

# **Indicadores Morfológicos para a Origem e Evolução das Barreiras Arenosas Costeiras no Litoral do Estado do Rio de Janeiro**

Guilherme Borges Fernandez

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

## **Resumo**

O litoral do estado do Rio de Janeiro é representativo em termos de costas dominadas por ondas. Neste trabalho foram identificadas diversas barreiras costeiras que apresentem características morfológicas que mostram processos evolutivos atuais e pretéritos.

Palavras chave: Barreiras costeiras; Rio de Janeiro; evolução costeira.

## **Abstract**

The coastline of Rio de Janeiro is a good example of wave dominated coasts. The main of this work is discussed of different types of coastal sandy barriers observed along this area. The results show that seven types of these features were identified.

Key words: Coastal sandy barriers; Rio de Janeiro Coast; Coastal evolution

## **1. Introdução e área de Estudo**

Barreiras arenosas costeiras (*coastal sand barriers*) representam as feições mais importantes em termos de morfologia dos ambientes deposicionais dominados por ondas (Roy et al. 1995). Os aspectos evolutivos destas feições são predominantemente controlados por flutuações do nível do mar, que em conjunto com fatores como espaço de acomodação, disponibilidade de sedimentos e sedimentação da zona submarina, influência de sedimentação fluvial, orientação da linha de costa, clima de ondas, transporte predominante de sedimentos, variações marégraficas e condições meteorológicas, dinâmica sedimentar na zona de surfe e antepraia, podendo talvez incorporar eventos neotectônicos, determinam a morfologia destes ambientes. Utilizando estes ou parte destes parâmetros, se torna possível determinar que a morfologia das barreiras arenosas costeiras seja resultante da evolução pretérita e atual destas feições. Neste sentido o principal objetivo deste trabalho reside na identificação das diferentes identidades morfológicas das barreiras no estado do Rio de Janeiro, tendo como base para sua forma, a inferência de processos evolutivos ocorridos durante o Quaternário Tardio que registram uma série de elementos acima descritos, ainda impressos na paisagem. Na verdade este trabalho mostra um detalhamento do trabalho de Fernandez (2007).

O litoral do Estado do Rio de Janeiro pode ser subdividido em dois compartimentos com alinhamentos distintos a partir da ilha do Cabo Frio (Muehe et al., 1999). A norte da ilha,

Muehe (1998) classificou o litoral com a denominação de Bacia de Campos, e tem como alinhamento principal a orientação nor-nordeste/su-sudoeste condicionado estruturalmente pelo ciclo orogênico brasileiro, que caracteriza a linha de costa brasileira do cabo Calcanhar (RN) até o Chuí no Rio Grande do Sul (Muehe & Valentini, 1998). A oeste do cabo Frio o litoral sofre uma brusca inflexão passando a ter alinhamento leste-oeste e foi denominado Litoral dos Cordões Litorâneos (Muehe, 1998).

O litoral fluminense é um exemplo interessante de costas dominada por ondas e, portanto são observadas diversas barreiras arenosas, que ainda preservam em parte a morfologia original sendo possível se inferir sua evolução. Tal preservação ainda pode ser inferida em áreas onde os processos de ocupação são rarefeitos ou inexistentes, o que de certa forma viabiliza a inferência de indicadores morfológicos como elemento norteador da evolução destas barreiras.

As marés da região são caracterizadas como de micromaré com desigualdades diurnas, com duas preamares e duas baixa-mares. O regime maregráfico pode ser distribuído para todo o estado, ao contrário do clima de ondas.

Em termos de parâmetros de ondas o trabalho de Pinho (2003) reconhece de forma sintética quatro diferentes situações, onde existe uma forte associação entre eventos meteorológicos e oceânicos, gerando ondas superiores a quatro metros. O litoral entre a Marambaia e o Cabo Frio está diretamente voltado para o quadrante sul e recebe forte influência de massas de ar associadas a migração das altas para as baixas latitudes de frentes polares, situações associadas a mau tempo. A partir do Cabo Frio o litoral é fortemente influenciado pela célula de alta pressão semi-fixa que domina grande parte da costa leste brasileira. Tal situação é associada a condições de tempo bom. Outras duas situações são nuances das apresentadas, na forma de variações na incidência e parâmetros das ondas.

A tendência do nível do mar a costa fluminense apresenta as mesmas características estabelecidas para o litoral brasileiro, isto é, nos últimos 5300 A.P. observaram-se padrões regressivos (Suguio et al. 1985; entre outros). Verifica-se, porém que tal tendência não foi suficiente para que se estabeleçam feições associadas a as características morfológicas regressivas, não somente na costa brasileira, mas principalmente na costa do estado do Rio de Janeiro. Neste sentido as barreiras costeiras no estado do Rio apresentam características que vão além do padrão geral de oscilação do nível do mar, envolvendo uma série de fatores que podem identificados em parte pela morfologia.

## 2. Nomenclatura utilizada

È interessante notar que questões relacionadas a nomenclatura de feições costeiras sempre emerge associadas a amplas e acaloradas discussões sobre a utilização apropriada de determinados termos. Como por exemplo, a terminologia utilizada em diferentes sub-ambientes observados nas praias e feições associadas a parte emersa e submarina, que apesar de um número expressivo de trabalhos, ainda não foram completamente esclarecidos, nem mesmo normatizada uma terminologia comum entre os pesquisadores brasileiros. No caso das barreiras arenosas costeiras tal problema se prolonga desde a década de 1980. Nesta década um número razoável de pesquisadores contribuiu sobremaneira para o entendimento dos processos que originaram as *Restingas* em parte da costa brasileira (ver trabalhos organizados por Lacerda et al. 1984). Atualmente o termo Restinga aparece muito associado a ecologia do que a geomorfologia ou geologia costeira. Estes trabalhos representaram um avanço importante sobre os estudos da morfologia da costa brasileira e particularmente da costa fluminense, que até então havia sido detalhada em sua origem evolução por Lamego (1940).

