

Comportamento Morfodinâmico das Praias e Zona Submarina Adjacente do Litoral Sul de Macaé, RJ

Mauricio de Souza Guimarães

Programa de Pós-Graduação em Geologia e Geofísica Marinha. E-mail:
mauricio@igeo.uff.br

José Antonio Baptista Neto.

Departamento de Geografia, Universidade Estadual do Rio De Janeiro/FFP. Programa de Pós-Graduação em Geologia e Geofísica Marinha. E-mail: jneto@igeo.uff.br.

Guilherme Borges Fernandez

Departamento de Geografia, Universidade Federal Fluminense. Programa de Pós-Graduação em Geologia e Geofísica Marinha. E-mail: guilherme@igeo.uff.br.

Resumo

Com o início da exploração petrolífera na Bacia de Campos em 1977 e instalação da Petrobrás em Macaé, a pequena cidade do interior do Rio de Janeiro deu lugar a uma das mais importantes cidades do Estado. A integração entre o monitoramento mensal de perfis de praia e o mapeamento dos parâmetros granulométricos da praia e plataforma continental interna permitiram uma avaliação do comportamento morfodinâmico do litoral de Macaé, possibilitando a identificação de diferentes segmentos morfodinâmicos ao longo do litoral. Desta forma, após 14 meses de monitoramento do litoral sul de Macaé foi possível o reconhecimento de quatro compartimentos morfodinâmicos distintos: um refletivo (praia do Campista), um intermediário com tendência a dissipativo (praia dos Cavaleiros), um intermediário (praia do Pecado no trecho do perfil H) e um intermediário com tendência a refletivo (praia do Pecado no trecho do perfil I).

Palavras chave: morfodinâmica de praia; transporte de sedimentos; antepraia.

Abstract

Macaé city is the most important city of the Campos Basin and experiment a fast developed of hydrocarbon activities. During 14 mouths it was carried out topographic beaches surveys along coastline of Macaé. At the same period it was collected sediments samples along the shoreface and part of inner continental shelf. The integration between beach profiles and shoreface sedimentation suggest that arrows of sediment dynamics along shoreface are the most important factor to understand the beach behavior.

Key words: beach morphodynamics; sediment transport; shoreface.

1. Introdução

O litoral apresenta seqüências de ambientes onde agem de maneira interligada aspectos oceanográficos, meteorológicos e continentais que formam um mosaico de feições erosivas e deposicionais submetidos a dinâmicas distintas. Desta maneira, alguns ambientes da zona costeira, como por exemplo, as praias, apresentam uma intensa dinâmica sedimentar, onde ocorrem interações entre forçantes hidrodinâmicos impulsionados por eventos meteorológicos que comandam processos de ganho e perda

de sedimentos, que ocorrem naturalmente em períodos de poucos anos ou até mesmo em poucos dias. A ciclicidade entre erosão e deposição de sedimentos envolvendo hidrodinâmica e modificações morfológicas correspondem ao termo composto morfodinâmica costeira (Wright & Thom, 1977).

Entre todos os ambientes litorâneos, as praias representam sem dúvida a de maior intensidade (Davis Jr., 1985). É interessante notar que, a falsa percepção da população em geral em relação a estabilidade da linha de costa fez com que recentemente edificações e benfeitorias fossem construídas dentro do perfil ativo da praia, o que invariavelmente as coloca em risco de danos ou mesmo desabamento, no caso de eventos extremos de tempestade ou tendências de retrogradação da linha de costa.

O conhecimento de como as praias expostas, submetidas a eventos de alta energia responde aos processos erosivos é o principal fator de motivação deste trabalho na área de Macaé. O estudo da morfodinâmica costeira é importante na cidade de Macaé, devido o gradual aumento do número de habitantes que o município vem apresentando nos últimos anos, fruto da intensificação das atividades de exploração de petróleo realizadas na bacia de Campos. Isto invariavelmente irá demandar por parte desta população a construção de novas benfeitorias e construções à beira mar, fato parcialmente consolidado atualmente na cidade.

O principal foco desta pesquisa é o estudo das características morfodinâmicas de três praias contínuas, localizadas no litoral sul do município de Macaé. Para tal, foram realizados perfis topográficos mensais associados à coleta de sedimentos ao longo do perfil praiial. Além disso, foi realizada uma avaliação do padrão granulométrico dos sedimentos da zona submarina adjacente e aplicação de um modelo vetorial de transporte litorâneo, a fim de se compreender os processos de sedimentação e os fatores responsáveis pelas alterações do litoral em questão.

2. Características geológicas, geomorfológicas e oceanográficas

No município de Macaé são observados afloramentos do cristalino na linha de costa do Rio de Janeiro, que condicionam a desembocadura do rio Macaé e uma série de praias encaixadas no relevo, além do arquipélago de Santana. Ao norte do rio desenvolve-se a extensa planície costeira do Paraíba do Sul. Em relação a dinâmica das praias destacam-se trabalhos de Bastos (1997), Bentes et al.(1997). Via de regra as

praias da planície costeira apresentaram características refletivas com pouca variabilidade topográfica.

