



## DISTRIBUIÇÃO DE FÁCIES SEDIMENTARES E TENDÊNCIAS DE TRANSPORTE DE SEDIMENTOS NA ENSEADA DE MANGUINHOS, ARMAÇÃO DOS BÚZIOS, RJ.

Ana Carolina De Almeida Tavares - Graduanda. Laboratório de Geografia Marinha. UFRJ.

[anatavaresgeo@gmail.com](mailto:anatavaresgeo@gmail.com)

Eduardo Bulhões- Professor Assistente. PUCG – UFF. Doutorando. LAGEMAR – UFF. Av.

General Milton Tavares de Souza, s/nº - 4º andar - Campus da Praia Vermelha - Gragoatá - Niterói –

RJ. CEP: 24210-346. [eduardomrbulhoes@mac.com](mailto:eduardomrbulhoes@mac.com)

Alessa Favero Duque Estrada- Graduanda. Laboratório de Geografia Marinha. UFRJ.

[alessa.duque@yahoo.com.br](mailto:alessa.duque@yahoo.com.br)

**RESUMO:** Este artigo visa abordar metodologias, técnicas de coleta, análise, processamento, parametrização e mapeamento de sedimentos costeiros superficiais em fácies sedimentares de praias e plataforma continental interna adjacente à enseada de Manguinhos, Armação dos Búzios, RJ. Foram utilizados dados pontuais de 133 amostras coletadas e analisadas em laboratório, o que permitiu parametrização estatística, elaboração de mapas de distribuição e gráficos de correlação. Os resultados apontam para a identificação de três depósitos distintos, o primeiro deles associado à praia e a sua dinâmica de selecionamento e distribuição dos grãos, o segundo associado a um depósito reliquiar de areias da plataforma e o terceiro associado à uma sedimentação atual de frações finas (siltes) proveniente de aporte fluvial moderno. Além disso é apresentado um mapa de distribuição de teores de carbonatos nas amostras o que apontou elevada concentração, algo pouco recorrente na literatura para o litoral do Rio de Janeiro.

**PALAVRAS CHAVE:** sedimentos costeiros, análise granulométrica, geomorfologia costeira, armação dos búzios

**ABSTRACT:** This article aims to approach methodologies and techniques on collection, analysis, processing, patterning and mapping of superficial coastal sediments in sedimentary facies in beaches and shallow continental shelf adjacent to Manguinhos embayment, in the city of Armação de Búzios, state of Rio de Janeiro, Brazil. Punctual data was used from 133 collected samples, which were analyzed in laboratory, allowing statistical patterning, and elaboration of distribution maps and correlation graphics. Results point to the identification of three distinct deposits: the first is associated with the beach and its dynamic of grain selection and distribution; the second is associated with a relict sand deposit on the continental shelf; and the third deposit is associated with a modern sedimentation of fine fractions (silts) proceeding from river discharge. Besides these results, a map is presented with the distribution of carbonate content in the samples, showing a high concentration of this element, which is a rare event within the literature about the Rio de Janeiro coastal environment.

**KEY WORDS:** coastal sediments, grain size analysis, coastal geomorphology, carbonate sediments.



## 1. INTRODUÇÃO

As atuais características sedimentares superficiais em áreas proximais à costa estão relacionadas, em parte, à sedimentação reliquiar ou ao resultado do retrabalhamento de sedimentos preexistentes na plataforma (sedimentos palimpsestos) durante a última transgressão marinha e por último à sedimentação terrígena proveniente da rede de drenagem continental resultando em sedimentos modernos. CURRAY (1964) apresenta uma excelente síntese dos registros sedimentares na plataforma relativos a transgressões e regressões marinhas, mostrando formas e feições relacionadas às migrações da linha de costa em relação às variações do nível do mar. Em relação às características dos sedimentos superficiais que recobrem a zona submarina, DIAS (2004) apresenta uma boa revisão conceitual sobre as diferenças entre sedimentos modernos, reliquiares e palimpsestos.

Segundo a sistematização de McMANUS (1975 *apud* DIAS, 2004) os depositários são a parte superficial sedimentologicamente ativa da plataforma, onde os sedimentos neotéricos (modernos) estariam então equilibrados com as condições energéticas hidrodinâmicas atuais combinado com o fornecimento e a distribuição atual deste material particulado. Já os sedimentos reliquia seriam aqueles depósitos ajustados a uma condição antiga do nível do mar que não foram ajustados com as condições atuais e que não recebem nenhuma contribuição da sedimentação atual moderna. Por fim, os sedimentos palimpsestos seriam aqueles sedimentos reliquiares da plataforma retrabalhados pelos processos energéticos atuais apresentando partículas de sedimentos modernos. Assim, a ocorrência de determinado padrão sedimentar na zona submarina, está diretamente relacionada aos aspectos evolutivos em escala geológica em relação às flutuações do nível do mar, conjugado com ação de ondas e correntes que transportam sedimentos junto ao fundo, elementos fundamentais na dinâmica da zona submarina. Associado a estes condicionantes, fontes atuais, majoritariamente associadas a descargas fluviais, representam também elementos importantes nos estudos de sedimentação dos ambientes geológicos marinhos.

Os objetivos do presente estudo são caracterizar o depósito costeiro da na praia, antepraia e plataforma continental interna através de análises em laboratório e elaboração de mapas de distribuição e propor correlações entre os parâmetros estatísticos que sejam diagnosticantes de processos associados a distribuição atual da sedimentação e a mecanismos de transporte de sedimentos na área de estudo.



