



ASPECTOS EROSIVOS NA ENSEADA DA PRAIA BRAVA. ARMAÇÃO DOS BÚZIOS, RIO DE JANEIRO.

Alessa Favero Duque Estrada - Graduanda. Departamento de Geografia UFRJ.

alessa.duque@yahoo.com.br

Eduardo M. R. Bulhões - Professor Assistente. PUCG – UFF. Doutorando. Laboratório de Geologia Marinha – UFF. Av. General Milton Tavares de Souza, s/nº - 4º andar - Campus da Praia Vermelha - Gragoatá - Niterói – RJ. CEP: 24210-346. eduardomrbulhoes@mac.com

Resumo: A erosão costeira ocorre por diversos fenômenos naturais e antrópicos. Dentre eles destacam-se: esgotamento do aporte sedimentar, clima de ondas de tempestades e transporte litorâneo para costa afora. Todas essas atividades naturais estão englobadas no contexto de atividades normais da linha de costa, já que o litoral compreende essa área de intensa dinâmica entre o encontro do oceano com o continente. A geomorfologia costeira é o ramo da ciência que se disponibiliza a analisar, entender, estudar e predizer tais ações que ocorrem no ambiente costeiro. A enseada da praia Brava localiza-se no limite Sul da Baía de Campos no Município de Armação dos Búzios, sua extensão é de aproximadamente 500 metros e tem orientação voltada para nor nordeste. Para diagnosticar o processo erosivo foram realizadas medições de granulometria e teor de carbonatos nas 41 amostras coletadas entre a praia e a zona submarina. Além disso, foi feita comparação entre dados batimétricos utilizando cartas náuticas distintas, acompanhamento da dinâmica por perfis de praia e testes de tendências de transportes de sedimentos. Os resultados da comparação dos perfis de praia e dos levantamentos batimétricos, apontam para erosão localizada na porção sudeste da enseada.

Palavras-Chave: análise múltipla de processos erosivos, erosão costeira, caracterização granulométrica, praias de enseada, Rio de Janeiro.

Abstract: Coastal erosion takes place due to natural and men-made phenomena. Amongst these phenomena, the exhaustion of sedimentary source, the tempest wave climate, and the offshore transportation, are considered important. All of these natural activities are conglobated in the context of normal activities along the coastline, since it comprehends an area of intense dynamics due to the encounter between ocean and continent. Coastal geomorphology is the science that analyzes, understands, studies, and anticipates such phenomena in the coastal environment. The cove of the Brava beach is localized in the south of Campos Bay, in the county of Armação de Búzios; the beach is approximately 500 meters long and faces the northeast direction. The diagnosis of the erosion process was performed through sediment size analysis and carbon content of 41 samples collected between the beach and the submarine zone. In addition, depth data were compared using different nautical maps, accompanying the dynamic through beach profiles, and testing the tendencies of sediment transport models. The results on comparison between beach profiles and depth surveys indicates to a localized erosion in the Southeast portion of the cove.

Key words: mutiple analisys on erosive processes, coastal erosion, granulometric characterization, embayed beaches, Armação dos Búzios, Rio de Janeiro



1. INTRODUÇÃO

A erosão costeira ocorre por fenômenos naturais, como: esgotamento da fonte sedimentar, transferência de sedimentos para campo de dunas, clima de ondas que favorece a ocorrência de ondas de ressaca, modificação na altura relativa do nível do mar, direção de transporte litorâneo de sedimentos e convergência da energia de ondas por efeito da refração concentrada pela topografia do fundo marinho; e também, por ação do homem: através do impacto causado por construções de barragens, quebra-mares, molhes, espigões e de edificações na orla, intervindo no processo de transporte sedimentar (Muehe, 2006) e na distribuição das ondas. Todas essas atividades naturais estão englobadas no contexto de atividades normais da linha de costa, já que o litoral compreende essa área de intensa dinâmica entre o encontro do oceano com o continente. Muehe (2006) apresenta para o litoral do Rio de Janeiro os principais pontos de ocorrência de fenômenos de erosão costeira, utilizando para tal um amplo levantamento de estudos pontuais realizados no litoral do estado do Rio de Janeiro, como os de Albino (1993) no pontal de Macaé, Lins-de-Barros (2005) na orla oceânica de Maricá, Muehe *et al.* (2005) na linha de costa compreendida entre a foz do Rio São João e o Município de Rio das Ostras, Savi (2003) na praia dos Anjos em Arraial do Cabo, dentre outros.

Praias de enseada são por definição ambientes arenosos bordados por margens rochosas ou mesmo artificiais, que assumem uma curvatura definida em função da disponibilidade de sedimentos e do padrão de circulação hidrodinâmica sobretudo àquele induzido por ondas oceânicas. Na natureza são caracterizadas por serem ambientes encaixados entre promontórios rochosos pré-existentes. Autores como Leatherman (1988) caracterizam este ambientes como barreiras arenosas encaixadas (*bayhead barriers*), que através dos movimentos de transgressão e regressão marinha afogaram vales fluviais, preenchendo-os de sedimentos na forma de barreiras arenosas. Artificialmente podem ser geradas em função da construção de obras de engenharia costeira como espigões, quebra-mares fixos ou destacados, molhes, guias-corrente e etc. Neste caso uma praia tipicamente de oceano aberto, retilínea poderá assumir o formato de enseada em função da mudança no padrão de circulação hidrodinâmica que interfere no padrão de transporte e distribuição de sedimentos.

A principal característica destes ambientes é sua forma em planta (Klein, 2004) onde as barreiras arenosas são controladas em seu comprimento, largura e espessura pela



disposição e pelo espaçamento desta estrutura rochosa pré-existente. A curvatura assumida por estes ambientes pode ser de variados tipos, normalmente associada ao padrão de refração e difração que as ondas sofrem de acordo com a disposição dos promontórios rochosos, presença de ilhas ou lajes rochosas. A ocorrência destas praias está associada a litorais rochosos e estas estruturas foram estimadas de acordo com Inman e Nordstrom (1971) e Emery e Kuhn (1982) de ocorrerem ao longo de 50 a 80% de toda a linha litorânea do mundo, o que revela o predomínio deste tipo de feição no litoral mundial.