Primeiramente o próprio termo barreira, traduzido diretamente do termo *barrier* em inglês, foi questionado por Dias e Silva (1984) para não causar confusão com as falésias do Grupo Barreiras, que domina grande parte do litoral brasileiro. A utilização mais sistemática do termo barreira para a morfologia de sistemas arenosos alongados, em ambientes dominados por ondas, teve um segundo grande impulso do meio para o final da década de 1990 e a partir de 2000, principalmente por pesquisadores do sul do Brasil, que passaram a utilizar o termo barreira. A utilização do termo ocorre provavelmente em função de maior aproximação com pesquisadores australianos. A disseminação sistemática do termo barreira, que antes era reportado a *Restingas*, parece um caso típico de voto vencido, uma vez que a maioria dos autores atuais passou a utilizá-lo.

Em termos de nomenclatura mais específica numa avaliação geral entre os trabalhos de Coe Neto (1984), Dias e Silva (1984), Flexor et al. (1984), Muehe, (1984) e Suguio e Tessler (1984) entre outros, todos de alguma forma tecem comentários sobre a terminologia das *Restingas*. De maneira objetiva Coe Neto (1984) utiliza o termo *Cordão Litorâneo* para sistemas barreiras costeiras na Massambaba, que morfologicamente se enquadra no sistema barreira-laguna. Tal termo é utilizado por também por Muehe (1984) para a mesma feição, portanto pode ser empregado como sinônimo de barreiras tipo transgressivas. Paralelamente a utilização do termo cristas de praia aparece mais associado a padrões de barreiras regressivas

conforme o trabalho de Dias e Silva (1984). É interessante notar que o trabalho de Flexor et al. (1984) sugere o termo planície de cordões regressivos para as cristas de praia, o que confere a não normatização até aquela época, o que persiste até o momento. Neste trabalho não seria oportuno se prolongar na discussão terminológica, mas conversas trocadas ao longo de mais de uma década com Dieter Muehe, este sugere que barreiras transgressivas seriam sinônimo de cordões litorâneos, e cristas de praia associadas a barreiras regressivas. Sendo assim neste trabalho utiliza-se tal nomenclatura.

### **3. Resultados**

#### **3.1. Barreiras entre a Marambaia e a Ilha do Cabo Frio**

Os estudos no litoral fluminense sobre as barreiras arenosas tiveram um grande impulso na década de 1940, que na época foram chamadas de restingas, em função de considerações sobre a evolução destas feições feitas por Lamago (1946). Tais considerações foram feitas a partir de observações visuais e fotografias aéreas, que levou o autor a sugerir que a evolução morfológica destes ambientes teria como principal forçante a deriva litorânea de sedimentos, que dariam origem e evolução das restingas. Para o autor, a formação de feições alongadas e lagunas no seu reverso (como por exemplo restinga da Marambaia) teriam origem no fechamento de enseadas, consideradas como mares rasos, a partir pela evolução lateral de um pontal, formado por sedimentos mobilizados por ondas preferenciais em uma dada direção. O modelo evolutivo de Lamago (1946) foi fortemente questionado na década de 1980, onde entre outros trabalhos, destaca-se o de Muehe (1984) e Coe Neto (1984), que sugerem que a formação a migração em direção ao continente de barreiras em consonância com variações positivas do nível do mar. Tais feições portanto, formariam séries de barreiras transgressivas (*transgressive barriers beaches*), isto é, seriam feições cuja formação estariam associadas a variações positivas do nível do mar, com tendência de migração para o interior. Neste sentido Muehe e Correa (1989) mostram que de fato há um equilíbrio no transporte litorâneo nas direções leste e oeste, portanto não seria plausível se estabelecer uma dinâmica preferencial de transporte na evolução de um pontal. Os mesmos autores mostram que Lamago não reforça idéias sobre a origem de sistemas paralelos, portanto negligencia o papel de variações do nível do mar na formação destes ambientes.

Mais recentemente Turc et al. (1999) mostra esquematicamente como que transgressões ocorridas no máximo do Pleistoceno tardio (123 000 A.P.) posicionaram para o interior a barreira interna ou a barreira mais antiga, entre a Marambaia e a Massambaba. A

barreira externa estaria, portanto, associada a transgressão máxima holocênica ocorrida a 5.300 A.P. A interpretação da barreira interna mais alta e mais larga associada a níveis mais altos do nível do mar no Pleistoceno (Muehe, 2006) de fato é coerente, porém o fato desta barreira ser mais larga provavelmente reflete a migração regressiva desta barreira após o máximo pleistocênico, aumentando sua largura (Figura 1). Desta forma o sistema duplo de barreiras nesta parte do litoral estaria associado a uma barreira mais antiga regressiva e a barreira mais recente transgressiva.

A barreira externa apresenta em trechos variados, continuidade de translação em direção a retroterra, conforme mostra o trabalho de Muehe et al. (2001) que observou processos de transposição das ondas por eventos extremos de ressacas. Este processo foi colocado primeiramente por Muehe (1984) que sugere que a plataforma se torna a única fonte de sedimentos para a construção da barreira, uma vez que a sedimentação terrígena é aprisionada em sistemas lagunares formada no reverso das feições transgressivas. Desta forma não havendo fontes diretas de sedimentação a barreira externa continuaria seu processo transgressivo mesmo em condições de abaixamento do nível do mar.