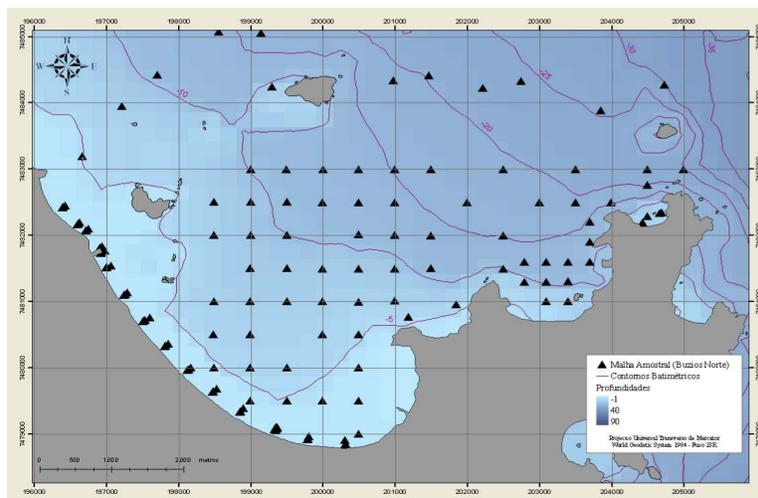
**1.1 - Área De Estudo: Cabo Búzios, Face Norte** - A área de estudo focalizada neste trabalho é a face norte do Cabo Búzios (Mapa 01). Esta área, segundo a classificação proposta por MUEHE (1998) está fisiograficamente localizada no flanco sul do macro-compartimento da Bacia de Campos, que tem como características marcantes as extensas planícies flúviomarinhas, cujo maior expoente é o delta do Rio Paraíba do Sul. O Cabo Búzios aparece como limite sul de um embaiamento que se estende cerca de 14 km até o município de Rio das Ostras. Trata-se de uma planície costeira associada a sedimentação dos rios Una, São João e das Ostras, marcados por feixes paralelos de cristas de praias, afloramentos terciários do Grupo Barreiras e afloramentos cristalinos (AMADOR, 1980, MARTIN e SUGUIO, 1989 *apud* FERNANDEZ, 1998). Estudos recentes sobre erosão costeira (MUEHE *et al.* 2005) e transporte de sedimentos (AZEVEDO, 2008) contribuem para um conhecimento bastante detalhado no entorno desta área no que tange a dinâmica sedimentar e a morfodinâmica de praias.

Quanto ao clima de ondas, apresenta-se compartimentado, no flanco norte existe clara exposição às ondulações (vagas) geradas pelo vento nordeste, e ampla proteção às ondulações de tempestade, provenientes de SW. Quanto à composição e ao transporte sedimentar, aparecem duas influências distintas. Uma de norte para sul associada principalmente à sedimentação fluvial dos Rios São João, Rio Macaé e do Rio Paraíba do Sul (SAAVEDRA, 1994; FERNANDEZ, 1998). O outro tipo de sedimentação ocorre das regiões ao largo do Cabo Búzios em direção as áreas mais rasas, associados a ressurgência costeira com seus vórtices e correntes ascendentes ressuspensando estes sedimentos mais finos, que estão ali posicionados provavelmente por convergência de fluxos do Rio Paraíba do Sul e da Baía de Guanabara (SAAVEDRA, 1994).

A face norte do Cabo Búzios marca esta transição para ambientes cuja sedimentação é positivamente associada à fluxos fluviais que com material terrígeno fino em suspensão transformam a paisagem costeira, passando de águas límpidas frias e transparentes para ambientes turvos de águas quentes. Esta transição fica marcada para quase toda a sedimentação no litoral centro-norte e norte do estado, que passa a partir desta área a ser predominantemente marcada pela sedimentação fluvial e por características deposicionais associadas.



**2. MÉTODOS E TÉCNICAS** Os mapas de distribuição dos parâmetros média, mediana, desvio padrão, assimetria, curtose e teor de carbonatos foram elaborados utilizando-se a rotina de interpolação denominada krigagem dentro da plataforma ArcGIS 9. Para isto, foram utilizados dados pontuais de 133 amostras coletadas, sendo estas 76 na plataforma interna e 57 ao longo das praias (face da praia, zona de surfe e antepraia), onde algumas relações significativas puderam ser estabelecidas. A distribuição destas amostras aparecem no mapa (01) abaixo.



**Mapa 01** – Área de Estudo e Malha Amostral

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 onde procedimentos padrões de peneiramento a seco e por difração de raios laser foram utilizados para a determinação da distribuição de frequências granulométricas. Após a análise as amostras foram submetidas à queima por ácido clorídrico (HCl) numa solução diluída em 15%. Por fim os *softwares* *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*.

**2.1 - Preparo e Pré-Processamento de Amostras** - A primeira etapa quando das amostras no laboratório é a retirada de boa parte do conteúdo de sais dissolvidos através de quatro 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 utilizado 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 a 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. Os demais procedimentos irão depender do método empregado, o que será descrito nos itens subsequentes.

**2.2 - Método de Peneiramento à Seco** - Neste método são utilizadas as duas etapas descritas no item 4.1 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  $\Phi$ . Uma vez montado, as amostras são submetidas a agitação mecânica durante 15 minutos. Em seguida são pesados as frações dos sedimentos retidos em cada uma das peneiras e no fundo e anotado numa planilha.