Klein (2004) apresenta pesquisa de nomenclatura que revela inúmeras denominações em língua inglesa que incluem como *zeta curved bays* (Halligan, 1906; Zenkovitch, 1967; Carter, 1988; Silvester *et al.* 1980), *logarithmic spiral beaches* (Krumbein, 1944; Yasso, 1965; LeBlond, 1972), *crenulated shaped bays* (Silvester & Ho, 1972; Finkelstein, 1982) *curved beaches* (Rea & Komar, 1975), *pocket beaches* (Silvester *et al.* 1980; Komar, 1996), *headland bay beaches* (Yasso, 1965; LeBlond, 1979; Wong, 1981; Phillips, 1985) *apud* Klein, 2004.

As nomenclaturas estão normalmente relacionadas à curvatura em planta que estes ambientes podem assumir, à disposição dos promontórios rochosos que as bordeiam e em alguns casos ao melhor modelo (matemático) que as descreve. Neste trabalho serão denominadas barreiras de enseada (*bayhead barriers*) como em Leatherman, 1988 quaisquer uma destas feições inseridas nas denominações acima.

O principal objetivo deste trabalho é caracterizar o processo erosivo a partir de abordagem múltipla e identificar os principais fatores detonadores associados ao processo de erosão costeira na Praia Brava, em Armação dos Búzios, e contribuir ao mapeamento de ambientes em erosão no litoral do Rio de Janeiro.

1.3 – Caracterização da Área de Estudo: De acordo com Muehe (2006) a enseada da praia Brava está localizada no município de Armação de Búzios, no quinto compartimento, denominado como Compartimento do Embaiamento Cabo Búzios-Cabo Frio, que compreende estes segmentos litorâneos, tendo um aporte sedimentar lamoso próximo à isóbata de 20 m (Saavedra e Muehe, 1993). Entre Macaé e o embaçamento Búzios-Cabo Frio (Muehe, 2006), sob monitoramento, Saavedra e Muehe (1993) constataram as influências dos ventos de nordeste convergindo sobre embaçamentos e possibilitando relacionar o aporte de lamais ao Rio Paraíba do Sul. O mesmo autor, em seu artigo O Litoral Brasileiro e sua



Compartimentação (1998), caracteriza o litoral do Sudeste ou das escarpas cristalinas, como é dito por Silveira (1964), como se estendendo do sul do Espírito Santo ao Cabo Santa Marta (SC), compreendendo o litoral do Rio de Janeiro.

Quanto às características mais específicas da enseada trata-se de uma barreira arenosa em ambiente de enseada de acordo com o modelo de Leatherman (1988), apresentando características evolutivas transgressivas dentro de um ambiente de anfiteatro rochoso, assimétrico.

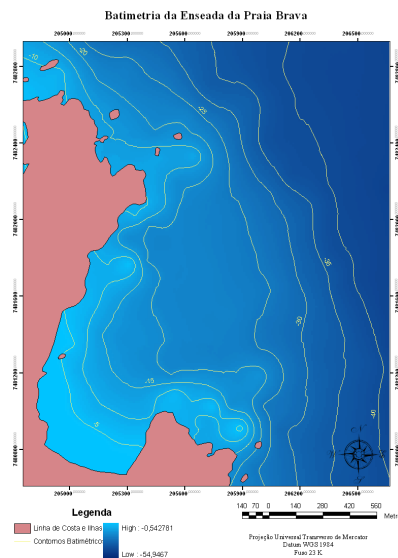


Figura 01 – Área de estudo, Enseada da Praia Brava.

O embaçamento é amparado por promontórios rochosos de extensões assimétricas (aproximadamente 1.860 metros a noroeste e 390 metros a nordeste), o arco praiial apresenta extensão aproximada de 460 metros e a corda 445 metros, exposta diretamente às ondulações frontais da direção nor nordeste. Aproximadamente em sua porção central a praia é subdividida por encosta rochosa íngreme, o que a fragmenta.

Quanto ao clima de ventos e ondas (figura 2), há o predomínio dos ventos do quadrante nordeste (20,9%) de intensidade entre 4 e 8 nós (32,3%). Quanto as ondas, há o predomínio de ondas entre 1 e 1,5 metros (40,7%) e de orientação Sul (27,1%). Quanto as marés (Savi, 2003) para a área do Cabo Búzios são utilizados os dados do porto do Forno em Arraial do Cabo, cujo regime é de micro-marés semi-diurnas com desigualdade diurna.

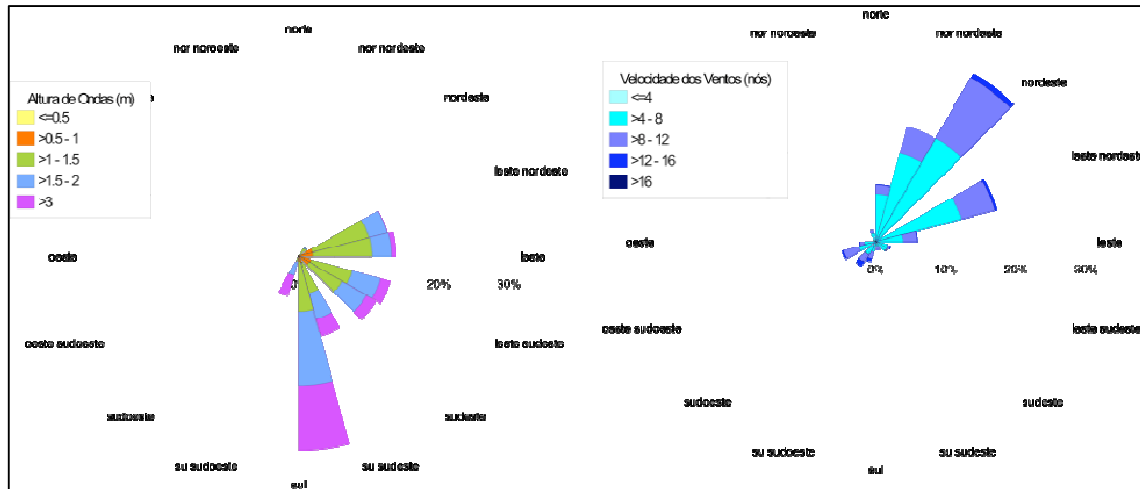


Figura 02 – Direção e Altura de Ondas e Direção e Velocidade dos Ventos.

