os sedimentos da classe VII representam misturas populacionais entre sedimentos reliquia, mais grossos, e sedimentos mais modernos, de granulometria mais fina.

Características morfooscópicas dos grãos de quartzo Análises morfooscópicas em 203 amostras da plataforma continental interna, até a isóbata de 20 m, e de praias e dunas entre a entrada da Baía de Guanabara e Cabo Frio (Muehe 1975) indicaram uma proporção de 80% a 100% de grãos trabalhados brilhantes. Elevadas proporções de grãos trabalhados brilhantes, nas praias Copacabana e Vermelha, no Rio de Janeiro, foram também constatadas por Cailleux

Figura 8 – Superfície de tendência, de quarta ordem, do diâmetro mediano das areias da plataforma continental interna

Figure 8 – 4th order trend surface of medians diameter of sands of the inner continental platform

Figura 9 – Superfície de tendência, de quinta ordem, da assimetria dos sedimentos da plataforma continental interna

Figure 9 – 5th order trend surface of asymmetry of sediments of the inner continental platform

(1961) e parecem ser típicas para as praias da região cujas areias vêm sendo submetidas a um longo trabalhamento por ação das ondas sem sofrer aporte significativo de sedimentos fluviais ou coluviais.

Não foi possível constatar diferenças significativas nos índices de trabalhamento (tabela 4) e nas características morfológicas dos grãos provenientes dos diferentes ambientes de sedimentação. Com a finalidade de também

analisar as características morfológicas dos grãos de quartzo da faixa mais profunda da plataforma continental interna (profundidades de 20 a 55 m), foram analisadas 22 amostras distribuídas pelos setores I, II e III. O resultado indicou uma diminuição da participação de grãos trabalhados brilhantes devido à presença de grãos fragmentados com arestas agudas. Esta característica se expressa por um menor valor do índice de trabalhamento. Mesmo assim, a proporção de grãos traba-

Figura 10 - Distribuição da dimensão mediana ($Md\Phi$) dos sedimentos da plataforma continental interna em função da profundidade da água

Figure 10 - Median dimension ($Md\Phi$) distribution of sediments from the inner continental platform as a function of water depth

lhados brilhantes é, em média, de 68%, sendo assim, segundo Cailleux (1961), ainda típico de ambiente de praia.

O teor de minerais pesados como indicador de transporte

O diâmetro mediano dos sedimentos, ao longo da isóbata de 20 m, está representado na figura 13A e o médio, equivalente ao quartzo dos minerais pesados contidos nos sedimentos, está representado na fig. 13B. Seguindo aproximadamente a variação do diâmetro mediano da amostra total, o diâmetro médio dos minerais pesados decresce no setor I em direção a leste e mantém-se, nos outros setores, entre 1 e 2 Φ , sem apresentar tendência de aumento ou diminuição progressiva. O decréscimo, observado no setor I, pode ser o resultado da influência das ilhas sobre a ação das ondas, criando localmente condições de menor turbulência, favorecendo a deposição de areias mais finas. A participação relativa dos minerais pesados, na amostra total (Fig. 13C), apresenta concentrações bastante elevadas no lado oeste do setor II e no terço oriental do setor III. A faixa de teores baixos - localizada entre as duas zonas enriquecidas, compreendendo grande parte do setor II e parte do III - também não apresenta tendência de modificação progressiva no teor de pesados. A participação relativa de minerais pesados, na fração entre 2 e 3 Φ (Fig. 13D), reflete aproximadamente o padrão descrito para os minerais pesados na amostra total. Apenas o setor II deixa de apresentar teores mais elevados a oeste, passando a apresentá-los mais a leste.

Tabela 3 - Classificação dos sedimentos da plataforma continental interna em função das condições hidráulicas de sedimentação

Table 3 - Sediments of the inner continental platform classified according to the sedimentary hydraulic conditions

Classe de condições hidráulicas de transporte/sedimentação	Profundidade da água (m)							
	5	10	15	20	25	30	35-40	40-50
I - Turbulência baixa/transp. suspensão e rolamento	I	I	I	I	X	X	X	X
II - Turbulência mais baixa que em I/transp. suspensão e rolamento	I						I	I
IV - Turbulência elevada/transp. suspensão gradacional	X	X	X	X				I
V - Turbulência moderada transp. suspensão gradacional	I	I	I					
VII - Turbulência baixa/transp. suspensão uniforme								X