**2.3 - Método Óptico** - A análise óptica de partículas é o método utilizado pelo equipamento chamado de granulômetro a laser, modelo *MasterSizer2000* utilizado neste estudo. Este baseia-se na utilização da resposta da difração de raios laser na determinação do tamanho das partículas. A teoria melhor aceita que prediz o comportamento de quase todas as partículas em todas as condições é a teoria de Mie. Esta foi desenvolvida para prever a forma com que a luz é dispersa por partículas esféricas e resolve a forma com que a luz passa, ou é absorvida por elas. Esta teoria é mais refinada e precisa, porém assume que o usuário sabe algumas informações específicas sobre as partículas, como o índice de refração e a absorção. (MASTERSIZER2000, 2007)

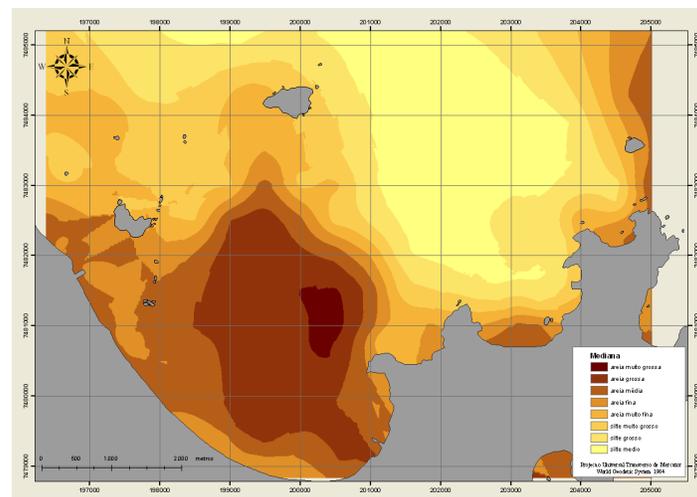
O ponto chave destas teorias é que se o tamanho das partículas e outros detalhes sobre sua estrutura são conhecidos, a forma com que a luz será dispersa pode ser prevista com precisão. Cada partícula vai ter seu padrão de dispersão próprio, como uma assinatura, ou uma impressão digital. O instrumento Mastersizer2000 atua utilizando estas teorias como base. Existe um módulo ótico que associado a um banco de informações consegue fazer com que o programa calcule o exato tamanho das partículas de acordo com as características de dispersão dos raios laser. O procedimento de análise passa inicialmente pelo preparo da amostra, que é na prática apenas a retirada do sal através de sucessivas lavagens e da matéria orgânica (quando existente) através do uso de uma solução de 10 ml de Peróxido de Hidrogênio, que também auxilia à retirada dos sais dissolvidos. Para a análise, são utilizados



entre 5 e 10 gramas da amostra, que por especificações técnicas não devem ter diâmetro maior que 1,0 mm. A configuração das análises é feita utilizando os SOPs que são configurações padronizadas para análise de diversas amostras e inclui determinação do nível de obscuração, utilização de ultrassom, determinação da quantidade de leituras e etc. Os resultados finais saem para cem intervalos de classe, que posteriormente são utilizados para cálculos dos parâmetros estatísticos.

### 3. RESULTADOS

**3.1 - Medidas de Tendência Central: Mediana** - A mediana se situa entre a moda e a média, ou seja, entre o valor de maior frequência de ocorrência de um dado tamanho de grão e o valor obtido por meio de um gráfico de frequência simples. Dentro dos valores de tendência central de uma amostra a mediana é o parâmetro que melhor caracteriza os depósitos sedimentares (MUEHE, 1994; PONÇANO, 1976). No mapa (02) abaixo é apresentada a distribuição interpolada dos valores de mediana.

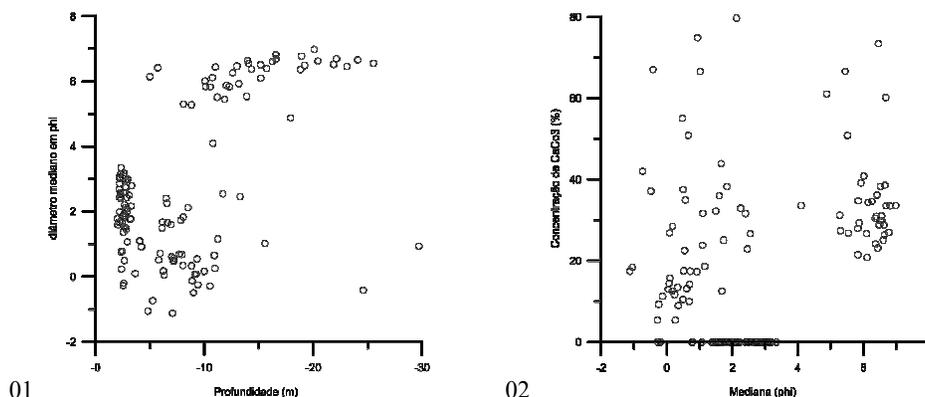


**Mapa 02.** Distribuição Interpolada de Diâmetros Medianos, para a porção norte do Cabo Búzios.

A sedimentação de frações finas e muito finas (sobretudo siltes) ocorrem na porção mais distal à linha de costa num padrão inflexionado na plataforma interna em direção à porção nordeste da linha de costa. Esta sedimentação está associada ao transporte litorâneo de sedimentos fluviais, o que passa a ser um padrão a partir do Cabo Búzios em direção ao norte do litoral do estado. O gráfico (grafico 01) abaixo mostra esta relação entre tamanho mediano



dos grão e profundidade, indicando justamente a tendência de decréscimo granulométrico em direção a maiores profundidades.