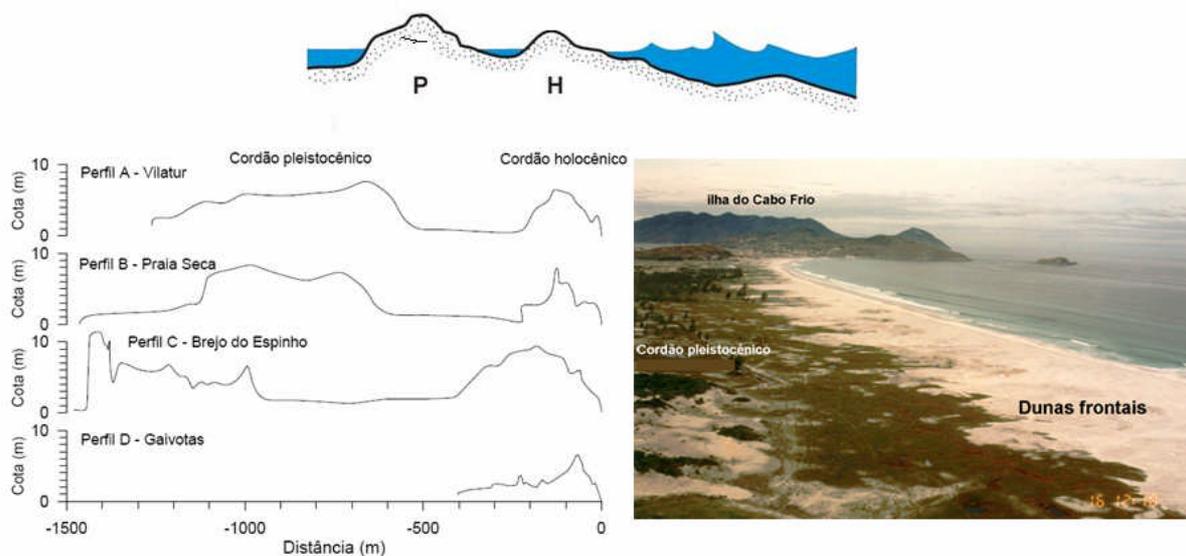


Fig. 1. A figura mostra acima esquematicamente o arranjo morfológico das barreiras neste compartimento. As letras P e H significam Pleistoceno e Holoceno. Abaixo a esquerda, perfis transversais publicados por Muehe (2006) mostrando dois sistemas de barreiras, sendo que o mais interiorizado é aqui interpretado como regressivo. A direita uma fotografia mostrando as duas barreiras.

### **3.2. Barreiras arenosas costeiras entre o Cabo Frio e o Cabo Búzios**

As barreiras costeiras observadas entre o Cabo Frio e o Cabo Búzios apresentam características morfológicas associadas a feições tipicamente transgressivas, com capeamento eólico evidente, o que aumenta altimetricamente a barreira além de promover uma largura de aproximadamente 150 metros em direção a retroterra, partindo do nível médio do mar atual (fig. 2). A figura 2 mostra que a Barreira atinge mais de sete metros de altura como resultados da incorporação direta de sedimentos da praia em direção as dunas. Este processo é deveras favorecido em função alinhamento da linha de costa na direção norte-sul, o que garante a ação direta de ventos oriundos do mar em direção a terra. O espessamento da largura da feição acaba por soterrar grande parte dos sistemas lagunares formados no reverso. Tais sistemas não são mais possíveis de serem observados em Perú e Tucuns, onde as depressões atualmente apresentam-se apenas com brejos, em que o afloramento do freático ocorre em situações de chuvas mais continuadas. No caso específico do arco de praia de Cabo Frio ainda se observa sistemas lagunares no reverso da barreira, que não foram soterrados em função do pouco desenvolvimento de dunas ao sul do arco, em áreas com praias mais refletivas e, portanto menos favoráveis a formação de dunas frontais (Fernandez et al. 2006; Pereira et al. 2007).

O desenvolvimento das dunas na região pode ser interpretado por meio dos aspectos morfodinâmicos as praias da região, que foram classificadas como intermediárias a dissipativas (Fernandez et al. 2006; Pereira et al. 2007), características que favorecem o desenvolvimento de dunas associadas a praia. O padrão dissipativo a intermediário está diretamente associado a sedimentação da antepraia, coberta por sedimentos arenosos finos a médios (Pereira et al. 2007) e a exposição de ondas em todas as situações de mar que favorecem principalmente o transporte longitudinal de sedimentos. O desenvolvimento de dunas também é fortemente influenciado por características climáticas semi-áridas (Barbieri, 1999). Desta forma a morfologia transgressiva e dunas frontais associadas representam a paisagem neste setor do litoral.

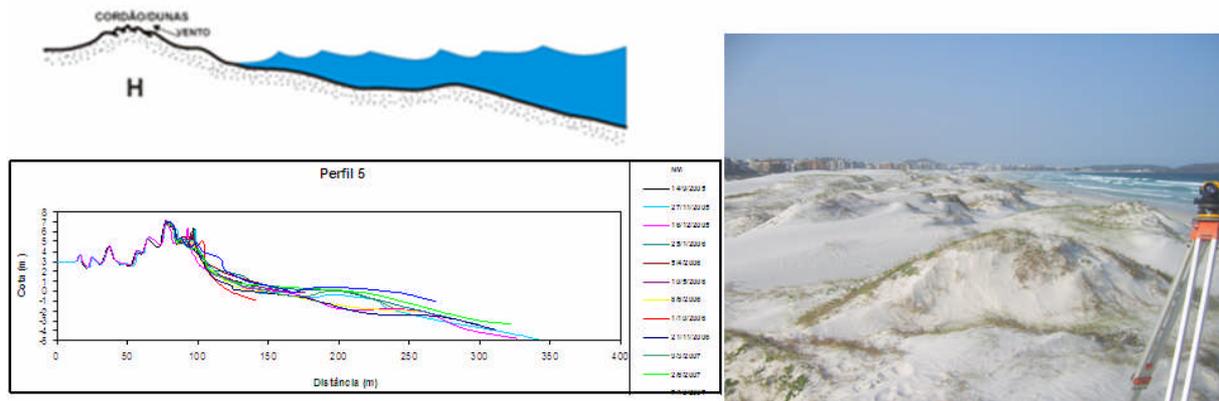


Fig. 2. As duas figuras do lado esquerdo mostram acima o esquema morfológico proposto, com uma barreira holocênica com desenvolvimento de dunas frontais, e abaixo a topografia sistemática realizada num ponto da região. A foto do lado direito mostra de fato o capeamento eólico sobre a barreira transgressiva.