Esse litoral é circundado por elevações formadas por afloramentos rochosos do embasamento cristalino, responsáveis pelo curto trecho de litoral recortado separando duas planícies costeiras distintas e permitindo subdividir o litoral de Macaé em dois compartimentos distintos. Ao norte do Rio Macaé, o litoral é formado pela planície costeira do Rio Paraíba do Sul onde se desenvolve um amplo arco com direção de SW-NE. Entre o rio e a ponta de Imbetiba o litoral é caracterizado por pequenas praias encaixadas onde predominam praias de alta energia. Na plataforma continental interna se destaca o arquipélago de Santana, formado por afloramentos Cristalinos.

As praias do litoral encaixado são denominadas do Campista, Cavaleiros e Pecado, e se encontram ancoradas entre pequenos promontórios rochosos formando seqüências de sistemas barreira-laguna à retaguarda, numa típica morfologia observada nas planícies costeiras do litoral fluminense. A urbanização crescente em Macaé, soterrou o que provavelmente seriam brejos alagado ou lagoas na depressão no reverso da praia do Campista. Na praia do Pecado ainda é possível a visualização da lagoa de Imboassica entre o relevo cristalino e a praia atual (Fig. 1).

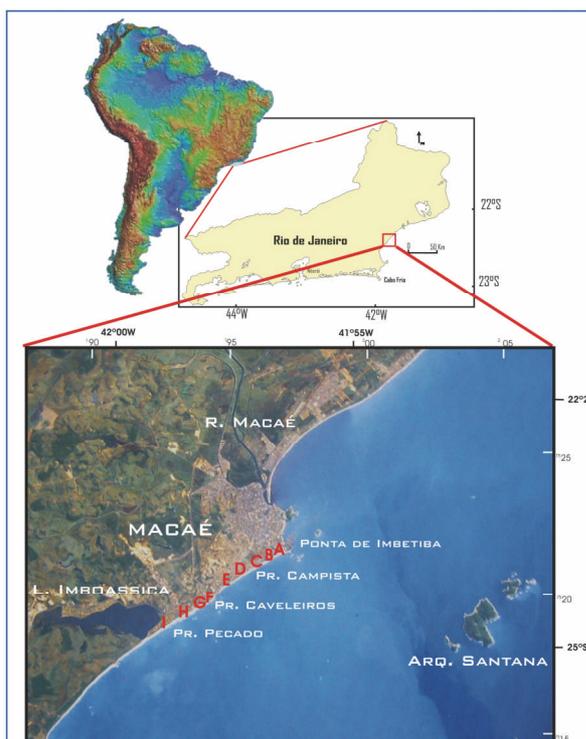


Figura 1 - Localização da área de estudo. É possível notar a formação do sistema lagunar em função da migração transgressiva da barreira em direção ao continente, de idade holocênica. As letras em vermelho mostram o posicionamento de perfis de praia monitorados neste trabalho.

A formação do sistema barreira-laguna (Fig.1) é provavelmente resultado da última oscilação positiva do nível do mar identificada na costa brasileira ocorrido a 5300 A.P. e o posterior recuo até o nível atual (Suguio et al., 1985), portanto de idade holocênica.

Segundo Pinho (2003) os ventos dominantes são do quadrante N,NE e E com grande predomínio de ventos do quadrante NE associados a influência da Alta Pressão do Atlântico Sul. Os ventos de S,SE estão relacionados a passagens periódicas de frentes frias, que atingem a região principalmente no outono e inverno.

Com relação à passagens de frentes frias, os ventos rodam para N e NW (pré frontais) e SW, S e SE (pós-frontais). De acordo com Schreiner *et al.* (2000), a intensidade média dos ventos de NE é de 5 a 10 nós, suplantando em intensidade apenas pelo vento S na ocasião de chegada de frentes frias (até 30 nós).

A caracterização do clima de ondas está diretamente relacionada ao padrão bimodal dos ventos na região, como observado no estudo realizado por Pinho (2003) a partir da análise da série temporal de cerca de quatro anos de dados de ondas coletados na Bacia de Campos. A bóia utilizada para as medições de onda (tipo heave-pitch-roll) ficou fundeada de março de 1991 a março de 1993 no Campo de Marlim, a uma profundidade de 1250m. Posteriormente a mesma bóia foi fundeada no Campo de Barracuda, a uma profundidade de 1050m permanecendo neste local de janeiro de 1994 a junho de 1995.