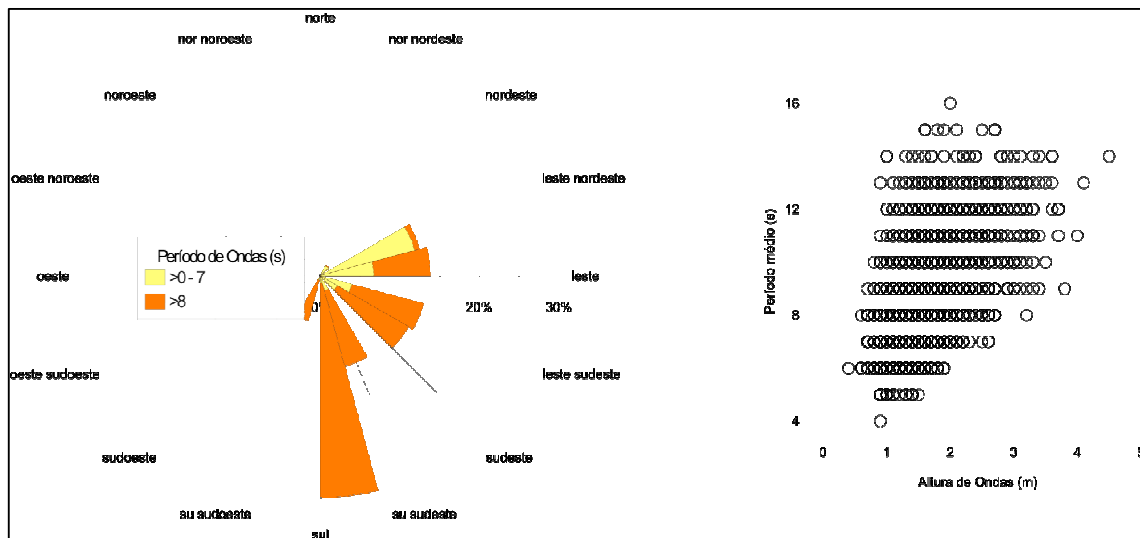


Figura 03 – Relações entre Período Médio, Direção e Altura de Ondas.

2. MATERIAIS E MÉTODOS

2.1 - Definição de Malha Amostral para Caracterização da Antepraia e Plataforma Interna: Foram coletadas e analisadas 41 amostras ao longo de posições pré-definidas na enseada da praia Brava, conforme distribuição apresentada na figura 04 a seguir.

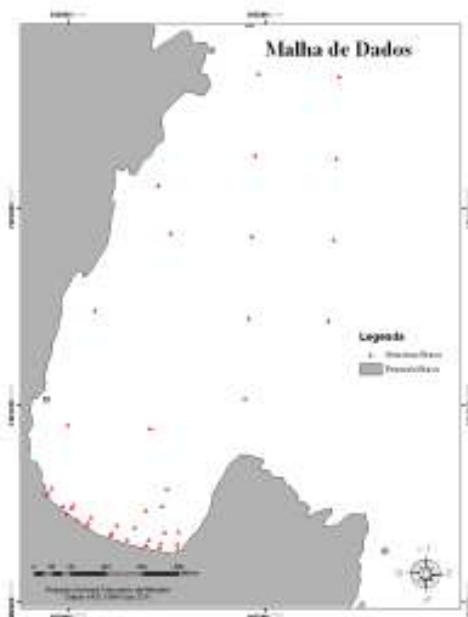


Figura 04 – Malha de dados amostrais.

Nas proximidades da porção central da enseada existe uma área não amostrada. Trata-se de uma área onde não houve possibilidade de coleta devido ao fundo rochoso, com comunidades coralinas associadas, o que impossibilitou a coleta de areias ou cascalhos.

A coleta de sedimentos foi elaborada utilizando-se draga pontual do tipo *Van Veen*, equipamentos de GPS e auxílio de embarcação do tipo traineira. Em seguida as amostras foram levadas ao laboratório para realização de procedimentos padrões. Por fim, os programas *Gradistat v7* (Blott e Pye, 2001) e *ESRI ArcGIS 9.0* foram respectivamente utilizados para a determinação dos parâmetros estatísticos de cada amostra e mapeamento digital através do interpolador *kriging*.

2.2 - Preparo e Processamento de Amostras: A primeira etapa quando das amostras no laboratório é a retirada de boa parte do conteúdo de sais dissolvidos através de lavagens sucessivas com cerca de 800 ml de água destilada. Esta etapa deve ser cuidadosa pois para a retirada da água com o sal dissolvido pode haver perda das frações mais finas da amostra. Quando há a presença de matéria orgânica é utilizada uma solução com 10 ml de peróxido de hidrogênio para a eliminação dos mesmos, o que também é útil para retirada dos sais. Em seguida a amostra é colocada em estufa a 100°C para secagem por evaporação. O tempo depende da quantidade de água na amostra, mas normalmente em 48 horas a amostra estará pronta para ser retirada da estufa.