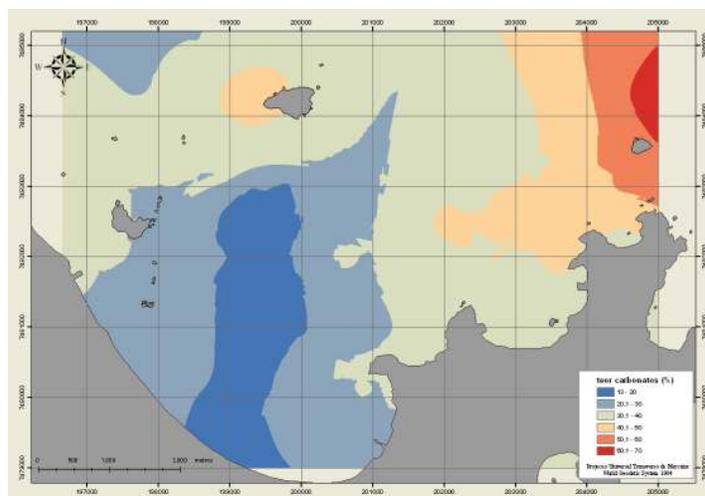


**Gráfico 01.** Relação entre Profundidade e Diâmetro Mediano. **Gráfico 02.** Concentração de CaCo3 vs Diâmetro Mediano.

Outro padrão verificado na análise do mapa 02 mostra que nas proximidades do arco praial de maior extensão (praia de manguinhos) ocorre uma sedimentação de areias finas na porção SE, que vai gradualmente aumentando para areias médias na direção oposta (NW). Este fato demonstra deposição das frações mais finas em direção a SE, o que poderia indicar uma tendência de transporte de sedimentos finos neste sentido.

A feição mais representativa ocorre centralizada neste mapa que é uma mancha de areias médias, grossas e muito grossas na porção central do arco. Acredita-se ser ou uma área de sedimentação reliquiar (ou mesmo palimpsesta) ou uma área de não deposição de frações finas, o que indica que há energia e turbulência suficientes para que tal processo não ocorra. O mapa 03, de distribuição de teor de material carbonático na plataforma interna, confirma que nesta área onde há predomínio de frações grossas representam as áreas onde foram encontrados os menores percentuais de sedimentação carbonática (gráfico 02), o que mais uma vez indica uma sedimentação terrígena e reliquiar e também uma área de não deposição de biodetritos, sugerindo o predomínio talvez de remoção de frações finas e transporte de sedimentos mais acentuado.

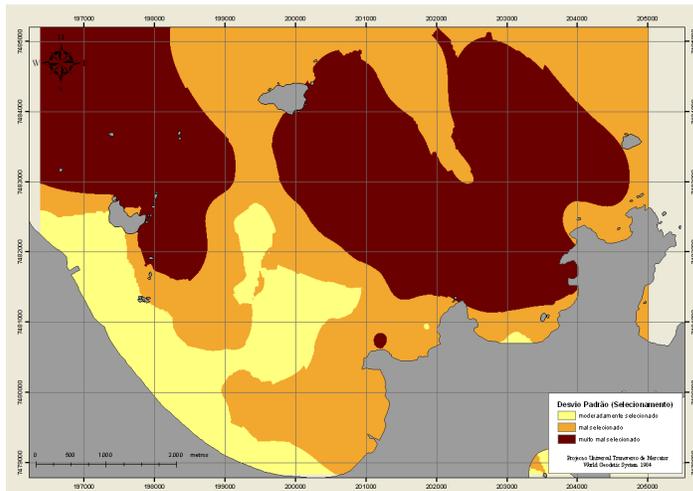
A concentração de carbonato de cálcio em amostras de fundo indica uma razão de concentração entre biodetritos e sedimentos terrígenos. Neste caso boa parte da sedimentação carbonática está associada a presença de costões, lajes rochosas e recifes coralinos, seja na proximidade dos continentes ou na proximidade de ilhas. Como aparece no mapa, as concentrações acima de 40% estão nestas condições.



**Mapa 03.** Distribuição Interpolada do Percentual de Concentração de Carbonato de Cálcio.

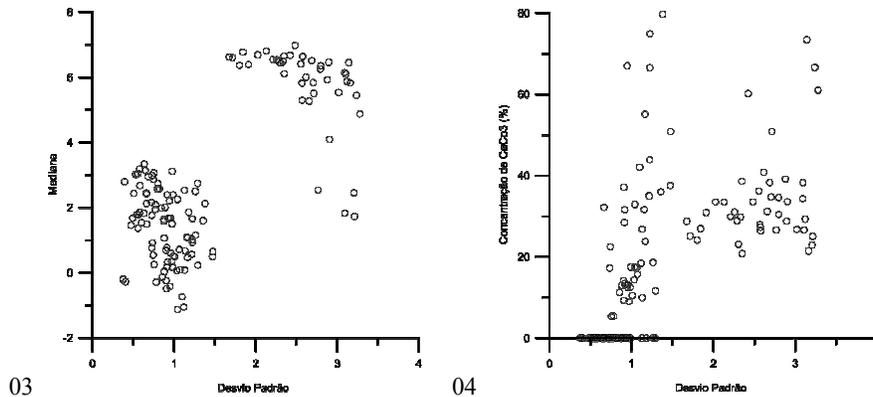
Dentre as limitações de se trabalhar com biodetritos duas se destacam. A primeira é que por serem fragmentos sensíveis à quebra mecânica e aparecem praticamente em todas as frações, algum cuidado deve ser utilizado no próprio manuseio das amostras já que podem apresentar uma condição granulométrica quando saem do mar e outra quando chegam ao laboratório, tendendo à fragmentação e portanto ao afinamento. A outra limitação é a forma destas partículas que normalmente diferem dos grãos arredondados utilizados como padrão numa análise geométrica de parâmetros estatísticos. Os biodetritos normalmente aparecem muito angulosos e achatados, o que certamente altera seu comportamento hidrodinâmico. A estas limitações somam-se outras, como por exemplo a densidade. Estas fazem com que os modelos existentes de transporte de sedimentos sejam ferramentas de utilização questionável ou mesmo pouco úteis, mesmo assim testes com o software GSTA (*Grain Size Trend Analysis*) e interpoladores diversos permitiram estimar tendências gerais de transporte (Mapas 07 a 12).