De acordo com o autor o sistema hidro-meteorológico dominante na região foi classificado a partir de quatro condições de mar:

- **Situação de Bom Tempo:** Caracterizado por mares de N, NE e E (principalmente NE) que ocorre quando o sistema de alta pressão do Anticiclone do Atlântico Sul domina a circulação atmosférica da região. Esta é a situação mais comum caracterizada por ventos do quadrante norte que podem atingir grandes intensidades e mares não muito severos. Nesta situação de mar, as ondas significativas (indicam a severidade e energia de um mar), com maior percentual de ocorrência apresentam períodos entre 6 e 7 segundos e alturas significativas mais freqüente entre 1.5 e 2m, embora foram observadas ondas com H_s na faixa de 3 e 4m e período de 8 segundos. Estas ondas estão associadas às situações mais severas para condição de tempo bom, caracterizadas por mares e ventos com direções tipicamente de norte.

- **Situação de Bom Tempo com marulhos de sul:** O marulho tem períodos mais freqüente entre 11 e 12 s e H_s também entre 1.5 e 2m. Os maiores períodos significativos observados estão entre 16 e 18 s e as maiores alturas significativas entre 2.5 e 3.5m.

- **Situação de tempestade de SW:** Caracterizado por mares de SW e S gerados sempre que há a passagem de uma frente fria seguida de um ciclone extratropical. São as situações mais severas de mar. As ondas significativas têm alturas mais freqüentes entre 1.5 e 2m, e períodos de pico mais freqüente na faixa de 8 e 12 s. Os maiores valores de altura e período significativo são de aproximadamente 6m e 16s, respectivamente e estão associados à direção de pico espectral de 210°.

- **Situação de tempestade de SE:** Ocorre quando após a passagem de uma frente fria, um anticiclone polar domina a circulação na região. A ondas significativas mais freqüentes tiveram períodos entre 9 e 12 s e alturas entre 2 e 3m. Os maiores períodos significativos observados são inferiores a 14s e os maiores períodos de pico tinham entre 14 e 16s. As maiores alturas significativas têm valores entre 4e 4.5m.

As marés da região são caracterizadas como desigualdades diurnas, com duas preamar e duas baixamar. Segundo informações da DHN para a Ponta de Imbetiba em Macaé, a variação de maré de sizígia alcança 1,3m em maré alta de sizígia e 0,3 em maré baixa. O nível médio do estabelecido pela Carta Náutica 1507 é de 0,90 m acima do nível médio de redução.

3. Metodologia

3.1. Morfodinâmica de praia

O reconhecimento das variações morfológicas ao longo dos arcos de praia foi obtido por métodos tradicionais de levantamentos topográficos em praias, tais como balizas de Emery, teodolito e mira. Foram escolhidos nove pontos ao longo das praias do Campista, Cavaleiros e Pecado, mais precisamente cinco estações na primeira, duas na praia dos Cavaleiros e duas na última (Fig. 2).

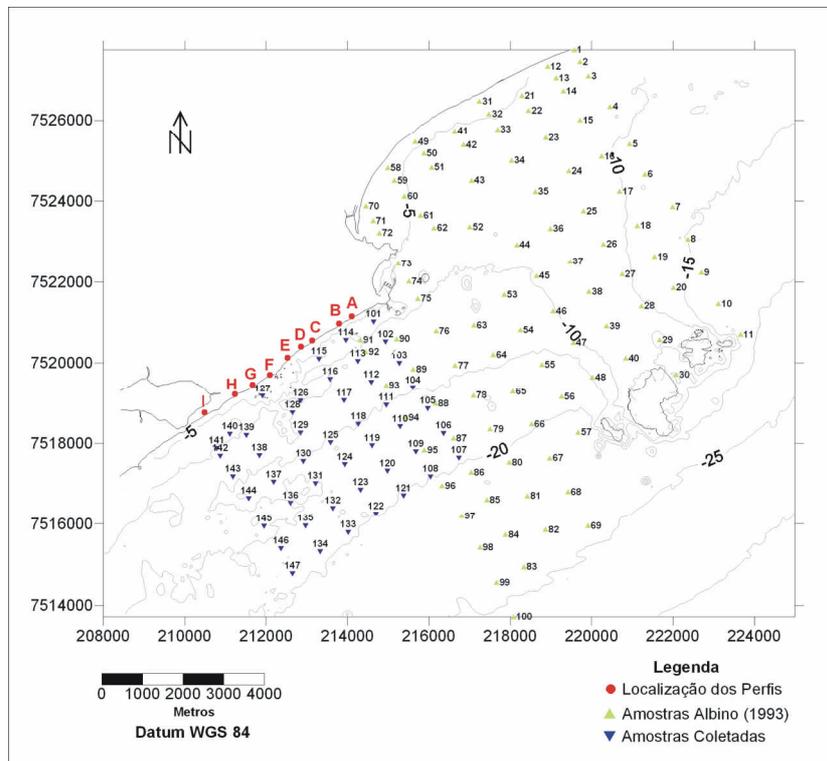


Figura 2. Mapa com localização dos perfis topográficos e das amostras de fundo.