O método utilizado para as análises granulométricas foi o do peneiramento à seco. Neste método são utilizadas as duas etapas descritas acima e em seguida é feito o quarteamento, utilizando um quarteador de Jones, cujo objetivo é selecionar uma subamostra representativa entre 40 e 60 gramas que traga consigo proporcionalmente as mesmas frações granulométricas da amostra como um todo. Após o quarteamento é feito o peso inicial da amostra. Em seguida é montado o jogo de peneiras em intervalos de 0,5 em 0,5 Φ , representativo das peneiras com abertura em milímetros de 4,0 - 2,83 - 2,0 - 1,41 - 1,0 - 0,710 - 0,5 - 0,35 - 0,25 - 0,177, 0,125 - 0,88 e 0,062. Os intervalos finais são representados por peneiras de 0,25 em 0,25 Φ para uma melhor representação da “cauda” da curva de assimetria positiva. Uma vez montado as amostras são submetidas a agitadores mecânicos durante 15 minutos com uma velocidade de vibração constante. Após a agitação das peneiras o material retido em cada uma delas é pesado e estes resultados serão então pós-processados no programa *Gradistat v.7*.

2.3 - Comparação de Dados Batimétricos: Foram utilizadas duas cartas náuticas CN1504 elaboradas pela Marinha do Brasil nos anos de 1943 e 1985 nas Enseadas do Cabo Búzios, para a comparação das informações batimétricas. As cartas foram georreferenciadas e digitalizadas, utilizando os programas *NOAA Chart Reprojector* e *Didger 3*, e os pontos referentes à enseada da praia Brava foram transformados em arquivo digital. Após este procedimento foi utilizada uma rotina de interpolação (krigagem) com o programa ArcGIS para a elaboração de mapas de superfície batimétrica. Foi definida a malha amostral para comparação. Os resultados são apresentados na forma de mapas de distribuição das diferenças entre profundidades para um mesmo ponto.

2.4 - Compilação de Dados de Ondas e Ventos: Foram utilizados dados de ondas e ventos simulados através do modelo *WaveWatch III*. As características do modelo *Wavewatch III* resultam da equação de conservação da energia espectral e inclui geração de energia pelo vento, dissipação devido à quebra de ondas em alto mar e à fricção com o fundo, refração, advecção e interações não lineares, incorporando ainda as variações espaço-temporais no campo de ondas. As simulações geram dados de previsão para até 120 horas utilizando dados de vento a 10 metros acima da superfície, espaçamento de grade de um grau, cobrindo todo o oceano entre as latitudes 78° Sul a 78° Norte, e a saída é dada em 36 direções para ondas com períodos entre 1 e 25 segundos (Tolman, 1999). A física do modelo não se adequa a propagação para águas intermediárias e rasas e os resultados saem com intervalos de 3 em 3



horas. Quanto aos dados, foi utilizado um intervalo de 8 anos cobrindo os meses entre abril de 2003 a abril de 2010 e os resultados elaborados utilizando o programa *Statistica*.

2.5 - Monitoramento de Perfis de Praia e Perfil de Equilíbrio: Desde maio de 2008 perfis de praia têm sido elaborados mensalmente na porção leste da Praia Brava. O método utilizado é o de nivelamento topográfico convencional, na porção emersa e submersa da praia, desde o topo da barreira arenosa até uma profundidade aproximada de 5 metros. Estes resultados foram sobrepostos e comparados com o perfil de equilíbrio segundo o modelo de Dean (1977) que, com base na teoria de Brunn (1954) formulou uma equação admitindo neste conceito que a forma final de um perfil praial adota uma constância nas condições de onda e num dado diâmetro de sedimento, considerando para tal aquele referente à face da praia.

2.6 - Simulação de Transporte de Sedimentos: Para inferir tendências no transporte de sedimentos na área de estudo foi utilizado o programa GSTA (Gao e Collins, 1994; Gao, 1995), que a partir da distribuição do diâmetro médio, do desvio padrão e da assimetria das amostras produz como resultados uma tabela com posições X,Y e intensidade e direção dos vetores. A partir disto foram elaborados diversos testes utilizando o programa Surfer 8 que produz mapas de vetores a partir do recálculo de uma grade de informações de direção e intensidade. Foram utilizados todos os interpoladores disponíveis no programa e selecionados 6 deles (*Inverse Distance to a Power, Kriging, Natural Neighbour, Triangulation with Linear Interpolation, Polynomial Regression e Local Polynomial*) para apresentação de resultados.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

3.1 - Mapas de Distribuição de Sedimentos e Relações entre Parâmetros Estatísticos: Os mapas de distribuição de sedimentos apresentam resultados da interpolação dos parâmetros estatísticos, a saber: mediana, desvio padrão, assimetria e curtose. Na distribuição dos diâmetros medianos dos sedimentos aparecem areias finas, médias, grossas e muito grossas conforme a figura 05. As areias finas predominam na porção próxima à praia, sobretudo na porção leste. Também na porção leste da enseada, próximo ao promontório rochoso de menor extensão aparece uma mancha significativa de areias grossas e muito grossas, o mesmo ocorrendo na porção noroeste da enseada. Estes materiais quase cascalhosos representam depósitos carbonáticos provavelmente associados à abrasão local de comunidades bioencrustantes nos costões rochosos. A não deposição de frações finas nestas porções indica área de turbulência de ondas ou de retirada destas frações. Ainda nesta porção



leste da enseada, a figura 06, indica mal selecionamento, apenas nesta porção da enseada o que destoa do resto da representação. E entre a figura 06 e 08 percebe-se uma relação entre sedimentos mal selecionados e de característica platicúrtica, o que indica uma área de deposição. A ausência de sedimentos siltosos e argilosos pressupõe que a mancha de sedimentos identificados por Saavedra e Muehe (1993), próximo a isóbata de 20 metros, não penetra no perímetro da enseada.

