

## DISTRIBUIÇÃO DE SEDIMENTOS COSTEIROS EM AMBIENTE DE BAIXA ENERGIA. ENSEADAS DE ARRAIAL DO CABO, RIO DE JANEIRO, BRASIL

Paula Roahn Motta<sup>(a)</sup>, Laura Rangel Netto<sup>(b)</sup>, Eduarda Bulhões Bastos<sup>(c)</sup>, Eduardo Manuel Rosa Bulhoes<sup>(d)</sup>

<sup>(a)</sup> Departamento de Geografia de Campos, Universidade Federal Fluminense, paularohan@id.uff.br

<sup>(b)</sup> Departamento de Geografia de Campos, Universidade Federal Fluminense, laurarangel@id.uff.br

<sup>(c)</sup> Departamento de Geografia de Campos, Universidade Federal Fluminense, eduardabastos@id.uff.br

<sup>(d)</sup> Departamento de Geografia de Campos, Universidade Federal Fluminense, eduardobulhoes@id.uff.br

**Eixo: DINÂMICA E GESTÃO DE ZONAS COSTEIRAS**

### Resumo

O presente trabalho discute temas relacionados à dinâmica de praias de enseada e de ambientes de baixa energia no que diz respeito o estoque e a distribuição das características de sedimentos de fundo. O objetivo central é caracterizar o depósito costeiro por meio de análises em laboratório e elaboração de mapas de distribuição. Foram selecionadas três enseadas no município de Arraial do Cabo (RJ). As etapas metodológicas partiram da definição de uma malha amostral de 96 amostras coletadas desde a praia emersa até profundidades de 12 metros, seguido por análises em laboratório através do método de peneiramento à seco e método ótico. Os resultados indicam a ocorrência de depósitos majoritariamente de areias finas e médias moderadamente selecionadas. Cabe ainda a discussão inicial sobre a origem dos depósitos siltsos encontrados em maiores profundidades.

**Palavras chave:** Praias de Enseada, Transporte de Sedimentos, Análise Granulométrica.

### 1. Introdução

Praias de enseada são ambientes arenosos limitados por margens rochosas cuja curvatura é definida pela disponibilidade de sedimentos e pelo padrão de circulação induzido por ondas. LEATHERMAN (1988) caracteriza estes ambientes como barreiras arenosas encaixadas que, através dos movimentos de transgressão e regressão marinha, afogaram vales fluviais, preenchendo-os com sedimentos.

Segundo Bulhões e Fernandez (2016), o termo praia de baixa energia foi usado por Davies (1972) para definir ambientes localizados em mares interiores e/ou protegidos de marulhos e onde a ação das ondas é mínima comparando com os ambientes expostos ao oceano aberto. HEGGE *et al.* (1996) consideram baixa energia ambientes onde a altura significativa anual não ultrapassa 1 metro. JACKSON *et al.* (2002) identificam as praias de baixa energia a partir de quatro características: (a) alturas significativas de ondas mínimas fora dos períodos de tempestade; (b) altura significativa de ondas baixa durante eventos de



ventos fortes soprando em direção à costa; (c) praias com largura estreita; e (d) feições morfológicas herdadas a partir de eventos de alta energia.

Segundo Dias (2004), a caracterização do depósito sedimentar é importante pois que permite deduzir indicações sobre a disponibilidade de determinados tipos de partículas, as rochas que lhes deram origem, transporte desses sedimentos e acumulação nos ambientes deposicionais.

Sobre a dinâmica morfossedimentar em praias de enseada e praias de baixa energia poucos trabalhos tratam dessa temática, apesar do litoral do Rio de Janeiro apresentar centenas delas. Nesse contexto, os objetivos do presente estudo é caracterizar os depósitos costeiros em praias de enseada. Para tal foram selecionadas três enseadas na zona costeira do município de Arraial do Cabo – RJ: Enseada da Prainha, Enseada do Forno e Enseada dos Anjos.

## 2. Materiais e Métodos

A primeira etapa é a definição da grade amostral de coleta de sedimentos. O intervalo amostral foi definido com foco nos modelos de transporte de sedimentos, o que ainda é suficiente para uma boa amostragem da área dos depósitos das enseadas, e distância aproximada dos pontos nas enseadas são: Enseada da Prainha 150m, Enseada do Forno 200m e Enseada dos Anjos 150m.