Em cada um dos pontos foram realizados levantamentos topobatimétricos sistemáticos da praia, não somente na parte emersa, mas sempre que as condições oceanográficas permitiram, o perfil foi prolongado para a zona submarina atingindo uma profundidade de aproximadamente 3.5 m. A partir destes levantamentos foi possível a caracterização do comportamento morfodinâmico da praia ao longo de um período de 14 meses. Concomitantes aos levantamentos topográficos foram coletadas amostras de sedimentos superficiais nos diferentes compartimentos do perfil praiial.

A partir destes perfis procurou-se descrever as características morfodinâmicas dos diferentes pontos de acordo com a terminologia e os parâmetros morfométricos propostos por Wright & Short (1984), Short & Hesp (1982). Os dados das condições oceanográficas foram observados no momento da realização dos perfis de praia, incluindo altura e período da onda, obliquidade de incidência das ondas, tempo de espraimento e refluxo foram obtidos pelos métodos visuais descritos por Muehe (1996).

Com o intuito de se descrever as características morfodinâmicas dos diferentes pontos, avaliar setores mais sensíveis a eventos erosivos e ainda reconhecer diferentes compartimentos geomorfológicos e morfodinâmicos ao longo do litoral, foram utilizados os parâmetros morfométricos de acordo com os parâmetros morfométricos propostos por Wright e Short (1984) e Short e Hesp (1982),

Foi ainda calculado o parâmetro *Delta* (•) sugerido por Muehe (1998), visto que a utilização do parâmetro • proposto por Dean para a identificação do estado morfodinâmico no momento da observação muitas vezes apresenta resultados insatisfatórios, devido à baixa correlação entre a velocidade de decantação dos sedimentos da face da praia e o gradiente topográfico (Muehe, 1998).

Com o intuito de se avaliar as variações volumétricas entre os perfis de praia, foi utilizado o *Interactive Survey Reduction Program 2.81 (ISRP)*, Bierkmeier *et al.*, 2000) idealizado para o U.S. Army Corps of Engineers (Fig. 3). Este programa foi originalmente desenvolvido para o processamento de dados levantados em praias e antepraia e oferece uma comparação entre dois perfis, estimando o volume de sedimento erodido e depositado acima de um datum, e também o deslocamento da linha de praia. O volume calculado e expresso em m^3/m corresponde a uma área da seção transversal multiplicada por uma unidade de largura (1m).

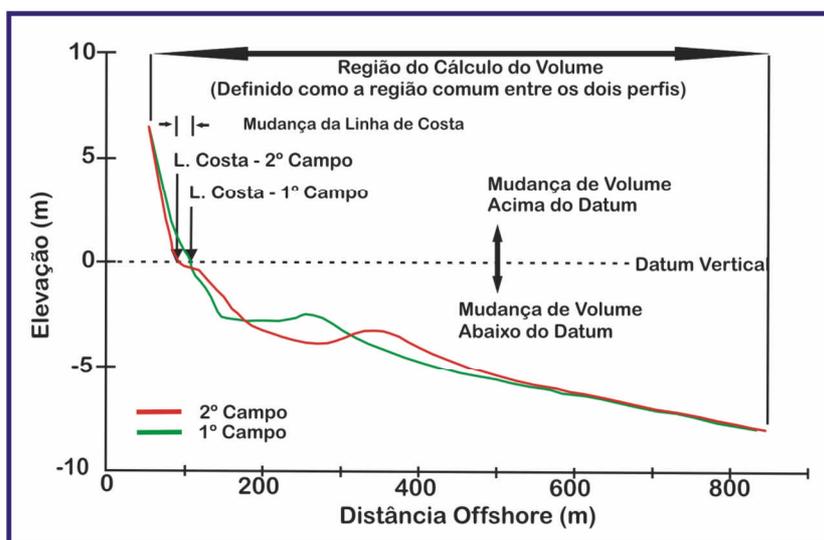


Figura 3. Representação gráfica de como é calculado a variação de volume pelo *ISRP*.

3.2. Morfologia, sedimentação e transporte na zona submarina

O reconhecimento da cobertura sedimentar da zona submarina foi feito com uma campanha de coleta de sedimento de fundo utilizando busca fundo do tipo Van-Veen de operação manual a bordo de embarcação de pequeno porte. Para a organização de uma grade amostral foram traçados 7 perfis perpendiculares à costa e 7 paralelos, com pontos de coleta espaçadas a cada 500 metros ao longo do perfil, 700 metros entre cada perfil. Foram ainda utilizados dados de sedimentos de fundo obtidos por Albino (1993), o que

possibilitou um melhor reconhecimento da cobertura sedimentar do litoral de Macaé. Deste modo, foram utilizadas um total de 147 amostras de fundo (Fig. 2).