X = maior frequência de amostras na classe

I = presença de amostras na classe

Tabela 4 - Índice de trabalhamento de grãos de quartzo com diâmetro em torno de 0,3 mm

Table 4 - Reworking index of quartz grains with diameter around 0,3 mm

	Duna	Praia	Zona de surfe	Plataforma continental interna	
				20 m	20-55 m
Índice	0,372	0,375	0,374	0,373	0,270
Erro-padrão	±0,017	±0,017	±0,019	±0,009	±0,028

As elevadas concentrações encontradas na amostra total dos setores II e III coincidem aproximadamente com areias de diâmetro mediano mais fino. Walger (1966) mostrou que o teor de minerais pesados tende a aumentar com a diminuição

Figura 11 - Agrupamento por setor dos diâmetros medianos ($Md\Phi$) das areias da plataforma continental interna em função da profundidade da água

Figure 11 - Median dimension ($Md\Phi$) of the sands of the inner continental platform grouped by sectors, as a function of water depth

Figura 12 – Diagrama C-M para várias profundidades. Setor I = (○); setor II = (+); setor III = (●). $\Phi = \Phi$
 Figure 12 – C-M diagram to several depths. Sector I = (○); sector II = (+); sector III (●)

do diâmetro médio da amostra, sem que isso implique uma indicação de direção de transporte. Por outro lado, a ocorrência de concentrações elevadas em extremidades opostas não condiz com a idéia de transporte numa só direção. Em vista da ocorrência de teores elevados em pontos localizados e da ausência de um gradiente de decréscimo contínuo, paralelo à costa, é mais provável que os enriquecimentos resultem de processos de mobilização sem o desenvolvimento de uma resultante de transporte paralelo à costa.

DISCUSSÃO DOS RESULTADOS O padrão de distribuição das areias quartzosas na plataforma continental interna entre Niterói e Ponta Negra apresenta-se irregular com depósitos de areia grossa e de fina a muito fina, distinguindo-se de um *background* regional de areia de textura média (Figs. 7 e 8). Este último reflete o diâmetro mediano predominante na fração arenosa dos sedimentos regolíticos das baixadas costeiras próxima (Fig. 5A). Apesar de se registrar, em todos os setores, uma correlação estatística significativa entre o diâmetro mediano dos sedimentos e a profundidade da água (Fig. 10), a maneira como se dá essa distribuição varia para cada setor, sugerindo condições diferenciadas na dinâmica de sedimentação.

A presença de sedimentos terrígenos arenosos na plataforma continental norte e sul do Brasil foi relacionada por Kowsmann & Costa (1974) a antigas posições do nível do mar no Quaternário, tendo sua deposição ocorrido durante fases regressivas com seccionamento durante a fase transgressiva subsequente. Das três zonas de concentração de terrígenos grossos, identificadas por esses autores, a mais próxima da costa compreende a faixa entre a linha de praia e profundidades entre 50 e 60 m, correspondendo assim à plataforma continental interna. Na plataforma norte, a deposição de sedimentos arenosos continua ativa por ação do

Rio Amazonas (Zembruski *et al.* 1971, Figueiredo *et al.* 1972). Já na plataforma interna do Rio Grande do Sul, a contribuição fluvial se limita à área de influência do Rio da Prata e da Lagoa dos Patos (Martins *et al.* 1972), o que levou Kowsmann & Costa (*op. cit.*) a classificarem as frações terrígenas grossas dessa plataforma como sendo sedimentos reliquários em fase de retrabalhamento por processos atuais.

Depósitos de sedimentos reliquários, na plataforma continental interna na Depressão Maranhense, no Delta do Paraíba do Sul e ao largo de Albardão, no Rio Grande do Sul, foram interpretados por Kowsmann & Costa (1980) como remanescentes da erosão e conseqüente recuo da costa em compasso com a transgressão Flandriana. Também Ponçano & Gimenez (1985) consideram como prováveis reliquias os sedimentos arenosos da Baía de Santos ao levarem em conta idêntica possibilidade levantada por Bittencourt *et al.* (1976) para as areias de fundo da Baía de Todos os Santos.