### 3.3. Barreiras arenosas costeiras entre o Cabo Búzios e a Foz do Rio São João

A morfologia das barreiras costeiras a partir do Cabo Búzios, apresentam características de feições tipicamente regressivas, associadas a sedimentação do Rio São João associadas a regressão marinha holocênica (Fig. 3). Os estudos na região em termos de mapeamento foram feito por Martin e Suguio (1989). Os autores de fato sugerem que a fisiografia da planície formada por feixes paralelos de cristas de praia seja resultado da incorporação de sedimentos arenosos disponíveis da plataforma, incorporados a parte emersa durante a regressão marinha holocênica.

Fernandez e Muehe (1998) mostram que a sedimentação adjacente a praia na região é composta de sedimentos finos de origem fluvial, que de fato são diretamente incorporados a praia apenas no extremo sul do arco. Desta forma a feição regressiva deve de fato estar associada a sedimentação fluvial e marinha pré-existente com espaço de acomodação bastante suave, favorecendo o desenvolvimento de barreiras regressivas, principalmente associados a regressão marinha holocênica. Desta forma a tendência regressiva do nível do mar com aporte fluvial associado, permitiu o desenvolvimento de barreiras regressivas nesta parte do litoral.

É notório o não desenvolvimento de dunas no compartimento. Tal fato se deve a heterogeneidade da sedimentação da planície, em que os sedimentos mais grossos são reliquiares e os finos, do *input* fluvial, são compactados não favorecendo a formação de dunas, mesmo a área sendo submetida a ventos de NE do mar para a terra.

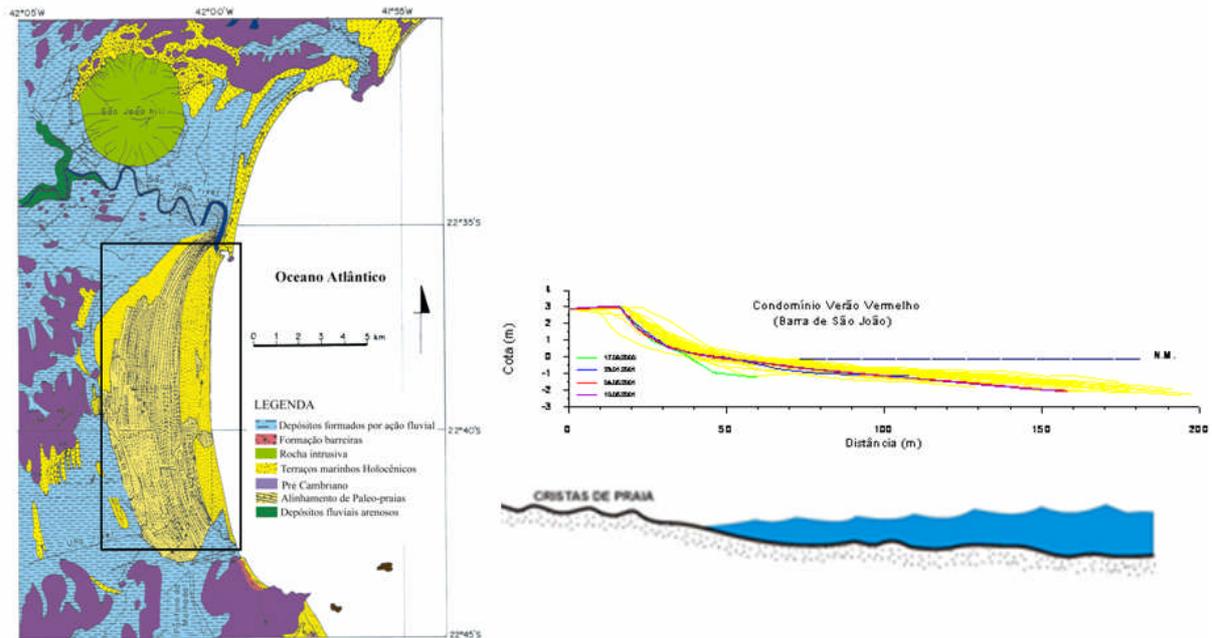


Fig. 3. A figura mostra do lado esquerdo o mapa geológico modificado de Martin et al (1997) em que observam cristas de praia ao sul do São João e ausência de barreiras holocênicas ao norte. No detalhe marcado na figura da direita em relação as do lado esquerdo, pode se ver abaixo o esquema proposto para a morfologia da barreira regressiva observada na região e acima perfis de praia na área por Fernandez e Muehe (1998).

### 3.4. Barreiras arenosas costeiras entre a Foz do Rio São João e Rio das Ostras

Morfologicamente, as feições dominadas por ondas ao norte do Rio São João se caracterizam pela ausência de barreiras arenosas holocênicas e um domínio de feições regressivas datadas do pleistoceno. Martin et al (1997) mostram que de fato não existe qualquer feição holocênia desenvolvida na área (Fig 3). A ausência de barreiras holocênicas foi descrita mais detalhadamente por Fernandez e Muehe (1998) que caracterizaram também a morfodinâmica das praias ao norte do São João (Fig. 4). Os autores verificaram que existia um abrupto contato entre a falésia formada por arenitos cimentados, principalmente por matéria orgânica (Fig. 4), semelhantes àqueles mapeados por Muehe e Correa (1989) na base da barreira pleistocênica, no contato com a Lagoa de Araruama, datado do Pleistoceno (Turc et al. 1999). Desta forma os autores mostraram que as praias representariam toda a sedimentação holocênica.