Os dados de batimetria foram obtidos através da digitalização da folha de bordo 1507 da DHN, na escala de 1:15000 utilizando o programa *Didger da Golden Software Inc.* Para geração do mapa foram traçadas isobatimétricas de 1 em 1 metro.

Para que se possa inferir a direção e magnitude do transporte litorâneo foi utilizado o programa *Grain-size Trend Analysis (GSTA, Gao, 1996)*. Para que se utilize este modelo são necessárias à coleta e análise granulométrica de sedimentos de fundo. Para cada estação, são calculados os parâmetros granulométricos (Diâmetro Médio, Desvio-Padrão e Assimetria) para determinar empiricamente o transporte litorâneo utilizando o modelo vetorial desenvolvido por Gao & Collins (1992).

4. Resultados e discussão

A morfodinâmica costeira de parte do litoral de Macaé reflete uma rede bastante complexa entre forçantes, morfologia, transporte e características sedimentares, representativas de diferentes ambientes costeiros, que foram possíveis de serem relacionados, a partir da análise integrada dos dados. Desta forma as variações observadas entre o padrão morfodinâmico das praias relacionados com a sedimentação, topografia, análise vetorial de transporte de sedimentos, associados ao padrão de ondas na região permitem levantar algumas considerações que contribuem com o objetivo deste trabalho que foi traçar um quadro coerente que rege estas interações.

A variação espacial da morfologia das praias na área de estudo mostra que as características morfodinâmicas observadas na praia do Campista foram sensivelmente diferentes da praia dos Cavaleiros e do Pecado. Enquanto que a praia do Campista se mostrou fortemente refletiva (Fig. 4), tanto em termos da parametrização como na resposta morfológica, as praias dos Cavaleiros e do Pecado foram classificadas de forma intercalada entre intermediário e intermediário/refletivo (Fig. 5.). A partir desta constatação é possível se compartimentar o litoral de forma a se definir dois segmentos com características morfodinâmicas distintas.

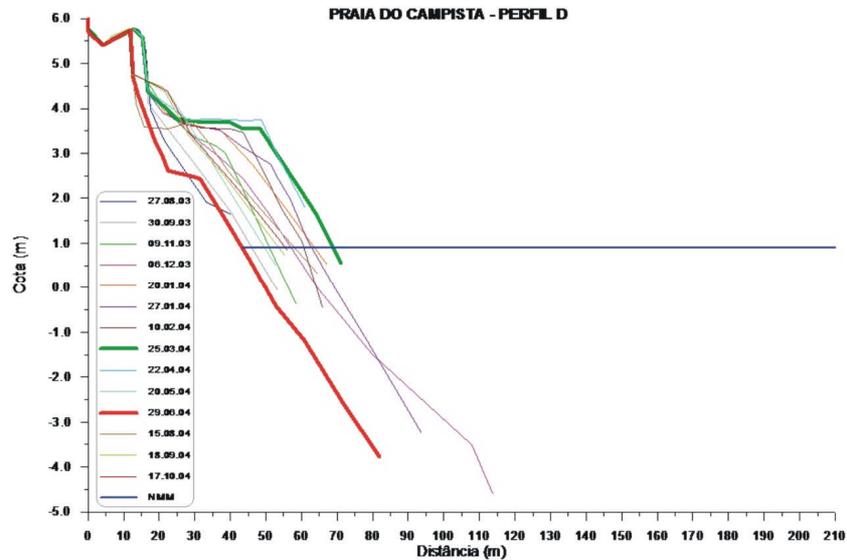


Figura 4. Perfis de praia monitorados no trecho refletivo do arco de praia de Macaé. Destaca-se o máximo de sedimentação em verde e o máximo erosivo monitorado em vermelho.