A grade amostral foi definida com o programa *Google Earth Pro* na porção das enseadas (Figura 01) totalizando 96 amostras. A segunda etapa visa a coleta de sedimentos de fundo com auxílio de embarcação pequena do tipo lancha, equipamentos de GPS, cordas e draga de fundo do tipo *Van Veen*.

Mapa de Localização e Malha Amostral

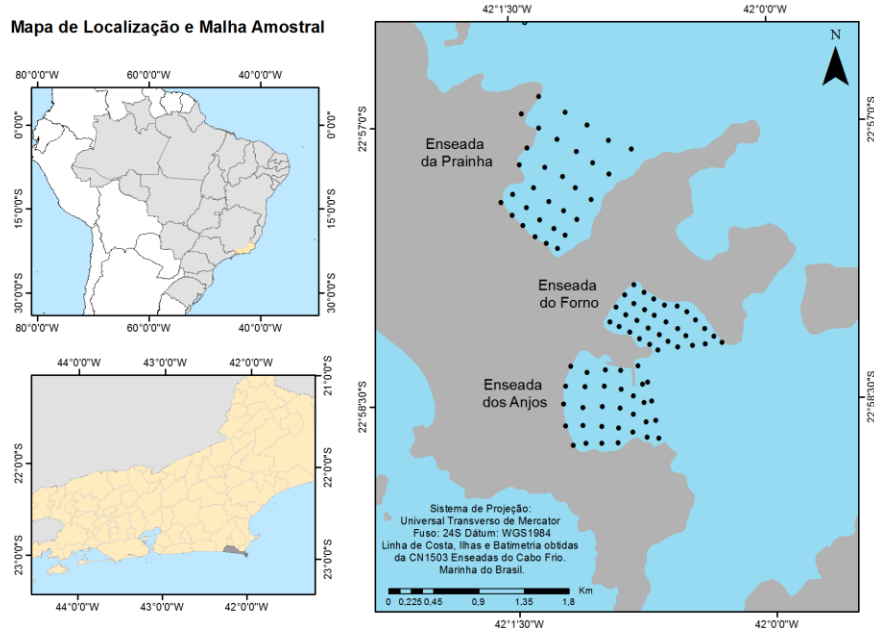




Figura 1 - Mapa de Localização e Grade Amostral de Sedimentos Coletados nas Enseadas de Arraial do Cabo.

No laboratório o primeiro procedimento é a retirada do conteúdo de sais dissolvidos através de lavagens sucessivas com água destilada. Quando há a presença de matéria orgânica é utilizada uma solução à 10% de peróxido de hidrogênio para a eliminação dos mesmos. Em seguida a amostra é colocada em estufa a 100°C para a secagem por evaporação por 24h.

No método do peneiramento à seco são utilizadas as etapas descritas acima e em seguida é feito o quarteamento, utilizando um quarteador de Jones para obter uma subamostra representativa entre 40 e 60 gramas. Em sequência é aferido o peso inicial da amostra. O passo seguinte é a montagem do jogo de peneiras em intervalos de 0,5 em 0,5  $\Phi$ , representativo das peneiras com abertura em milímetros entre 4,0 e 0,062. Em seguida as amostras são submetidas a agitadores mecânicos durante 15 minutos com velocidade de vibração constante. Por fim é pesada a fração retida em cada uma das peneiras e anotada numa planilha.

As amostras dos sedimentos mais finos foram analisadas pelo método da análise ótica de partículas. Para tal foi utilizado o granulômetro laser, modelo MASTERSIZER2000. Este se baseia na utilização da resposta da difração de raios laser na determinação do tamanho das partículas. Cada partícula terá seu padrão de dispersão próprio como uma assinatura. O procedimento de análise passa inicialmente pelo preparo da amostra, na prática apenas a retirada do sal e da matéria orgânica. A configuração das análises é feita utilizando os SOPs que são configurações padronizadas para análise de amostras. Os resultados finais de todas as análises saem para intervalos de classe que são utilizados para cálculos dos parâmetros estatísticos como média e desvio padrão no programa Gradistat v.7 (BLOTT e PYE, 2001).