A exposição erosiva destes arenitos foi posteriormente interpretada por Muehe et al. (2005) que por meio de análises metodológicas utilizando perfis de equilíbrio, batimetria comparada, sedimentação submarina e refração de ondas, concluem que a erosão costeira e

portanto o não desenvolvimento de uma barreira, é resultado de déficit de sedimentos no processo evolutivo, que se reconhece em função da instabilidade em planta da praia, convergência de ortogonais de ondas e recobrimento de areias finas sobre parte da antepraia. Neste ultimo item o mapeamento apresentado por Fernandez e Muehe (1998) de fato mostram que a partir da batimétrica de cinco metros a predominância de areias grossas a muito grossas em toda a zona submarina (Fig. 4), foram interpretadas como areias reliquias (Fernandez e Muehe, 1998). Este recobrimento pode ser interpretado também como a sedimentação arenosa que outrora formava a base de barreiras projetadas em níveis mais baixos do mar, e portanto atualmente reliquias (Fig. 4), dando origem ao que Roy et al (1995) chama de *self sandy body* depositadas a frente de barreiras. Neste caso a sedimentação observada acima do nível médio do mar, ou seja a praia atual representaria uma feição do tipo *mainland beach*, ou depósito na base de estruturas continentais, no caso falésias de arenitos de restinga.

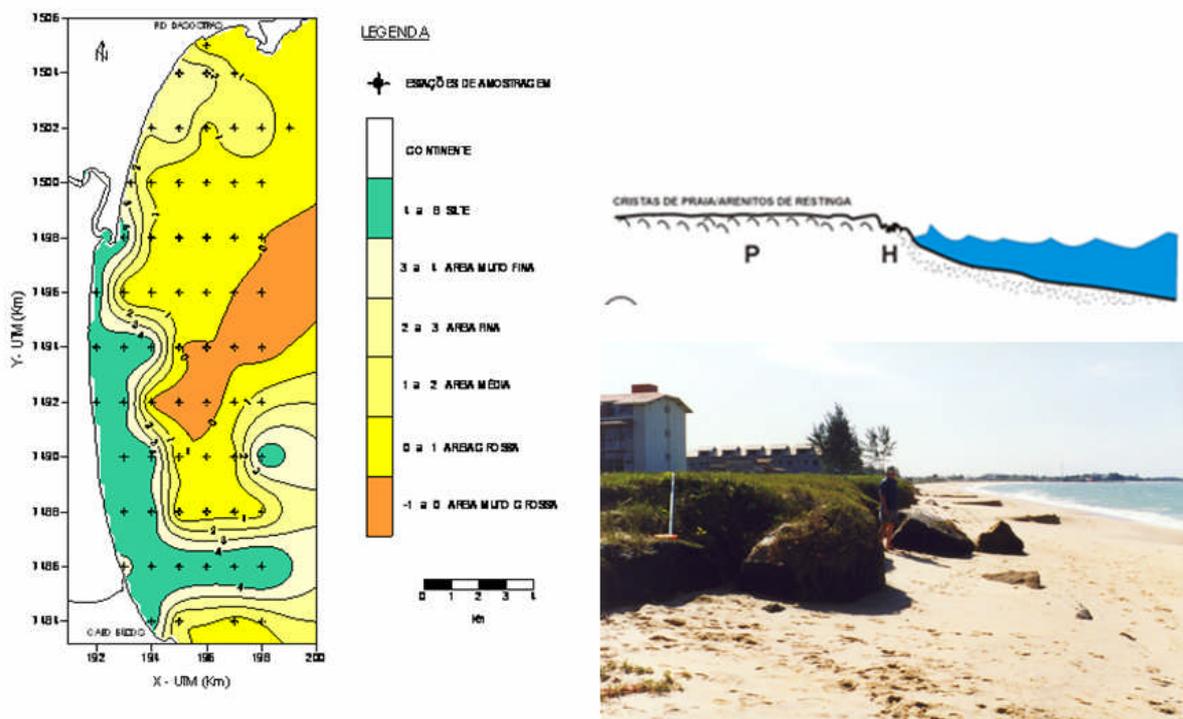


Fig. 4. Barreiras arenosas costeiras ao norte do Rio São João. Na figura da direita mostra a sedimentação arenosa na antepraia da região com areias grossas reliquias dominando a parte norte do embaiamento (Fernandez e Muehe, 1998). As feições holocênicas estão associadas à praia atual conforme a fotografia abaixo a esquerda, onde se nota forte retrogradação. Acima a direita o esquema proposto.

### **3.5. Barreiras arenosas costeiras entre Rio das Ostras e Macaé**

Entre Rio das Ostras e Macaé observa-se que as barreiras costeiras apresentam características típicas de barreira-laguna, encaixadas entre promontórios rochosos, truncando a rede de drenagem, que disseca colinas rebaixadas que marcam a retroterra deste trecho (Fig. 5). Os sistemas de colinas, por apresentar topos baixos altimetricamente, garantem um baixo gradiente hidráulico para as bacias de drenagem da região. O contato das rochas que formam a estrutura cristalina com a planície costeira é formado por sistemas regressivos datados do pleistoceno por Martin et al. (1997). O truncamento do sistema se dá pela migração transgressiva de um sistema holocênico tipo barreira-laguna. Desta forma a região apresenta um sistema de barreiras regressivas pleistocênicas truncadas por uma barreira holocênica transgressiva encaixada entre promontórios rochosos. Em partes do segmento, onde ocorre aproximação do cristalino em relação ao mar, não se verifica o desenvolvimento das feições regressivas.

A continuidade transgressiva da evolução da barreira não foi observada nos trabalhos de Guimarães et al. (2008) no arco de praia entre Macaé e a Lagoa de Imboassica nem por Santos et al. (este volume) para o trecho entre a Imboassica e o Rio das Ostras, uma vez que a formação de leques de arrombamento só foram detectados em depressões relacionadas as áreas de contato com os sistemas fluviais e lacustres truncados. Portanto aparentemente o processo de translação está estabilizado.