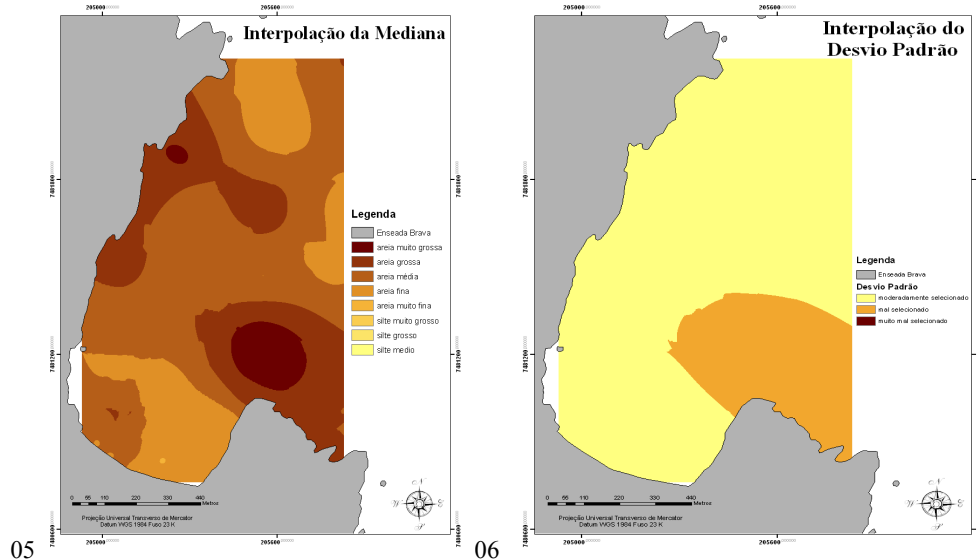


Figura 05 – Interpolação Desvio Padrão. Figura 06 – Interpolação da Mediana.

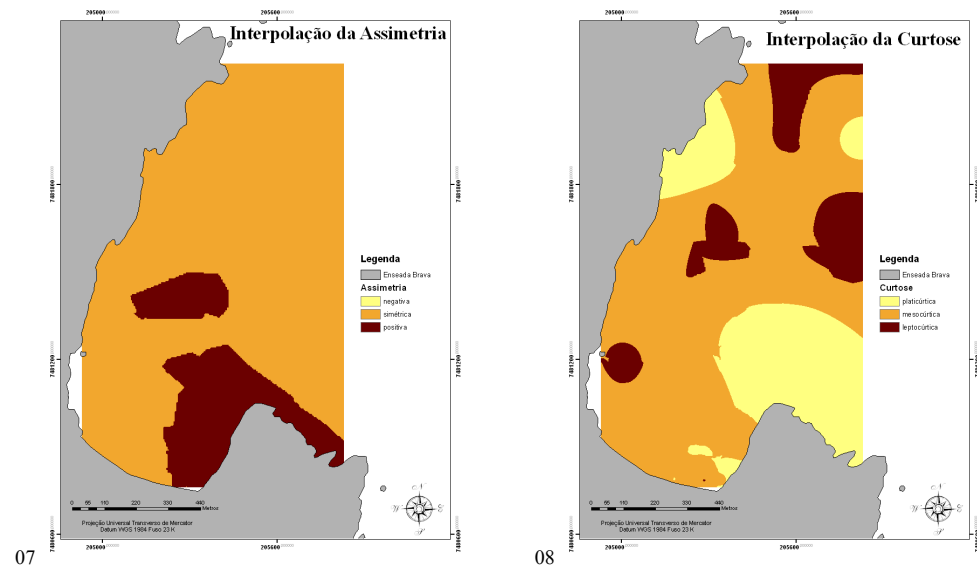
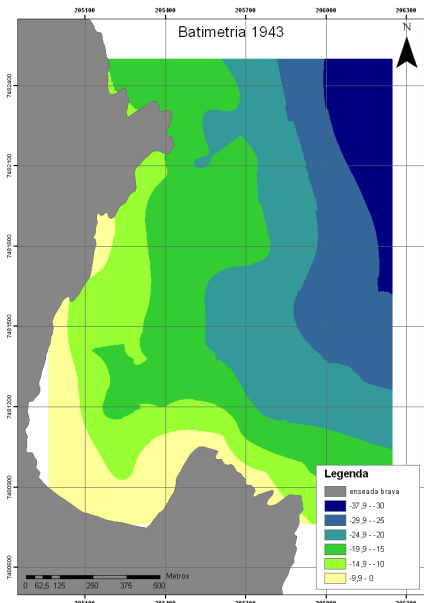


Figura 07 – Interpolação da Assimetria. Figura 08 – Interpolação da Curtose.

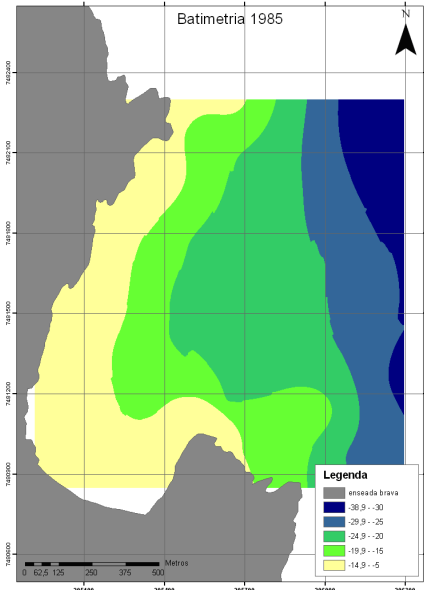


3.2 - Comparação entre Dados Batimétricos: Os resultados batimétricos foram interpolados para os dados referentes às cartas náuticas de 1943 e de 1985 e os resultados seguem nas figuras 09 e 10 abaixo, respectivamente.



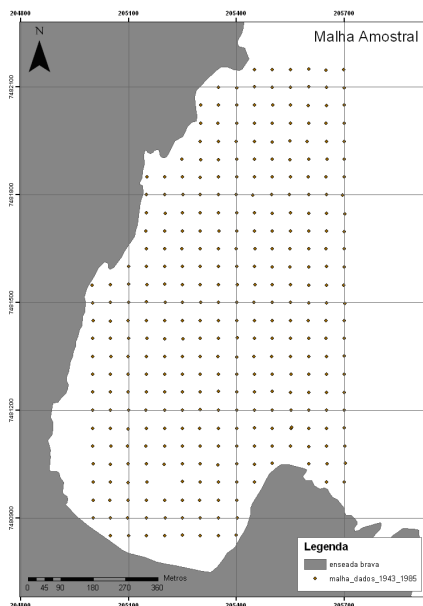
09

Figura 09 - Batimetria interpolada a partir das sondagens de 1943. **Figura 10** - Batimetria interpolada a partir das sondagens de 1985.