Conforme indicado por Bulhões Drumond (2012) o método eficiente para interpolação para sedimentos de fundo é a krigagem. Este é o método de estimativa de valores de variáveis distribuídas no espaço (ou no tempo) a partir de valores adjacentes enquanto considerados como interdependentes pelo semivariograma. Trata-se de um método de estimativa por médias móveis, que expressa padrões sugeridos na grade amostral.

### 3. Resultados Iniciais

As projeções representativas da distribuição dos sedimentos nas três enseadas (Figuras 02 e 03) refere-se respectivamente a interpolação dos parâmetros de média e desvio padrão dos sedimentos de superfície de fundo. A média é a soma de todos os valores dividido pelo número total dos valores e desvio padrão é uma medida de dispersão do grau de variabilidade em relação à média.

Na enseada da Prainha (Figura 02) a distribuição dos sedimentos abrange as classes entre areia muito



grossa(2,0 - 1,0 mm) e silte médio (0,031 - 0,016 mm). Verifica-se uma predominância de areia fina nas proximidades da praia emersa e areias médias e grossas junto aos promontórios rochosos. As classes de siltes grossos e médios aparece na posição mais distal da praia emersa, na faixa das profundidades entre 16 e 21 metros, indicando outro tipo de sedimentação diferente ao do sistema praia-antepraia. Na Enseada do Forno, junto à praia emersa, ocorrem as areias finas. Nas proximidades dos promontórios rochosos repete-se o padrão de areias médias e areia grossas. Um depósito de siltes médios ocorre na porção central da enseada. Já na Enseada do Anjos observa-se também o padrão de areias finas junto à praia emersa e na zona do quebra-mar. Nas áreas mais profundas prevalecem areias médias.

A distribuição dos limites de Desvio Padrão (Figura 03) granulométricos segue a classificação de Folk e Ward (1957) desde muito bem selecionados a muito mal selecionados o que indicam respectivamente menor ou maior dispersão em relação ao diâmetro médio dos grãos da amostra, logo sedimentos muito bem selecionados possuem características mais homogêneas em relação aos muito mal selecionados. Para todas as enseadas é clara a tendência de uma melhora de selecionamento em direção às menores profundidades, resultado do trabalho de seleção feito pelas ondas .

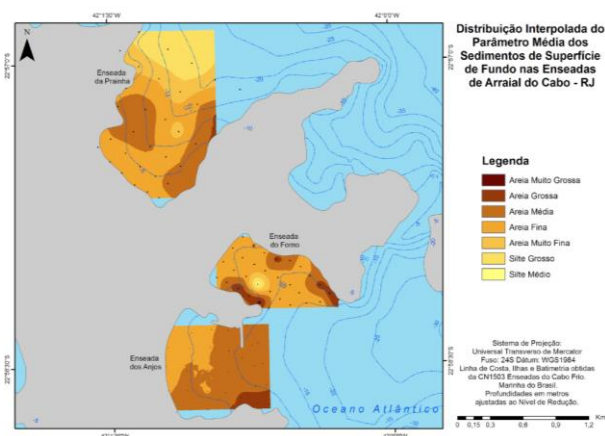


Figura 02 - Distribuição Interpolada do Parâmetro Média

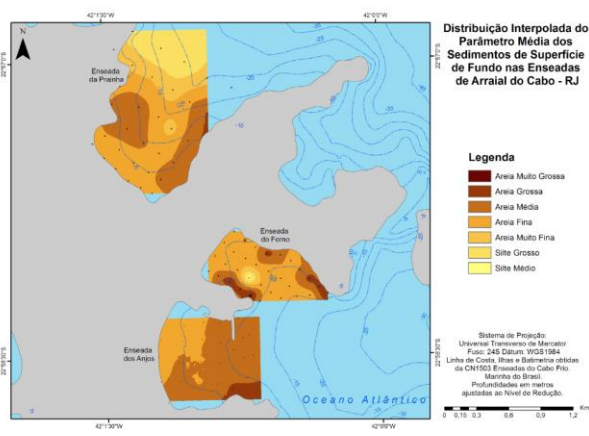


Figura 03- Distribuição Interpolada do Parâmetro Desvio Padrão.