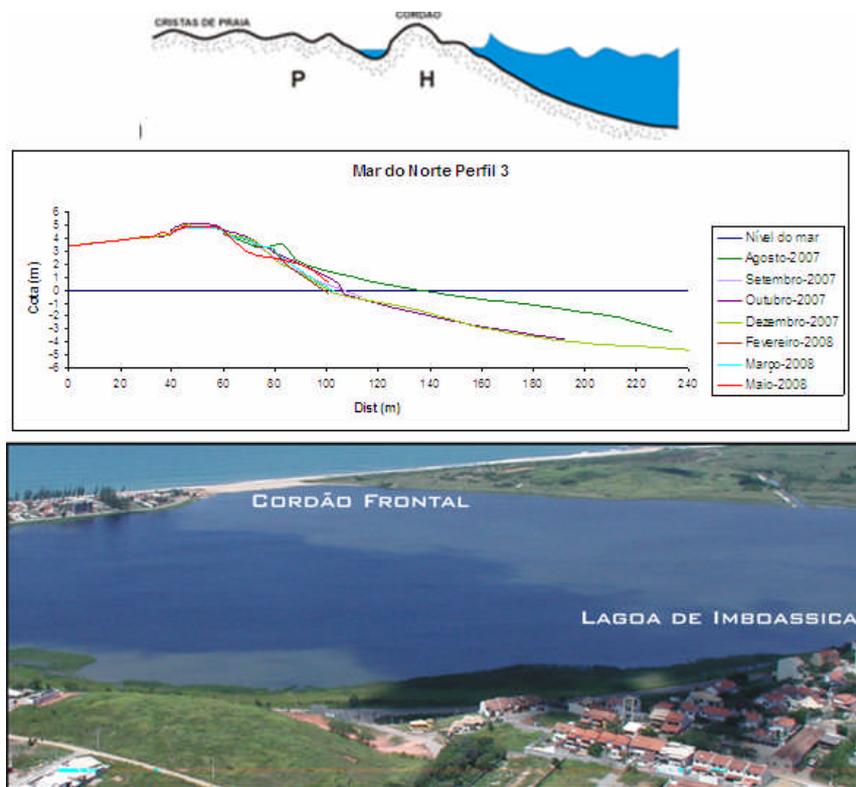


Fig. 5. Barreiras arenosas costeiras entre Rio das Ostras e Macaé. Acima o modelo esquemático proposto de uma barreira transgressiva holocênica migrando em direção a cristas pleistocênicas. No centro perfis topográficos mostrando a barreira holocênica. Abaixo o truncamento do sistema lagunar pela migração transgressiva da barreira holocênica.

### 3.6. Barreiras arenosas costeiras entre Macaé e o Cabo de São Tomé

O sistema de barreiras arenosas entre Macaé e o Cabo de São Tomé mostram o mesmo truncamento observado ao sul, porém a barreira não é interrompida ou seccionada por qualquer afloramento do cristalino ou qualquer outra estrutura natural até o Cabo (Fig. 6). Este padrão foi descrito por Dias e Silva (1984) que mostram a barreira transgressiva migrando em direção ao continente condicionando margens lagunares retificadas na porção proximal ao mar e formas elípticas na parte distal (Fig. 6).

A migração em direção ao continente também barra bacias de drenagem oriundas de áreas de tabuleiros e colinas rebaixadas, dando origem a lagunas com eixos longitudinais (Fig. 6) a costa associada a feições tipicamente regressivas datadas por Martin et al. (1997) do pleistoceno. Portanto a barreira transgressiva estaria associada ao holoceno. A continuidade transgressiva foi mostrada por Vieira e Muehe (2005) por meio do registro de vários eventos de transposição da barreira. Desta forma a morfologia das barreiras nesta região é marcada

por sistemas regressivos pleistocênicos e transgressivo holocênico com tendência de continuidade deste processo de transgressão.



Fig. 6. Barreiras arenosas costeiras entre Macaé até o Cabo de São Tomé. Acima o modelo esquemático proposto. Abaixo foram verificadas cristas de praia de origem pleistocênica truncadas pela migração em direção ao continente de um cordão litorâneo transgressivo, conforme a foto a esquerda. A migração do cordão dá origem a lagunas alongadas transversais ao mar com braços longitudinais, associados ao barramento e afloramento nas depressões entre as cristas. A direita lagunas assimétricas, em forma elipsoidal, com a face oceânica retificada pelo truncamento transgressivo do cordão.

### 3.7. Barreiras arenosas costeiras entre o Cabo de São Tomé e o Rio Paraíba do Sul

O sistema de barreiras costeiras ao norte do Cabo de São Tomé é marcado por feições regressivas de cristas de praia capeadas por sedimentação eólica. Dias e Silva (1984) e Flexor et al. (1984) mostram os mecanismos de formação destas cristas. Os mecanismos para os últimos autores é resultado da incorporação direta de sedimentos arenosos da plataforma em direção a costa. Os primeiros afirmam que a fonte seria o Rio Paraíba do Sul.

As fontes foram recentemente questionadas por Fernandez et al. (2006) que verificaram a presença de lama nas proximidades de zona de surfe, e alta mobilidade da zona de surfe sugerindo que os sedimentos da planície sejam provenientes de fontes consorciadas diretamente da foz do Paraíba do Sul com areias transportadas ao longo da zona de surfe por células de circulação e deriva litorânea. Murilo et al. (2006) mostra que de fato as lamas dominam francamente a plataforma e não representaria a fonte para a construção das feições regressivas, corroborando com os autores supra citados no sentido de fontes conjuntas.

Portanto a morfologia regressiva é aqui interpretada como resultado direto de altas taxas de sedimentação terrígena associada a desembocadura do Paraíba do Sul e fontes sedimentares na zona submarina que permitiram o rápido processo de progradação da linha de costa. O capeamento eólico das barreiras foi morfologicamente apresentado por Fernandez et al. (2008) por meio de um modelo morfológico que mostra o desenvolvimento das dunas associadas a padrões cíclicos de erosão e deposição nas praias durante fases de progradação e retrogradação da linha de costa durante o processo regressivo do nível do mar no holoceno.