A presença de areia grossa em frente a Itaipuaçu sugere diretamente uma relação entre esses sedimentos e os da praia do mesmo nome, cuja granulometria grossa a muito grossa, contendo ainda grânulos e pequenos seixos bem trabalhados, distingue-se das outras praias da região cujas areias são mais finas. A origem desta granulometria parece localizar-se na presença abundante de matações de quartzo que deram origem aos seixos e grânulos encontrados nos sedimentos fluviais e coluviais da baixada de Itaipuaçu, característica não encontrada nas demais baixadas. Apesar de não terem sido encontrados seixos nos sedimentos da plataforma, o que pode decorrer de deficiência na amostragem, são abundantes as amostras contendo grãos de dimensões superiores a -1Φ (2 mm), principalmente em profundidades maiores que 30 m. Uma outra possibilidade, considerando a extensão desse depósito mais para oeste em direção à Baía de Guanabara, é encontrar ali a origem dos sedimentos grossos que poderiam estar associados ao paleocanal que drenava a depressão da

Figura 13 – Variação da proporção de minerais pesados ao longo da isóbata de 20 m: A. diâmetro mediano dos sedimentos; B. diâmetro mediano (equivalente ao quartzo) da fração de minerais pesados; C. participação, em peso, dos minerais pesados na amostra total; e D. participação em peso, dos minerais pesados na fração de 2 a 3 Φ .

Figure 13 – Heavy mineral proportion variation along the 20 m isobath; A. medium diameter of the sediments; B. medium diameter (equal to quartz) of the heavy mineral part; C. weigh participation of the heavy minerals on the total sample; D. Weigh participation of the heavy minerals on fractions 2 and 3 Φ .

atual Baía de Guanabara. A posição desse canal ainda não é conhecida. Considerando, porém, a direção preferencial NE-SW dos promontórios, reflexo do fraturamento tectônico, é improvável que o escoamento tenha infletido para leste. Para o outro depósito de areia grossa, nas proximidades de Ponta Negra, a possível relação com os sedimentos praias não é evidente. A granulometria mais fina desses últimos deve ser o reflexo do conjunto de classes texturais existentes na plataforma do setor III. Por outro lado, a presença de lagunas resultantes do bloqueio de desembocaduras fluviais por construção de cordões litorâneos, como as lagoas de Maricá, Guaratiba e Guarapina, evidencia que existiu ali uma paleodrenagem que levava sedimentos fluviais à plataforma continental interna. Mas, qualquer que seja a origem dessas areias grossas, as mesmas, por suas características morfooscópicas, foram submetidas a processos hidrodinâmicos típicos da zona próxima à praia, representando, na posição que hoje se encontram, testemunhos da retrogradação da linha de costa em adaptação ao nível do mar, de modo análogo ao descrito por Kowsmann & Costa (1980) para o Rio Grande do Sul. Constituem ainda depósitos relíquias devido à absoluta ausência atual de aporte continental de areias com essa dimensão.

O predomínio da areia média reflete aparentemente o predomínio dessa classe textural na fração arenosa dos regolitos, constituindo assim como que um *background* regional. Sua menor dimensão, quando comparada com as areias grossas, confere-lhes maior suscetibilidade de

transporte, o que talvez explique sua concentração preferencial em profundidades inferiores a 30 m. Essas areias também são relíquias pela mesma razão apresentada para as areias grossas.

A presença de areia fina a muito fina, a leste das ilhas Maricás, e portanto entre os dois depósitos de areia grossa, aparentemente não resulta da remoção das frações arenosas finas desses depósitos. No caso de Itaipuaçu, parece que a disponibilidade de areias finas foi sempre reduzida já que ali o desenvolvimento de dunas costeiras é muito incipiente. Além disso, haveria necessidade de mobilização dos sedimentos no sentido paralelo à costa. Isto, tanto, pela localização dos depósitos de areia grossa e suas características granulométricas quanto pela análise do teor de minerais pesados e pelos resultados das medições correntométricas (Muehe & Sucharov 1981b), não parece ocorrer, pelo menos em profundidades superiores a 30 m. Para essas profundidades, as medições correntométricas indicam que as velocidades de fluxo, medidas próximas ao fundo, geralmente não ultrapassam a velocidade crítica de mobilização dos sedimentos e que a direção das correntes tende a se dirigir para o litoral ou para o mar aberto e não no sentido paralelo à costa (Muehe & Sucharov 1981a). Assim, excluídas essas possibilidades, sua origem está possivelmente ligada à introdução de sedimentos fluviais antes do fechamento dos cordões litorâneos à frente das lagunas de Guarapina e Guaratiba. Como essas lagunas são fechadas apenas por um cordão, de altura correspondente à dos cordões mais recentes, é provável que a interrupção do aporte de sedimentos continentais se fez mais tardiamente que no setor II, o que caracterizaria uma deposição mais recente dessas areias finas. Algum aporte de sedimentos ainda ocorre pelo canal de Ponta Negra e durante as aberturas temporárias do cordão litorâneo na Barra de Maricá. São, porém, aportes reduzidos provavelmente sem expressão na distribuição dos sedimentos da plataforma interna. Exceção é a embocadura da Baía de Guanabara, onde a maré vazante forma um delta submarino no limite oriental da área de estudo.