**3.2 - Medidas De Dispersão: Desvio Padrão, Assimetria e Curtose** - O desvio padrão descreve a dispersão em relação à média (MUEHE, 1994). É a medida de dispersão mais utilizada na estatística convencional. O mapa 04 e o gráfico 03 iluminam um ambiente onde há o predomínio de amostras mal ou muito mal selecionadas segundo a classificação de FOLK e WARD (1957). Uma das razões para isto é justamente a presença de biodetritos que parecem em praticamente todas as fracções granulométricas



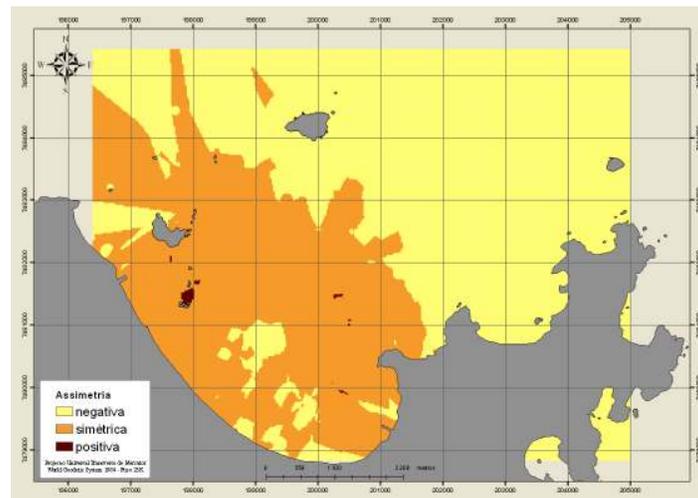
**Mapa 04.** Distribuição Interpolada de Valores de Desvio Padrão

Os limites deste parâmetro são  $< 0.35$  para amostras muito bem selecionadas; entre 0.35 e 0.50 para amostras bem selecionadas; entre 0.50 e 0.70 para amostras moderadamente bem selecionadas; entre 0.70 e 1.0 para amostras moderadamente selecionadas; entre 1.0 e 2.0 para amostras mal selecionadas; entre 2.0 e 4.0 para amostras muito mal selecionadas e acima de 4.0 as amostras são extremamente mal selecionadas. Nos resultados foi observado que o desvio padrão das amostras diminui na medida em que se considera uma aproximação da costa, onde tem-se uma distribuição moderadamente selecionada de areias médias e grossas. O gráficos abaixo acentuam a tendência de que as frações mais mal selecionadas são aquelas associadas a porção lamosa das amostras de fundo (gráfico 03) e que existe uma tendência de pior selecionamento a medida em que aumenta a concentração de carbonato de cálcio nas amostras (gráfico 04). Passando a moderadamente selecionado e bem selecionado a medida que consideramos as frações mais médias e grossas, tipicamente associadas a depósitos reliquiais ou a ambientes onde há um selecionamento de exclusão ou não deposição de frações finas atuais, ou mesmo compostas com baixo teor de biodetritos.



**Gráfico 03** - Desvio Padrão vs Mediana. **Gráfico 04.** Desvio Padrão vs Teor de Carbonato de Cálcio.

A assimetria é o grau de desvio de uma curva no sentido horizontal podendo esse desvio ser positivo ou negativo (ANDRIOTTI, 2003). A assimetria mede a distribuição da frequência e marca a posição da média em relação à mediana (SAHU, 1964), descrevendo se a curva é ou não simétrica. Sendo assimétrica, pode inclinar-se (a cauda mais longa da curva) para o lado das frações grossas ou das finas podendo ser negativa ou positiva, respectivamente. Os limites de assimetria segundo FOLK e WARD (1957) são - 1.0 a - 0.3 para amostras com assimetria muito negativa; - 0.3 a - 0.1 para amostras com assimetria negativa; - 0.1 a 0.1 para amostras simétricas; entre 0.1 até 0.3 para assimetria positiva; e entre -0.3 a -1.0 para assimetria muito positiva.

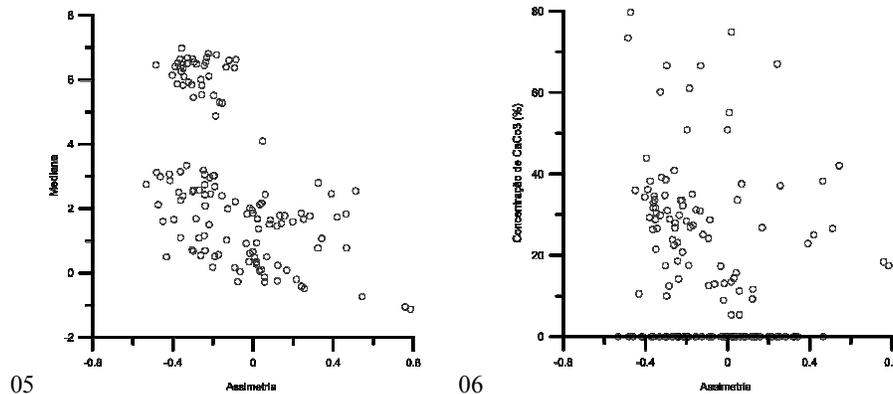


**Mapa 05.** Distribuição Interpolada de Valores de Assimetria.

O mapa 05 acima ilustra a distribuição de assimetria das amostras de fundo, e revela para a porção norte do depósito assimetria negativa, o que significa um residual granulométrico em direção às frações mais grossas da área de estudo. Na porção mais