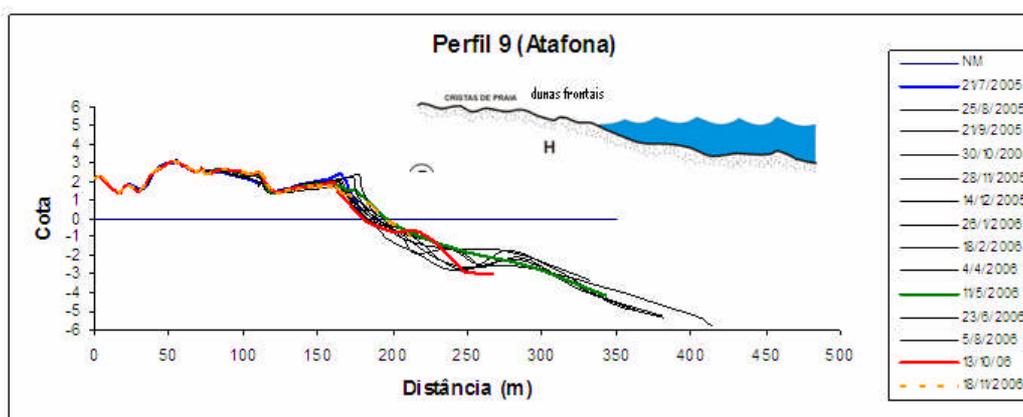


Fig. 7. Barreiras arenosas costeiras entre o Cabo de São Tomé e a foz do Paraíba do Sul. Acima a morfologia obtida por meio de perfis transversais a costa, mostrando cristas de praia regressivas holocênicas. Dunas se desenvolvem sobre as cristas, a partir da remobilização de sedimentos da praia em direção ao continente conforme a foto abaixo.

### 3.8. Barreiras Arenosas Costeiras entre a Foz do Rio Paraíba do Sul e a Ponta do Retiro

As barreiras formadas ao norte do Rio Paraíba do Sul foram apresentadas primeiramente por Flexor et al. (1984). Estes mostram que a partir da emersão de barras arenosas durante o Holoceno. Este processo ainda não totalmente detalhado, mas apresentado preliminarmente por Vasconcelos et al. (2007) corroboram com Flexor et al (1984) na morfologia, sugerindo fatos interessantes em termos de detecção deste processo. Tal fato se deve a processos rápidos de emersão das barras, sugerindo formas associadas a padrões transgressivos, isto é a partir do desenvolvimento das barras, inicia-se um rápido processo transgressivo de uma barreira. A velocidade de incorporação destas barras acabam condicionando formas regressivas, isto é progradantes, na forma de cristas de praia.

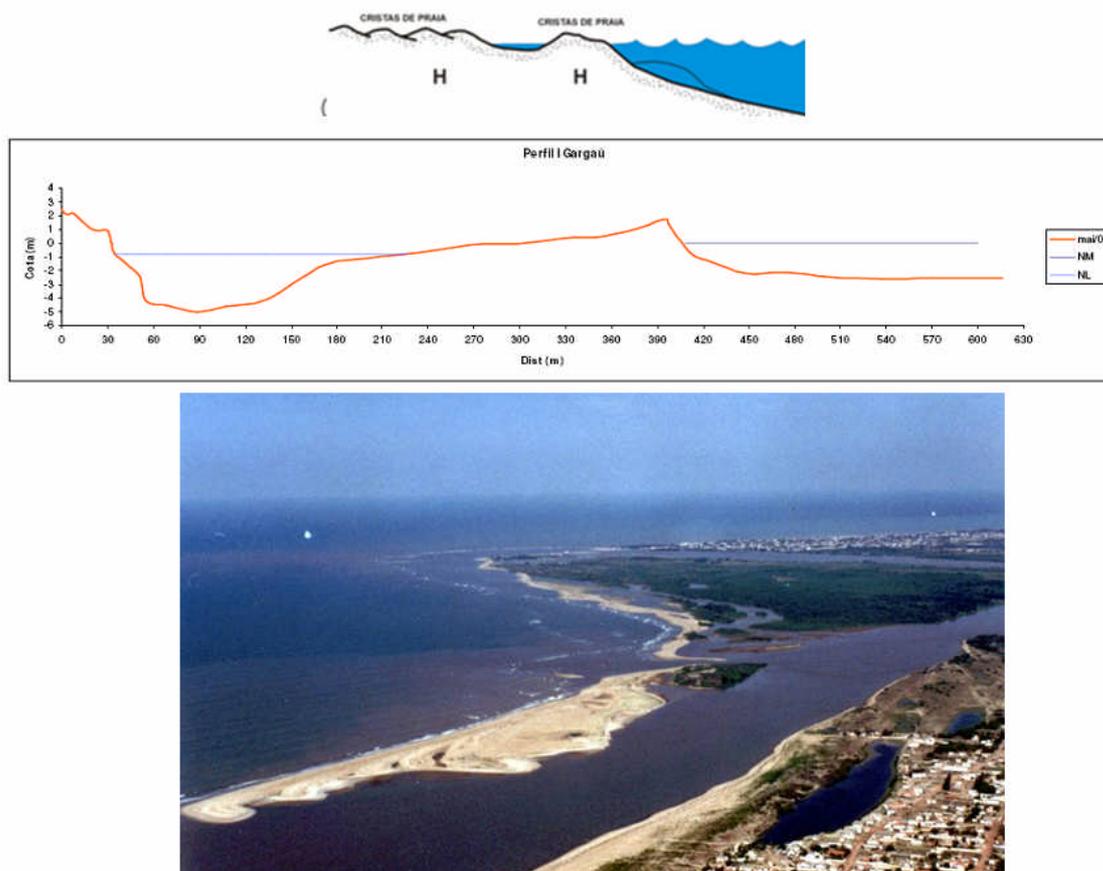


Fig. 8. Barreiras arenosas costeiras entre a foz do Rio Paraíba do Sul e a Ponta Buena. No topo o modelo esquemático proposto. Logo abaixo a morfologia de uma barreira recém incorporada a planície de cristas de praia, formadas pela migração de bancos arenosos submersos. Abaixo a fotografia oblíqua mostrando o desenvolvimento lateral da barreira já emersa e barreiras submersas observadas pela arrebentação das ondas mais distante da costa.