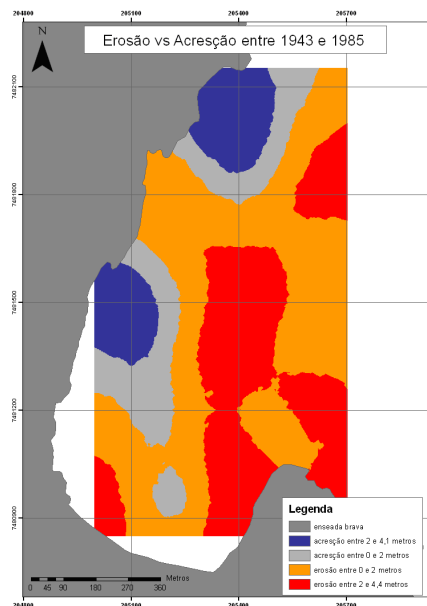


10

A malha amostral gerada para comparação entre os resultados batimétricos acima consta com 344 pontos espaçados de 50 em 50 metros, apresentados na figura 11. O resultado da comparação foi elaborado subtraindo-se para um mesmo ponto, os valores de profundidades extraídos de cada uma das interpolações apresentadas acima. Estes dados foram também interpolados e os resultados aparecem para valores positivos (que representam aumento de profundidade ou erosão) entre 0 e 2 metros (laranja) e entre 2 e 4,4 metros (vermelho). Da mesma forma, os valores negativos representam diminuição de profundidade (ou acresção) entre 0 e -2 metros (lilás) e entre -2 e 4,1 metros (roxo). O mapa da figura 12 representa a espacialização destes resultados, sugerindo áreas de erosão nas porções central, oeste e sudoeste da enseada e resultados de acresção para as porções lestes e Nordeste da enseada.



11



12

Figura 11 - Malha Amostral para comparações entre os levantamentos batimétricos.

Figura 12 - Distribuição interpolada de diferenças entre os levantamentos.

3.3 - Ondas e Ventos: Os resultados de estatística simples utilizando os dados de ondas e ventos são apresentados nas tabelas a seguir. Quanto à direção dos ventos, tabela 01, destaque-se os provenientes do quadrante nordeste (NNE, NE e ENE) que somados representam cerca de 52% do total dos ventos. Ventos associados à entrada de sistemas frontais de tempestades são representados pelo quadrante sudoeste (SSW, SW e WSW) e representam somados cerca de 14%. Quanto à intensidade dos ventos (tabela 02) cerca de 32% representam o intervalo de 4 a 8 nós considerado ventos fracos e no intervalo acima de 12 nós (vento moderado) ocorre em cerca de 18% do período estudado.

Tabela 01 – Frequência da distribuição da direção dos ventos.

Direção	Ângulo	Percentual	Direção	Ângulo	Percentual
N	0	7,12	S	1800	3,44
NNE	225	18,11	SSW	2025	4,76
NE	450	20,91	SW	2250	5,07
ENE	675	12,87	WSW	2475	3,66
E	900	7,11	W	2700	1,04
ESE	1125	4,51	WNW	2925	0,48
SE	1350	3,92	NW	3150	0,82
SSE	1575	3,88	NNW	3375	2,29

Fonte: Modelo WaveWatch III



Tabela 02 – Intervalo de intensidade dos ventos.

Intervalos de Intensidade dos Ventos (nós)	%
< 4,0	12,01
entre 4 e 8	32,36
entre 8 e 12	16,35
entre 12 e 16	16,35
>16	2,66

Fonte: Modelo WaveWatch III

Quanto às ondas a tabela 03 mostra que além das ondas de Sul que representam cerca de 27% da direção principal das ondulações, ondas do quadrante sudeste (SE, ESE e SSE) ocorrem somados em cerca de 36% do tempo. Ocorre que estas ondulações do quadrante sudeste podem estar tanto associadas a tempo bom, quanto à condições de tempestade. Ainda quanto às condições de tempestade, ondas do quadrante SW representam estas condições e ocorreram em cerca de 7% do período estudado. Associado ao vento nordeste ocorrem normalmente as vagas advindas das direções NE, ENE e E e estas representam somadas cerca de 29%.

Tabela 03 – Frequência da distribuição da direção das ondas.

Direção	Ângulo	Percentual	Direção	Ângulo	Percentual
NE	45	2,02	SSE	157,5	11,50
ENE	67,5	13,28	S	180	27,11
E	90	13,94	SSW	202,5	6,79
ESE	112,5	13,24	SW	225	0,23
SE	135	11,88	WSW	247,5	0,01

Fonte: Modelo WaveWatch III

Quanto à altura de ondas, as condições mais comuns representam 40,73% do tempo com alturas entre 1,0 e 1,5 metros. Se extendermos este intervalo para ondas entre 1 e 2 metros têm-se então algo em torno de 70% de ocorrência. Ondas maiores do que 3 metros, representam condições de ressaca, ocorrem com frequência de apenas 2%.

Tabela 04 – Intervalo de altura de Ondas.

Intervalo de Altura de Ondas (m)	%
< 0,5	0,05
entre 0,5 e 1,0	8,66
entre 1,0 e 1,5	40,73
entre 1,5 e 2,0	31,01
entre 2,0 e 2,5	11,80
entre 2,5 e 3,0	5,60
> 3,0	2,07
>4,0	0,17

Fonte: Modelo WaveWatch III



3.4 - Perfis de Praia e Perfil de Equilíbrio: A sobreposição dos perfis de praia em monitoramento em comparação com o perfil de equilíbrio (figura 13) elaborado indica tendências erosivas, com todos os perfis posicionados abaixo do perfil de equilíbrio, com tendência de aumento desta desigualdade para maiores profundidades.