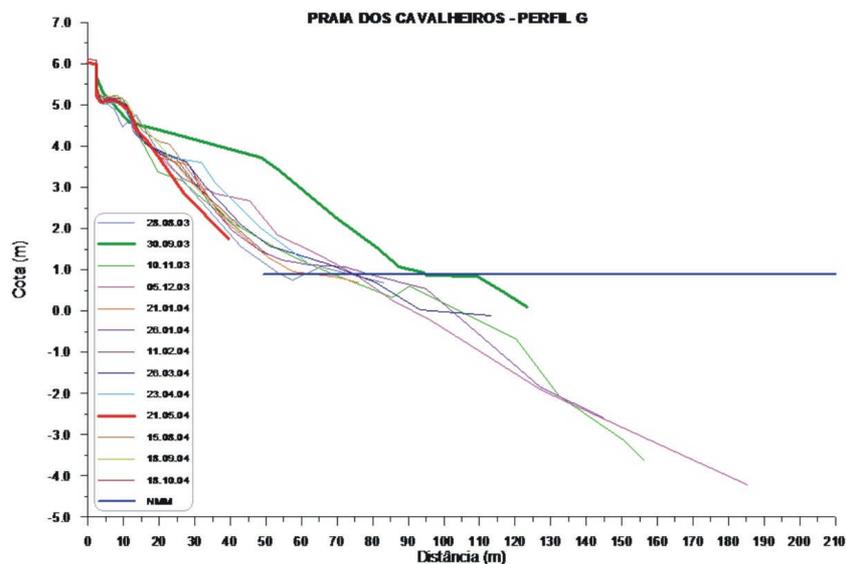


Figura 5. Perfis de praia monitorados no trecho intermediário do arco de praia de Macaé. Destaca-se o máximo de sedimentação em verde e o máximo erosivo monitorado em vermelho.

Inicialmente, as diferenciações observadas, utilizando apenas considerações oceanográficas, provavelmente refletem um modelo de distribuição espacial de características morfodinâmicas proposto por Short (1999), onde as áreas próximas ao promontório de apoio do cordão litorâneo, seriam observadas ondas com alturas na arrebentação inferiores as alturas em águas rasas, o que dariam condições de mar associadas a perfis refletivos. Aplicando este modelo na área de estudo verificou-se de fato que a partir do promontório mais ao norte, verifica-se que a tendência dos perfis de praia representativos da praia do Campista apresentar características refletivas. Tal

situação levando-se em consideração ondas de tempo bom. Com o afastamento do promontório as ondas de nordeste não sofreriam o efeito de difração que diminui sensivelmente a altura da onda, provocando conseqüentemente o aumento dos valores de \bullet e da classificação morfodinâmica. Na área de estudo, a praia do Campista apresentou uma forte tendência à classificação refletiva devido provavelmente pelo efeito da proximidade do promontório e por estar na sombra do efeito das ilhas do arquipélago de Santana, mas também pelo efeito que este acidente geográfico representa na formação de um alto fundo sedimentar, descrito em Albino (1993). Estes efeitos combinados provavelmente representam um elemento inibidor da entrada de ondas deste quadrante, criando uma área mais protegida, direcionando a parametrização para classificações refletivas.

A componente vetorial que marca o trecho da praia do Campista indicou uma forte tendência no sentido de mar aberto para a praia, isto é de sudeste para noroeste (Fig. 6). A presença de lamas em maiores profundidades, aparentemente não afetou diretamente as características morfodinâmicas, fato que seria plausível devido à proximidade da desembocadura fluvial do rio Macaé. Na praia do Campista estas lamas não chegam a atingir o litoral com volume suficiente para descaracterizar as areias grossas observadas na praia, uma vez que estas estão depositadas em maiores profundidades, ou mesmo em áreas mais ao norte da desembocadura (Fig.7).

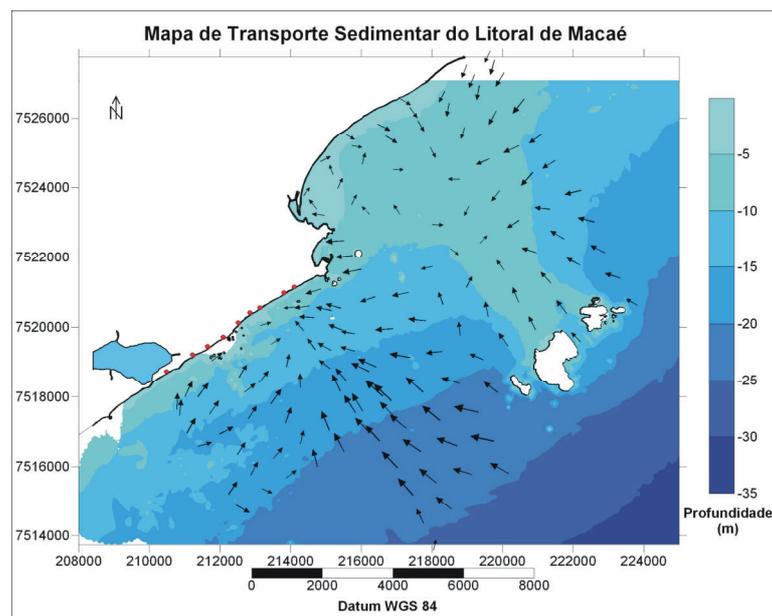


Figura 6. Tendência de transporte de sedimentos no litoral de Macaé com base nos parâmetros estatísticos das amostras coletadas.

Em direção ao sul verificou-se que o padrão morfodinâmico foi sensivelmente diferente ao padrão apresentado no Campista. As praias dos Cavaleiros e do Pecado foram classificadas como intermediárias ou refletivas/intermediárias.