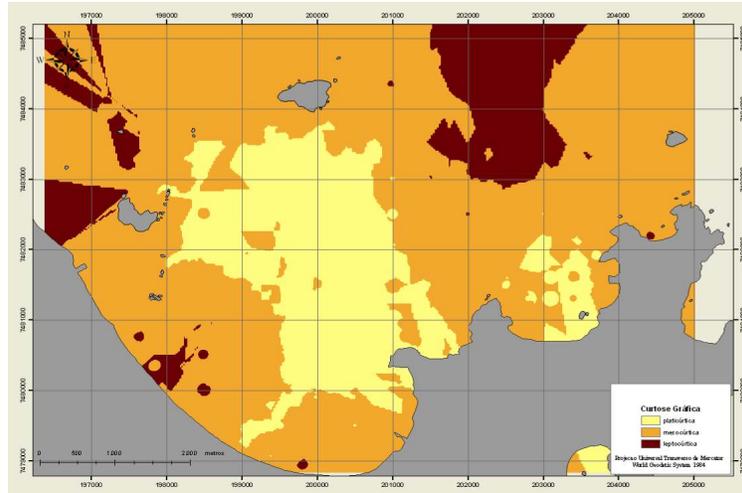


próxima a linha de costa há uma significativa mudança nas curvas de distribuição que ilustram um ambiente simétrico, típico de áreas onde há transporte de sedimentos. Na porção NE da linha de costa há uma aproximação da sedimentação siltosa, o que conseqüentemente, induz a padrões de assimetria negativa, para o lado das frações mais grossas (carbonáticas), conforme o gráfico 05. Este padrão também concorda com a hipótese que a sedimentação de frações mais finas está associado a um aumento na concentração dos carbonatos e conseqüentemente a valores de assimetria negativos (gráfico 06).



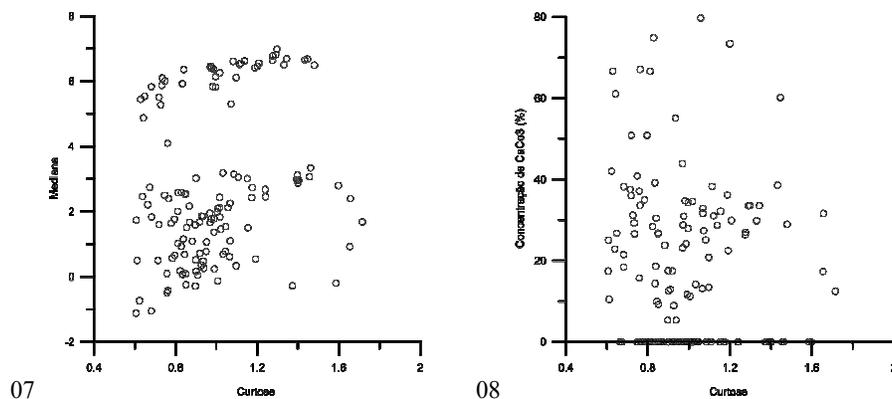
**Gráfico 05** - Assimetria vs Mediana. **Gráfico 06** - Assimetria vs Teor de Carbonatos

A curtose é a medida de esbeltez da curva de distribuição, comparando o selecionamento entre os 90% centrais da curva com os 50% centrais (MUEHE, 1994). Pode ser também definida como o grau de achatamento de uma curva em relação a uma curva representativa de uma distribuição normal. Designa-se como leptocúrtica a curva com um pico elevado, platicúrtica a curva achatada e mesocúrtica a situação intermediária. Os limites segundo a classificação de FOLK e WARD (1967) são de  $< 0.67$  para amostras muito platicúrticas, entre 0.67 e 0.90 para amostras platicúrticas, as amostras mesocúrticas situam-se entre 0.90 e 1.11, entre 1.11 e 1.50 para amostras leptocúrticas e acima de 1.50 as amostras são muito ou extremamente leptocúrticas. Este parâmetro sugere algumas tendências deposicionais quando platicúrtica podendo indicar mistura de populações diferentes, e tendências de transporte quando leptocúrtica, podendo indicar remoção de alguma fração por meio de correntes de fundo ou outros forçantes deposicionais (PONÇANO, 1986). O mapa 06 ilustra a distribuição dos valores de curtose para o ambiente deposicional em estudo e revela que a maior área apresenta uma distribuição mesocúrtica o que torna a análise inconclusiva.



**Mapa 06.** Distribuição Interpolada de Valores de Curtose.

O gráfico 07 relaciona o tamanho mediano dos sedimentos com a respectiva característica de curtose o que revela uma tendência de as amostras de diâmetro areia média e grossa serem mais platicúrticas enquanto que os siltes também seguem essa tendência se consideradas suas subdivisões em médios e grossos. A tendência então de amostras leptocúrticas para o lado dos sedimentos mais finos não sugere nenhuma correlação útil.