O último perfil de praia levantado, em abril de 2010, representado pela linha de cor lilás, representa a condição mais erodida em relação à todo o monitoramento. A linha de cor verde representa o primeiro perfil elaborado. Um dos indícios explicativos estaria relacionado ao clima de ondas e ao período do ano, onde após o verão tem-se a condição de maior erosão da praia, visto que meses subsequentes de ondas advindas do quadrante nordeste (para onde esta é exposta) golpearam a praia tornando-a erodida. O que acentua ainda mais a condição de praia em processo erosivo.

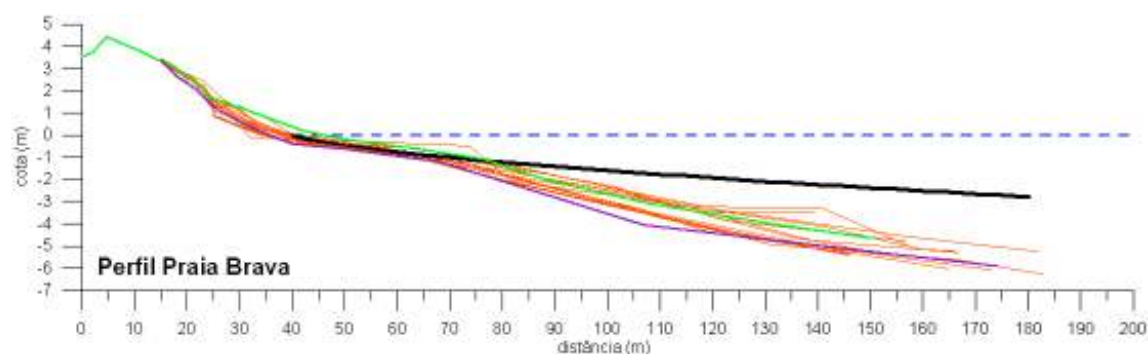


Figura 13 - Sobreposição dos Perfis de Praia monitorados e do Perfil de Equilíbrio Calculado.

A tendência erosiva identificada na comparação entre os perfis de praia medidos e o perfil de equilíbrio, corrobora a tendência de erosão apresentada pelas comparações batimétricas do item 3.2, sobretudo para a porção SE da enseada, onde está posicionado o perfil em monitoramento.

3.5 - Tendências no Transporte de Sedimentos: O resultado obtido através do programa GSTA forneceu uma idéia da tendência de transporte de sedimentos na enseada da praia Brava, e neste, têm-se a partir da porção central, sobretudo ao Norte da enseada uma tendência divergente das direções de transporte, seja em direção ao costão rochoso (oeste) seja em direção para fora da enseada (leste). Na porção Sul, mais próxima à praia a tendência geral do transporte é em direção a leste e nordeste. Estas tendências corroboram com a comparação dos levantamentos batimétricos que indicam acumulação próxima aos costões



rochosos na margem oeste da enseada e erosão (neste caso por transporte costa afora) na porção leste-sudeste da enseada em direção à áreas mais profundas.

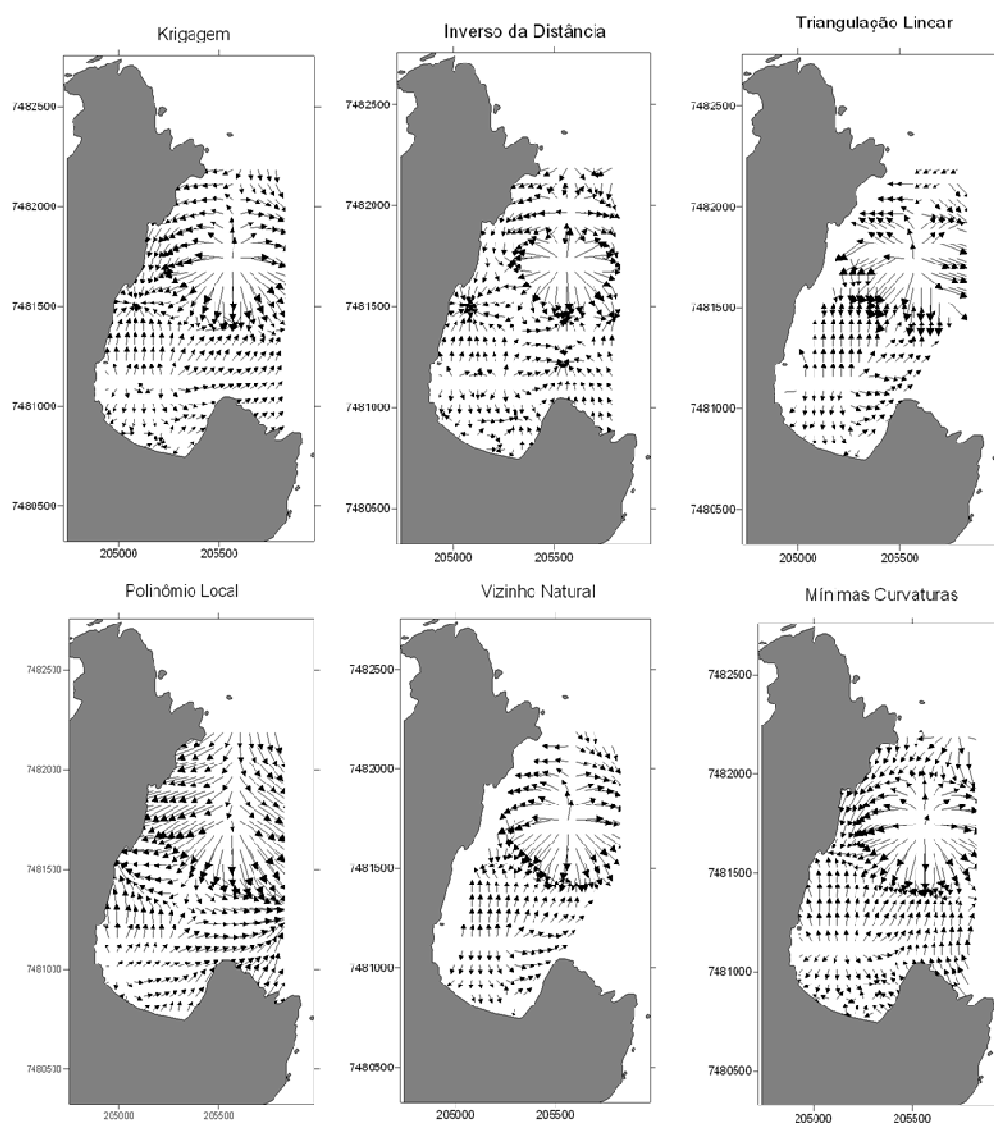


Figura 14. Testes de interpolação de vetores de transporte de sedimentos.