A praia dos Cavaleiros registrou nos perfis F e G padrões típicos de perfis intermediários (Fig. 5), isto é a variabilidade morfológica é regida por transporte litorâneo transversal e longitudinal a praia, de maneira que são verificados bancos de areia e migrações na berma pela efetiva incorporação de sedimentos de forma cíclica a períodos de erosão e recuperação, nas duas direções preferenciais.

O indicativo de direção vetorial verificado entre o Pecado e Cavaleiros (Fig. 6) provavelmente reflete que estes trechos do litoral são mais sensíveis aos efeitos de ondas de tempestade, que tem origem no quadrante sul, e impulsionariam os sedimentos mais finos na direção nordeste, que seriam incorporados à praia direcionando estas para características com tendências mais intermediárias. De fato na área de estudo pode-se verificar que houve uma tendência de diminuição do diâmetro médio dos grãos na praia dos Cavaleiros. Tal gradiente vem a corroborar com o modelo morfodinâmico australiano que associa tal tendência para perfis com características intermediárias e dissipativas.

Em relação a sedimentação da plataforma adjacente nota-se uma estreita relação entre a profundidade e a distribuição e selecionamento das partículas sedimentares. Segundo Albino (1993), para uma profundidade de 7m os sedimentos de fundo são passíveis de mobilização a partir de ondas com altura de 0.4m e períodos de 5s, valores que frequentemente são ultrapassados na área de estudo. Isso pode explicar a ausência de sedimentos finos até a isóbata de 15m assim como o aparecimento de sedimentos pobremente selecionados associados aos sedimentos lamosos (Fig. 7)

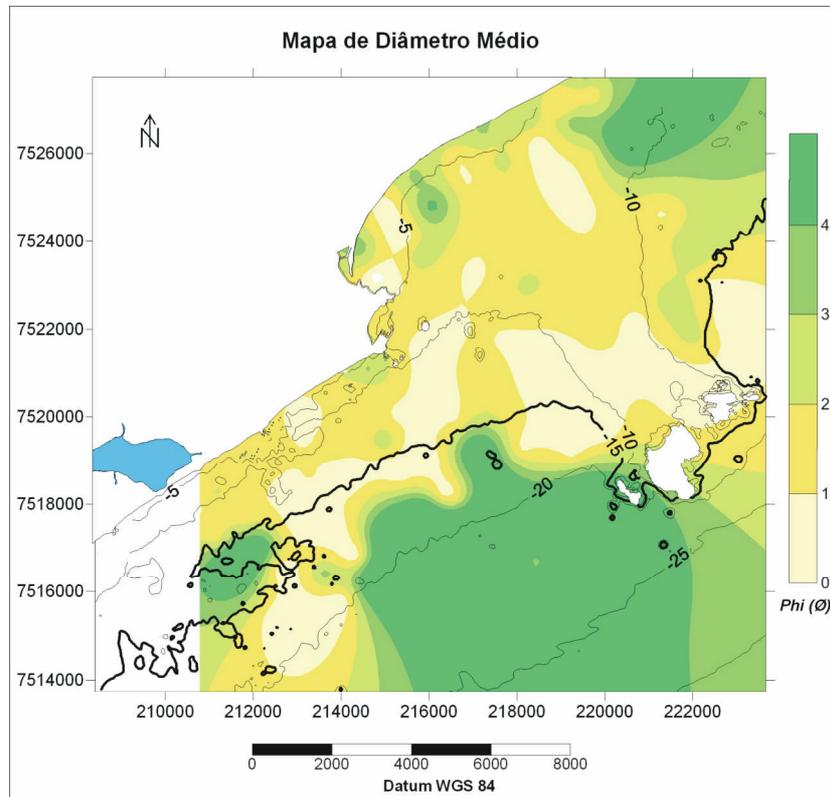


Figura 7. Mapa de Distribuição de Sedimentos a partir do Diâmetro Médio das partículas.

5. Conclusões

Após a análise do monitoramento de perfis de praia do litoral sul de Macaé foi possível o reconhecimento de dois compartimentos morfodinâmicos distintos: um refletivo (praia do Campista), um intermediário com tendência a refletivo em direção a sul (praias dos Cavaleiros e Pecado).

Esta compartimentação é resultado do cruzamento de resultados referentes a morfologia de perfis de praia e parametrização associada, com dados de vetorização utilizando parâmetros estatísticos granulométricos, confrontados qualitativamente com clima de ondas da região costeira entre a praia do Campista e Cavaleiros, litoral sul da cidade de Macaé.