Em resumo: o que se observa é uma plataforma continental interna sem aporte significativo de sedimentos terrígenos arenosos, com mobilizações dos sedimentos aparentemente limitadas à faixa de profundidade inferior aos 30 m. Apresenta padrões texturais distintos, nos quais as areias médias refletem a textura predominante nas frações arenosas dos sedimentos continentais, as areias grossas representam testemunhos da retrogradação da linha de costa em ajustamento à transgressão holocênica e as areias finas a muito finas, depósitos mais modernos introduzidos na plataforma na fase final do fechamento dos cordões litorâneos.

As inferências feitas ajustam-se ao modelo descrito por Swift (1976), segundo o qual o regime autóctone de mobilização dos sedimentos, característicos para muitas plataformas continentais submetidas a rápida ascensão eustática pós-glacial, alterou-se inicialmente com a brusca redução da referida taxa de elevação, há cerca de 7.000 anos B.P., para um regime alóctone, permitindo o aporte das frações finas dos sedimentos fluviais, para novamente voltar ao regime autóctone, no qual os sedimentos superficiais deixam de receber o aporte continental.

CONCLUSÃO Na área de estudo, a quase ausência de aporte de sedimentos terrígenos indica que os depósitos arenosos da plataforma continental interna são constituídos essencialmente por sedimentos relíquias.

A presença de depósitos distintos de areia grossa, média e fina permite interpretá-los como respostas diferenciadas aos processos hidrodinâmicos e como resultado da evolução geológica dos últimos episódios no litoral. Assim, os depósitos de areias quartzosas grossas constituem depósitos residuais relíquias, testemunhos da retrogradação da linha de costa nos

Figura 14 – Os cordões litorâneos da área de estudo e a formação dos cordões duplos.

Figure 14 – Coastal strings of studied area and the origin of paired strings.

estágios finais da transgressão Flandriana. Já os depósitos de areia média aparentemente refletem a ampla disponibilidade dessa classe textural nos sedimentos regolíticos, dos quais, em última análise, provêm as areias quartzosas da plataforma continental. Sua ocorrência em profundidades de preferência inferiores a 30 m pode ser decorrente de sua maior facilidade de transporte quando comparado com as areias grossas. O depósito de areias finas aparentemente reflete o estágio até o fechamento dos cordões litorâneos quando essas frações, de origem fluvial, eram ainda introduzidas na plataforma, indo depositar-se, após a passagem pela zona próxima à praia, de elevada turbulência, em profundidades não mais afetadas pela ação das ondas. Representando o último episódio de aporte de sedimentos continentais, a idade do depósito de areias finas é forçosamente mais recente que o das areias médias e grossas. Entretanto, apesar de seu caráter mais moderno, o reduzido aporte de sedimentos continentais possivelmente os coloca também na classificação de sedimentos reliquias.

Agradecimentos Ficam aqui expressos os agradecimentos à Diretoria de Hidrografia e Navegação (DHN), do Ministério da Marinha, pela utilização do Navio Oceanográfico *Almirante Câmara* para a realização da campanha de coleta de amostras e medição correntométricas durante as Operações Geomar X Geocost Rio I; e aos geólogos Hernani A. Chaves e Renato O. Kowmann da Petrobrás e à Professora Denise Rivera-Tenenbaum, dos departamentos de Biologia Marinha da UFRJ e Oceanografia da UERJ, pela revisão crítica do texto. Os recursos financeiros foram concedidos pelo CNPq e pelo CEPG/UFRJ. As operações oceanográficas foram realizadas no âmbito do Programa de Geologia e Geofísica Marinha (PGGM).