4. CONCLUSÃO

A ocorrência de um moderado processo erosivo têm sido observado na enseada da praia brava através de métodos de campo, laboratório e gabinete. Os resultados obtidos pela análise estatística de dados granulométricos coletados no sistema praia antepraia sugerem dinâmica de erosão, transporte e deposição, distribuídos pela enseada, sobretudo através dos resultados de desvio padrão, assimetria e curtose, o que foi mapeado. Estes dados representados espacialmente através de um modelo de tendências no transporte litorâneo



reforçam e ilustram isto, este por sua vez, foi apresentado através de 6 métodos de interpolação distintos, e os resultados devem ser considerados como sugestão de mais pesquisas.

A comparação batimétrica sugere áreas de acumulação e áreas de erosão, concordando com o modelo de distribuição e transporte de sedimentos. Os resultados de perfil de praia indicam, em duas dimensões, perdas no volume de sedimentos sobretudo na antepraia, através de comparação com o modelo de perfil de equilíbrio. Por fim, os resultados da análise de clima de ondas sugerem que as vagas do quadrante leste nordeste, e os fortes marulhos do quadrante S e SSW promovem perdas significativas no volume de sedimentos disponíveis na antepraia.

5. REFERÊNCIAS

- ALBINO, J. Morfodinâmica e Processos de Sedimentação nas Praias da Barra de São José do Barreto, Macaé – RJ. Dissertação de Mestrado. Instituto de Geociências. PPGG. UFRJ. Rio de Janeiro. 1993
- BLOTT, S.J.; PYE, K. GRADISTAT: A Grain Size Distribution and Statistics Package for the Analysis of Unconsolidated Sediments. *Earth Surface Processes and Landforms*. Vol. 26, 1237-1248. 2001
- BRUUN, P. Coastal Erosion and the Development of Beach Profiles. U.S. Army Beach Erosion Board, Technical Memorandum, 44. 1954
- DEAN, R.G. Equilibrium Beach Profiles: US Atlantic and Gulf Coasts. *Ocean Engineering Technical Report*. Newark, n.12, p. 1-45, January, 1977.
- EMERY, K.O & KUHN, G.G. Sea Cliffs. Their Processes, Profiles and Classification. *Geological Society of America Bulletin*. Vol. 93. Pp. 644-654. 1982
- FOLK, R.L. & WARD, W.C. Brazos River Bar: A Study in the Significance of Grain Size Parameters. *Journal of Sedimentary Petrology*. Vol. 27 (1) pp. 3-26. 1957.
- GAO, S. A Fortran Program for Grain-Size Trend Analysis to Define Net Sediment Transport Pathways. *Computers & Geosciences*, Vol.22. No.4. Short Note. pp. 449-452. 1996
- GAO, S. & COLLINS, M. Analysis of Grain Size Trends for Defining Sediment Transport Pathways in Marine Environments. *Journal of Coastal Research*. Vol. 10. No.1. p.70-78. 1994
- INMAN, D.L., & NORDSTROM. C.E., On the tectonic and morphologic classification of coasts. *Jour. Geol.*, v. 79, no. 1. p. 1-21. 1971



- KLEIN, A.H.F. Morphodynamics of Headland Bay Beaches: Examples from the Coast of Santa Catarina State, Brazil. PhD Thesis. Faculdade de Ciências do Mar e do Ambiente. Universidade do Algarve. Portugal. 2004
- LINS DE BARROS, F.M. Risco e Vulnerabilidade à Erosão Costeira no Município de Maricá, RJ. Rio de Janeiro, Dissertação de Mestrado. PPGG/IGEO. Universidade Federal do Rio de Janeiro. 2005
- LEATHERMAN, S.P. Barrier Island Handbook. University of Maryland, College Park. 3rd edition, 152p. 1988
- MUEHE, D. O Litoral Brasileiro e sua Compartimentação. In: CUNHA, S.B. & GUERRA, A.J.T. (organizadores) Geomorfologia do Brasil. 3a. Edição (2003). Editora Bertrand Brasil. Rio de Janeiro. pgs. 273-250. 1998
- MUEHE, D. (organizador) Erosão e Progradação no Litoral Brasileiro. MMA, Brasília. 476 p. 2006
- MUEHE, D., FERNANDEZ, G.B. & BULHOES, E. Avaliação da estabilidade da linha de costa no semi-arco praial entre Rio das Ostras e Barra de São João (RJ). Anais do X Congresso da ABEQUA, Guarapari. CD. 2005
- SAAVEDRA, L (ver FILHO) Dinâmica Sedimentar na Plataforma Continental Interna entre a Ilha do Cabo Frio e Cabo Búzios. Dissertação de Mestrado PPGG UFRJ. Rio de Janeiro. 125 pp. 1994
- SAAVEDRA, L. & MUEHE, D. Dinamica Sedimentar na Plataforma Continental Interna entre a Ilha do Cabo Frio e Cabo Búzios - RJ. Anais do XXXVIII Congresso Brasileiro de Geologia, Santa Catarina. (370-371). 1994
- SAVI, D.C. Efeito da Construção de um Quebra-Mar sobre os Processos Morfodinâmicos e Sedimentares na Enseada dos Anjos, Arraial do Cabo – RJ. Dissertação de Mestrado. Instituto de Geociências. PPGG. UFRJ. Rio de Janeiro. 2003
- SILVEIRA, J.D. Morfologia do litoral. In: AZEVEDO, A. de (ed). Brasil a Terra e o Homem. São Paulo, Companhia Editora Nacional. 305p. 1964