Tal compartimentação é resultado da acoplagem existente entre a sedimentação da zona submarina, a partir de parâmetros estatísticos granulométricos, que quando cruzados geraram um mapa vetorial de transporte litorâneo. A tendência de transporte da zona submarina em direção a praia ficou evidente em profundidades maiores. Uma vez que as áreas mais profundas estão atapetadas por lamas o direcionamento, poderia modificar o padrão morfodinâmico estabelecido. Tal modificação não ocorre em função

da sistemática ação de ondas de tempestade que afetam esta área, criando um ambiente hostil a deposição de finos junto ao litoral. O padrão de ondas que cria estas condições de fato parece estar associado às tempestades, pois pelo efeito combinado das ilhas do arquipélago de Santana que são determinantes para a formação de um alto fundo sedimentar ao norte da área, provavelmente difratam e refratam ondas de tempo bom (NE) que por ventura atingiriam esta arte do litoral.

Voltando ao transporte vetorial observado, as componentes laterais observadas sugerem que junto à costa exista um transporte longitudinal importante entre as praias do Campista e dos Cavaleiros. Tal padrão explicaria o gradiente de decréscimo do diâmetro granulométrico em direção a praia dos Cavaleiros. O que foi aqui sugerido que esta componente direcionaria sedimentos mais finos naquela direção.

A praia dos Cavaleiros composta por sedimentos mais finos foi classificada como intermediária a partir da utilização dos parâmetros morfodinâmicos. Morfológicamente, a resposta da variação topográfica foi condizente com classificação, isto é, foram observados bancos submarinos em diversas situações que revelam a existência de transporte litorâneo longitudinalmente e transversalmente a praia. Este padrão está diretamente associado à diminuição sensível do gradiente da praia, que permite o desenvolvimento de bancos. Desta forma diferentemente do foi interpretado na praia do Campista esta praia é possível de serem formados bancos.

O modelo proposto por Gao & Collins (1992) utilizado neste trabalho foi uma ferramenta importante para a determinação da tendência de transporte de sedimentos na zona submarina adjacente. Os resultados mostram que há um padrão no comportamento sedimentar da região estudada, condicionado principalmente pelas forças oceanográficas e atmosféricas e pelas diferentes feições geomorfológicas observadas na área. O mapa de transporte de sedimentos mostrou uma grande influência do arquipélago de Santana no transporte de sedimentos e uma tendência de transporte cross-shore em direção a costa gerado pelas grandes ondulações que entram na área associado a entrada de frentes frias.

Bibliografia

Albino, J. & Muehe, D. (1991). Readaptação morfodinâmica do pontal do rio Macaé e praias adjacentes - RJ. 4º Simpósio de Geografia Física Aplicada. Porto Alegre, 10 a 14 de novembro de 1991, Anais 1:25-33.

Albino, J. (1993). Morfodinâmica e processos de sedimentação das praias da Barra e São José do Barreto, Macaé - RJ. Dissertação de Mestrado. Programa de Pós-Graduação em Geografia. Instituto de Geociências-UFRJ. 81p.

Bastos, A.C. (1997). Análise morfodinâmica e caracterização dos processos erosivos ao longo do litoral norte fluminense, entre Cabiúnas e Atafona. Dissertação de Mestrado. Instituto de Geociências, UFF. 133p.

Bentes, A. M. L., Fernandez, G.B., Ribeiro, A.Y. R. (1997). Estudo da morfodinâmica de praias compreendidas entre Saquarema e Macaé, RJ. Revista Oecologia Brasiliensis. Pag. 229-243.

Birkmeier, W.A.; Holme, S.J.; Lease, T. (2000). The User's Manual to ISRP 2.81: the Interactive Survey Reduction Program. Coastal Engineering Research Center, Mississippi, 43p.

Davis Jr., R.A. (1995). Beach and Nearshore Zone. In: Davis Jr., R.A. (ed), Coastal Sedimentary Environments. [S.1]: Springer-Verlag, p.379-444.

Gao, S. & Collins, M. (1992). Net sediment transport patterns inferred from grain-size trends, based upon definition of transport vectors. Sed. Geology, v.81, no. 1/2, p.47-60.

Muehe, D. (1998). Estado Morfodinâmico Praial no Instante da Observação: uma alternativa de identificação.. Revista Brasileira de Oceanografia, Instituto Oceanográfico USP, v. 46, n. 2, p. 157-169.

Pinho, H.F., (2003). Caracterização dos Estados de Mar na Bacia de Campos. Dissertação de Mestrado, COPPE – UFRJ.

Short, A.D. (1999). Beach systems. In Short, A.D. Beach and shoreface morphodynamics. John Wiley and Sons.

Suguio, K.; L. Martin; A.C.S.P. Bittencourt; J.M.L. Dominguez; J.M. Flexor, & Azevedo, A.E.G. (1985). Flutuações do nível relativo do mar durante o Quaternário superior ao longo do litoral brasileiro e suas implicações na sedimentação costeira. Revista Brasileira de Geociências, 15(4):273-286.

Wright, L.D. & Thom, B.G. (1977). Coastal depositional landforms: a morphodynamics approach. Progress in Physical Geography, 1: 412-59.