#### 4. Considerações Finais

Resultados iniciais permitiram observar a ocorrência majoritária de areias finas moderadamente selecionadas em baixas profundidades. Estas corroboram com os sedimentos na porção emersa sendo o estoque principal para a manutenção das praias. Junto aos promontórios rochosos ocorrem areias médias e grossas. Uma análise ainda visual destas amostras indicam que elas acompanham percentuais carbonáticos mais elevados, associados aos impactos das ondas nos promontórios rochosos, o mesmo que Tavares *et al* (2010) e Estrada e Bulhões (2010) sugerem para enseadas poucos quilômetros ao norte da área de estudo.

Por fim, ao norte da Enseada da Prainha foram encontrados siltes muito mal selecionados com características bem distintas dos demais depósitos. A interpretação inicial pode seguir o observado por Pereira *et al* (2007), como uma sedimentação de siltes que ocorre entre as profundidades de 10 e 30 metros em todos os arcos praias ao norte da área de estudo, resultado de um transporte residual de sedimentos nesta direção.

Os próximos passos da pesquisa são aprofundar a análise do significado ambiental dos parâmetros estatísticos indicados pelas amostras analisadas incorporando outros parâmetros como a mediana, assimetria e curtose.

## REFERÊNCIAS

BLOTT, S.J. & PYE, K. Gradistat: A Grain Size Distribution and Statistics Package for the Analysis of Unconsolidated Sediments. **Earth Surface Processes and Landforms** 26. v. 26, n. 11, p. 1237-1248, 2001.

BULHOES, E.; FERNANDEZ, G. B. **Aspectos Morfodinâmicos em Praias de Enseada: Estudo de Caso em Armação dos Búzios, RJ.** Revista Brasileira de Geomorfologia. v. 17, n. 2, p. 253-271, 2016.

BULHÕES, E.; DRUMOND, M. K. **Análises e Testes de Métodos de Interpolação para Dados Batimétricos e Granulométricos: Estudo de Caso em Armação dos Búzios, Rio de Janeiro, Brasil.** Cadernos de Estudos Geoambientais, v. 3, n. 1, p. 5-31, 2012.

DAVIES, J. L. **Geographical Variation in Coastal Development.** Edinburgh: Oliver & Boyd, 1972.

DIAS, João A. **A análise sedimentar e o conhecimento dos sistemas marinhos.** Universidade do Algarve. E-Books, 2004.

ESTRADA, A. F. D.; BULHOES, E.; Aspectos Erosivos na Enseada da Praia Brava. Armação dos Búzios, Rio de Janeiro. In: **VIII Simpósio Nacional de Geomorfologia.** 2010.

FOLK, R. L.; WARD, W. C. **Brazos River Bar: A Study in the Significance of Grain Size Parameters.** Journal of Sedimentary Petrology, v. 27, n.1, p.3-26, 1957.

HEGGE, B.; ELIOT, I.; HSU, J. **Sheltered Sandy Beaches of Southwestern Australia.** Journal of Coastal Research, v. 12, n. 3, p. 748-760, 1996.

JACKSON, N.L.; NORDSTROM, K.F.; ELIOT, I.; MASSENLINK, G. **'Low Energy' Sandy Beaches in Marine and Estuarine Environments: A Review.** Geomorphology, v. 48, n. 1, p. 147-162, 2002.



LEATHERMAN, S.P. **Barrier Island Handbook**. 3a. Edition. College Park: University of Maryland, 1988.

PEREIRA, Thiago Gonçalves *et al.* Morfodinâmica Entre a Praia, Duna e Zona Submarina Adjacente nas Proximidades do Cabo Frio, RJ. In: **XI Congresso da Associação Brasileira dos Estudos do Quaternário**. 2007.

TAVARES, A. C. A.; BULHOES, E; DUQUE ESTRADA, A. F. **Distribuição De Fácies Sedimentares E Tendências De Transporte De Sedimentos Na Enseada De Manginhos, Armação dos Búzios, RJ**. Revista de Geografia (Recife), v. 27, n. 2, p. 81-96, 2010.