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ALMEIDA, F.F.M. de. 1976. The system of continental rifts bordering the Santos Basin, Brazil. *An. Acad. bras. Ciênc.*, 48(Supl.):15-26.
- AMADOR, E.S. & MEIS, M.R.M. 1972. Processos de sedimentação da Formação Macacu. *An. Acad. bras. Ciênc.*, 44(3-4):602.
- ASMUS, H.E. & FERRARI, A.L. – 1978. Hipótese sobre as causas do tectonismo Cenoizóico na região sudeste do Brasil. In: PETROBRÁS/ Aspectos estruturais da margem continental leste e sudeste do Brasil. Rio de Janeiro. CENPES, p. 75-88. (Série Projeto REMAC 4)
- BIGARELLA, J.J. & ANDRADE, G.O. de. 1956. Contribution to the study of the Brazilian Quaternary. *Geol. Soc. Am. Bull.*, Special Paper, 84:433-451.
- BITTENCOURT, A.C. DA S.P.; FERREIRA, Y.A.; NAPOLI, E. 1976. Alguns aspectos da sedimentação na Baía de Todos os Santos, Bahia. *Rev. Bras. Geoc.*, 6(4):246-263.
- BRAND, G. 1955. Sedimentpetrographische Untersuchungen zum Erkennen der Sandwanderungsvorgänge am Strand, im Flachwasser und dem daran anschliessenden Seegebiet. *Meyniana* 4:84-111.
- CAILLEUX, A. 1961. *Application à la Géographie des méthodes d'étude des sables et des galets*. Curso de Altos Estudos Geográficos. Universidade do Brasil. Centro de Pesquisas de Geografia do Brasil, Rio de Janeiro, 151 p.
- COUTINHO, J.M.V. & COIMBRA, A.M. 1974. Os pesados do Barreiras na costa oriental brasileira: Estudo de áreas-fonte. In: CONGR. BRAS. GEOL., 28, Porto Alegre. 1974. *Anais...* Porto Alegre, SBG, v. 5, 27-41.
- EMERY, K.O. 1938. Rapid method of mechanical analysis of sands. *J. Sed. Petrol.* 8(3):105-111.
- FIGUEIREDO Jr., A.G.; GAMBOA, L.A.P.; GORINI, M.A.; ALVES, E.A. 1972. Natureza da sedimentação atual do Rio Amazonas; testemunhos e geomorfologia submarina. In: CONGR. BRAS. GEOL., 26, Belém, 1972. *Anais...* Belém, SBG, v. 2, p. 51-56. Simp. Oceanogr. e Geol. Marinha, 1.
- FOLK, R.L. & WARD, W.C. 1957. Brazos river bar: a study in the significance of grain size parameters. *J. Sed. Petrol.*, 27:3-26.
- HINTZ, R.A. 1956. Methodisch-sedimentpetrologische Untersuchungen in der Strander Bucht. *Meyniana*, 5:93-102.
- KING, L.C. 1956. A geomorfologia do Brasil oriental. *Rev. Bras. Geogr.*, XVIII(2):147-265.
- KOWSMANN, R.O. & COSTA, M.P. de A. 1974. Paleolinhas de costa na plataforma continental das regiões sul e norte brasileira. *Rev. Bras. Geoc.*, 4:215-222.
- KOWSMANN, R.O. & COSTA, M.P. de A. 1980. Bancos arenosos holocênicos da plataforma continental interna brasileira: Gênese e potencial mineral. *Notícia Geomorfológica*, 20(39-40): 3-20.