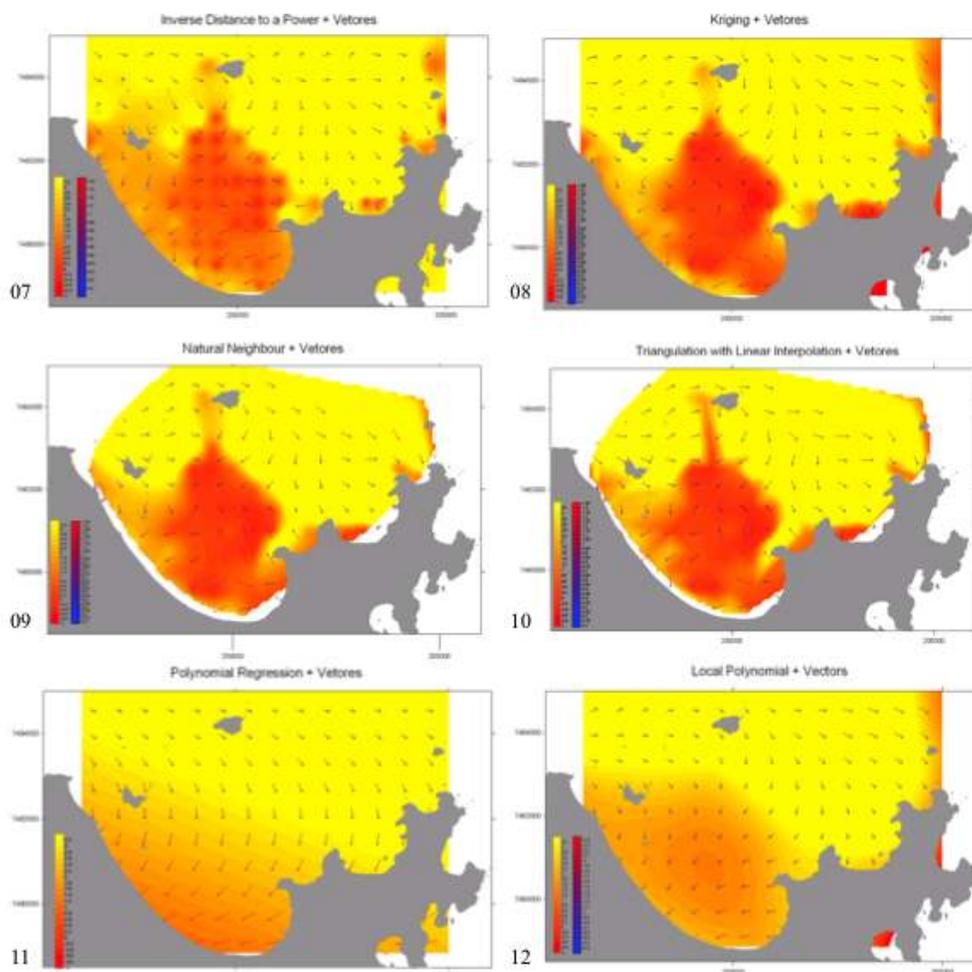


**Gráfico 07.** Curtose vs Diâmetro Mediano. **Gráfico 08.** Curtose vs Teor CaCO<sub>3</sub>.

**3.3 - Tendências no Transporte de Sedimentos** - Para inferir tendências no transporte de sedimentos na área de estudo foi utilizado o software 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 software 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 selecionado

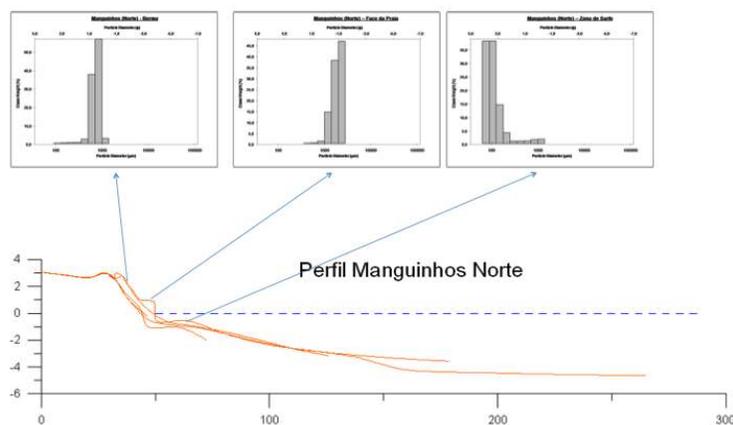


6 deles (*Inverse Distance to a Power*, *Kriging*, *Natural Neighbour*, *Triangulation with Linear Interpolation*, *Polynomial Regression* e *Local Polynomial*) para apresentação de resultados.

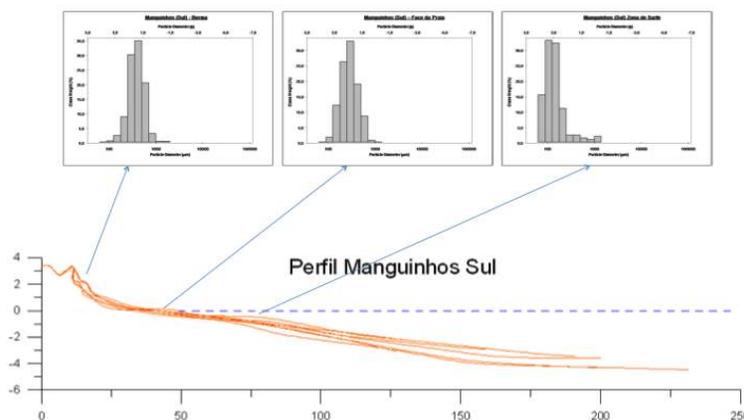


**Mapas 07 a 12** - Vetores de Tendências de Transporte de Acordo com Diversos Métodos de Interpolação.

**3.4 - Sedimentos no Sistema Praia-Antepraia** - Dentro de uma proposta de monitoramento morfodinâmico das praias foram feitos diversos levantamentos em perfis de praia ao longo da enseada de Manguinhos. Abaixo seguem exemplos dos perfis sobrepostos e a distribuição transversal do diâmetro mediano dos sedimentos ao longo de dois perfis nas posições berma, face da praia e zona de surfe. O gráfico 09 apresenta a sobreposição de perfis de praia na porção norte da enseada e os respectivos histogramas de análise dos sedimentos das feições acima citadas. Já o gráfico 10 apresenta a sobreposição dos perfis na porção sul da enseada com os respectivos histogramas.