- LIGUS (Laboratoire de l'Institut de Géographie de l'Université de Strasbourg). 1958. Méthode améliorée pour l'étude des sables. *Rev.Géom.Dyn.*, IX:43-54.
- MARTINS, L.R.; MELO, U.; FRANÇA, A.M.C.; SANTANA, C.I.; MARTINS, I.R. 1972. Distribuição faciológica da margem continental sul-riograndense. In: CONGR.BRAS.GEOL., 26 Belém, 1972 *Anais...* Belém, SBG. v.2, p. 115-132. Simp. Oceanogr. Geol. Marinha, 1.
- MEIS, M.R.M. & AMADOR, E.S. 1977. Contribuição ao estudo do Neocenoico da baía da Guanabara - Formação Macacu. *Rev.Bras.Geoc.*, 7(2):150-174.
- MUEHE, D. 1975. *Análise ambiental no sistema costeiro sul-oriental do Estado do Rio de Janeiro*. Rio de Janeiro, 141p. (Tese de Mestrado, UFRJ).
- MUEHE, D. 1979. Sedimentology and topography of a high energy coastal environment between Rio de Janeiro and Cabo Frio, Brasil. *An.Acad.bras.Ciênc.*, 51(3):473-481.
- MUEHE, D. 1983. Consequências hidroclimáticas das glaciações quaternárias no relevo costeiro a leste da Baía de Guanabara. *Rev.Bras.Geoc.*, 13(4):245-252.
- MUEHE, D. & BARBOSA, J.L. 1982. Resultados texturais da análise de amostras da plataforma continental interna coletadas durante a Operação Geomar X entre a Baía de Guanabara e Ponta Negra, RJ. *Geografia*, 7(13-14):137-146.
- MUEHE, D. & DOBEREINER, C. 1977. Dinâmica do fundo marinho ao longo do pier de Ipanema. *An.Acad.bras.Ciênc.*, 49(2):281-286.
- MUEHE, D. & SUCHAROV, E. 1981a. *LXXI Comissão Oceanográfica. Operação Geocosta Rio I, Costa Leste/Geologia Marinha*. Relatório de bordo. Diretoria de Hidrografia e Navegação (DHN). DG 32-IX: 48p.
- MUEHE, D. & SUCHAROV, E. 1981b. Considerações sobre o transporte de sedimentos na plataforma continental nas proximidades das ilhas Maricás, RJ. *Rev.Bras.Geoc.*, 11(4):238-246.
- PACHUR, E.J. 1966. *Untersuchungen zur morphoskopischen Sandanalyse*. II Geographisches Institut der Freien Universität Berlin, 4:35p.
- PASSEGA, R. 1957. Texture as characteristics of clastic deposition. *Amer.Assoc. Petrol.Geol.Bull.*, 41(9):1952-1934.
- PASSEGA, R. 1964. Grain size representation by CM patterns as a geological tool. *J.Sed.Petrol.*, 34(4):830-847.
- PASSEGA, R. & BYRAMJEE, R. 1969. Grain size image of clastic deposits. *Sedimentology*, 13(3-4):233-252.
- PONÇANO, W.L. & GIMENEZ, A.F. 1985. Variações das fácies granulométricas dos sedimentos de fundo da Baía de Santos. *Rev.Bras. Geoc.*, 15(4):322-324.
- PONZI, V. 1978. *Aspectos sedimentares da plataforma continental interna do Rio de Janeiro entre Saquarena e Ponta Negra*. Porto Alegre, 89p. (Tese Mestrado, UFRGS).
- RUELLAN, F. 1944. A evolução geomorfológica da Baía de Guanabara e das regiões vizinhas. *Rev.Bras.Geogr.*, VI(4):443-508.
- SYMAP. 1976. *Synagraphic Computer Mapping, Version 5.20*. Laboratory for Computer Graphics And Spatial Analysis. Harvard University.
- SWIFT, D.J.P. 1976. Continental shelf sedimentation. In: STANLEY, D.J. & SWIFT, D.J.P. eds. *Marine sediment transport and environmental management*. John Wiley & Sons. p.311-350.
- SWIFF, D.J.P.; DILL, C.E., Jr., McHONE, J. 1971. Hydraulic fractionation of heavy mineral suites on an unconsolidated retreating coast. *J.Sed.Petrol.*, 41(3):683-690.
- T RICART, J. 1958. Division morphoclimatique du Brésil atlantique centrale. *Rev.Géom.Dyn.*, IX:1-2.
- VAN ANDEL, T.H. 1959. Reflections on the interpretation of heavy mineral analyses. *J.Sed.Petrol.*, 29(2):153-163.
- WALGER, E. 1966. Untersuchungen zum Vorgang der Transportsonderung von Mineralen am Beispiel von Strandsanden der westlichen Ostsee. *Meyniana*, 16:55-106.
- ZEMBRUSCKI, S.G.; GORINI, M.A.; PALMA, J.J.C.; COSTA M.P. DE A. 1971. Fisiografia e distribuição dos sedimentos superficiais da plataforma continental norte brasileira. *Bol.Téc. Petrobrás*, 14(3/4):127-155.

Manuscrito 328

Recebido em 15 de julho de 1985

Revisão recebida em 23 de maio de 1988

Revisão aceita em 19 de outubro de 1988

À medida que a geologia amadureceu como ciência, seus praticantes começaram a decifrar a história registrada nos sedimentos e a especular sobre os mistérios das estruturas geológicas visíveis.

Charles L. Drake, 1987, *Episodes* 10(4): p.235