**Gráfico 09** - Manguinhos NORTE. Sobreposição de alguns perfis de praia e respectivos histogramas dos sedimentos da berma, face da praia e zona de surf.



**Gráfico 10** - Manguinhos SUL. Sobreposição de alguns perfis de praia e respectivos histogramas dos sedimentos da berma, face da praia e zona de surf.

#### 4. CONCLUSÕES

Os resultados alcançados apontam para a identificação de três depósitos distintos, o primeiro deles associado à praia e a sua dinâmica de selecionamento e distribuição dos grãos, o segundo associado a um depósito palimpsesto de areias médias e grossas da plataforma associados majoritariamente a movimentação de barreiras arenosas resultante da última transgressão marinha e o terceiro associado à uma sedimentação moderna e atual de frações finas (siltes) relacionados ao aporte fluvial vindo de norte.

O primeiro caso mostra um padrão muito claro, na praia, de aumento da granulometria em direção a porção NW da linha de costa e afinamento na direção oposta. Este padrão corrobora com a própria geometria transversal do sistema praia antepraia onde perfis de praia mostram um aumento significativo na declividade em direção a esta porção NW, devido



basicamente a um aumento no diâmetro mediano dos grãos representativos das feições berma e face da praia (passando de grãos finos para grossos e médios para grossos respectivamente) no sentido Sul - Norte.

O segundo caso retrata uma extensa mancha de areias médias, grossas e muito grossas, com relativa pequena presença de material carbonático particulado na porção central do arco praial. Como os valores de assimetria indicaram um padrão simétrico e a curtose indica um padrão de curva achatada (platicúrtica) há fortes indícios de serem sedimentos palimpsestos onde as areias grossas estão misturadas com material particulado fino, fruto então do retrabalhamento de material reliquiar da barreira arenosa somado à sedimentação siltosa moderna, que é justamente a terceira situação investigada.

Na porção mais distal da linha de costa ocorre então esta sedimentação neotérica (moderna) siltosa, associada ao aporte fluvial vindo de N e NW que em determinado ponto se inflexiona em direção a S e SE, permeando as margens deste depósito dito palimpsesto e alcançando a linha de costa em nos segmentos E e SE.

Quanto ao transporte de sedimentos o resultado que melhor expressa a tendência geral de transporte de sedimentos segundo sua distribuição na área de estudo foi a partir do interpolador *Local Polynomial* (seguido do *Polynomial Regression*), que mostram uma tendência mais forte de transporte de N-NW para E-SE nas áreas mais profundas, o que corrobora a tendência geral de movimentação de deriva com uma tendência de inflexão de norte para sul, na direção da porção mais côncava (SE) da enseada, sentido que corrobora com a aproximação das ondas de NE e NNE e com a hipotética refração sofrida pelas ondas do quadrante S e SE. Próximo a praia a tendência é então de uma movimentação em direção a porção W e NW da mesma. Os outros interpoladores tendem a apresentar nuances semelhantes à descrita acima, porém com algumas inconsistências de direção para Norte (*Kriging*, *Natural Neighbour*, *Triangulation with Linear Interpolation*) o que aparentemente não faz muito sentido.

Por fim é válido sinalizar que estes resultados estão associados à amostras com alto teor de fragmentos carbonáticos, que por motivos já citados, podem influenciar bastante a tendência de transporte sobretudo num modelo (GSTA) que usa como base a distribuição dos parâmetros estatísticos das amostras.

## 5. REFERÊNCIAS



- ANDRIOTTI, J.L.S. *Fundamentos de Estatística e Geoestatística*. Editora Unisinos. 1ª Edição. São Leopoldo. 165 pgs. 2003
- 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
- CURRAY, J.R. (1964) *Transgressions and Regressions*. In: MILLER, R.L (1964) *Papers in Marine Geology. Shepard Commemorative Volume*. The Macmillan Company. New York. 175 - 203 pp. 1964
- DIAS, J. A. *Evolução do Conceito de Sedimento Relíquia*. Disponível em <http://w3.ualg.pt/~jdias/JAD/ebooks/Reliquias.pdf>. Acessado em 07/01/2010. 2004
- 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. and 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
- LANDIM, P. M.B. *Análise Estatística de Dados Geológicos*. 2a. Edição. Editora da UNESP. São Paulo. 253 pgs. 2003
- MASTERSIZER2000 User Manual. Malvern Instruments. MANO 384 Issue 1.0. United Kingdom. 2007
- MUEHE, D. *Geomorfologia Costeira*. In: GUERRA, A. J. T. & CUNHA, S.B. (orgs.) *Geomorfologia: Atualização de Bases e Conceitos*. Editora Bertrand Brasil p.253-308 4a Edição (2001). Rio de Janeiro. 1994<sup>a</sup>.
- MUEHE, D. *Geomorfologia Costeira*. In: GUERRA, A. J. T. & CUNHA, S.B. (orgs.) *Geomorfologia : Exercícios, Técnicas e Aplicações*. Editora Bertrand Brasil p. 191-237. 1a Edição. Rio de Janeiro. 1994b
- PONÇANO, W.L.; GIMENEZ, A.F.; FULFARO, V.J. *Sedimentação Atual na Baía de Sepetiba, Estado do Rio de Janeiro: Contribuição à Avaliação de Viabilidade Geotécnica da Implantação de um Porto*. Anais do 1o. Congresso Brasileiro de Geologia de Engenharia, Volume 2. Rio de Janeiro (111-139). 1976
- 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
- SAHU, B.K. (1964) *Depositional Mechanisms From the Size Analysis of Clastic Sediments*. Journal of Sedimentary Petrology. Vol. 34 (1). pp. 73-83. 1964.