#### **4. Conclusão**

As diferentes morfologias das barreiras costeiras mostradas neste trabalho sugerem que ainda foram pouco exploradas nuances da evolução quaternária das barreiras arenosas costeiras. Neste sentido a necessidade de formulações mais detalhadas utilizando sondagens, padrões de refração de ondas, métodos geofísicos, mais datações podem de fato elucidar tais nuances.

Mesmo assim as diferentes formas que as barreiras apresentam são possíveis se verificar em parte indícios de sua origem e evolução. É possível, porém concluir que as barreiras pleistocênicas são essencialmente regressivas, mesmo no trecho entre a Marambaia e o Cabo Frio. As feições holocênicas apresentam comportamentos regressivos junto a foz do ao sul do Rio São João e junto ao Paraíba do sul em ambas as bordas deltáicas. Formas transgressivas holocênicas dominam o litoral entre a Marambaia e o Cabo Frio e entre Rio das Ostras e o Cabo de São Tomé. Assim como entre as penínsulas de Búzios e o Cabo Frio, estas com dunas frontais bem desenvolvidas. Barreiras holocênicas não são observadas no trecho entre rio das Ostras e a foz norte do São João.

#### **Bibliografia**

Coe Neto, R. (1984). Algumas considerações sobre a origem e evolução do sistema lagunar de Araruama. In Lacerda, L.D.; Araújo, D.S.D.; Cerqueira, R. & Turq, B. (Eds). Restingas: Origem, Estruturas, Processos. CEUFF, Niterói. 61-63.

Dias, G. T. de M. ; Silva, C. G. (1984). Geologia dos Depósitos Arenosos Costeiros Emersos - Exemplos Ao Longo do Litoral Fluminense.. In: Restingas: Origem, Estruturas e Processos, 1984, Niterói. Proceedings do Simpósio Restingas: Origem, Estruturas e Processos. Niterói : Editora da Universidade Federal Fluminense, 1984. p. 47-60.

Dominguez J.M.L.; A.C.S.P. Bittencourt; & L. Martin (1981). Esquema evolutivo da sedimentação quaternária nas feições deltaicas dos rios São Francisco (Se\Al), Jequitinhonha (Ba), Doce (ES), e Paraíba do Sul (RJ), Revista Brasileira de Geociências, 11(4):227-237.

Fernandez, G. B. (2007). Modelo morfológico das barreiras arenosas costeiras no estado do Rio de Janeiro. In: XI Congresso da Associação Brasileira de estudos do Quaternário., 2007, Belem. Anais do XI Congresso da Associação Brasileira de estudos do Quaternário.

Fernandez, G. B. ; Muehe, D. (1998). A influência de sedimentos fluviais na morfologia da praia e antepraia no embaiamento Rio das Ostras - cabo Búzios, RJ. Revista Geosul (UFSC), v. 1, p. 1-6.

Fernandez, G.B.; Rocha, T.B.; Pereira, T. G; & Figueiredo Jr. (2006). Morfologia e dinâmica da praia entre Atafona e Grussaí, litoral norte do estado do Rio de Janeiro. Simpósio Nacional de Geomorfologia / Regional Conference of Geomorphology. Goiânia, GO.

Fernandez, G.B.; Pereira, T. G e Rocha, T.B. (2008). Modelo Morfológico da Origem e Evolução das Dunas na Foz do Rio Paraíba do Sul, RJ. VIII SINAGEO. Belo Horizonte, MG.

Flexor, J. M.; Martin, L.; Suguio, K.; Dominguez, J. M. L. (1984). Gênese dos cordões litorâneos da parte central da costa brasileira. In: Restingas: Origem, Estrutura e Processos. LACERDA, L. D.; ARAÚJO, D. S. D. de; CERQUEIRA, R. & TURCQ, B. (orgs.). CEUFF, Niterói, p.425-440,

Lacerda, L. D.; Araújo, D. S. D. de; Cerqueira, R. & Turcq, b. (orgs.). (1984). Restingas: Origem, Estrutura e Processos. CEUFF, Niterói.

Martin, L. ; Suguio, K. ; Dominguez, J. M. L. ; Flexor, J. M. (1997). Geologia do Quaternário Costeiro do Litoral Norte do Rio de Janeiro e Espírito Santo. 1a. ed. São Paulo - Belo Horizonte: FAPESP-CPRM - Edição Conjunta, 1997. v. 1. 112 p.

Lamego, A.R. (1940). Restingas na costa do Brasil. Rio de Janeiro. Bol. Div. Geologia e Mineralogia. 66 p. (Boletim 96).

Lamego, A.R. 1946. O homem e a Restinga. DNPM.

Martin, L & Sugio, K. (1989). Excursion route along the brasilian coast beetween Santos (State of São Paulo) and Campos (State of Rio de Janeiro). Special Publication n° 2 for Internation Symposium on Global Changes in South America during the Quaternary. São Paulo, Brasil.136 pags.

Machado, G. M. V.; Muehe, D. (2005). Caracterização morfo-sedimentar da praia e antepraia ao longo da orla costeira do Parque Nacional da Restinga de Jurubatiba - RJ. In: X Congresso da ABEQUA, 2005, Guarapari, ES.

Muehe, D. (1984). Evidencias de Recuo dos Cordoes Litoraneos Em Direcao Ao Continente No Litoral do Rio de Janeiro.. In: SIMPOSIO SOBRE RESTINGAS BRASILEIRAS, 1984. NITEROI,RJ,BRASIL.

Muehe, D. (1998). O Litoral Brasileiro e Sua Compartimentação. In: Sandra Baptista da Cunha; Antonio José Teixeira Guerra. (Org.). Geomorfologia do Brasil. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil S.A., 1998, v. , p. 273-349.

Muehe, D. (2006). Gênese da morfologia do fundo da Lagoa de Araruama e cordões litorâneos associados . In: VI Simposio Nacional de Geomorfologia e Regional Conference on Geomorphology, 2006, Goiânia. VI Simposio Nacional de Geomorfologia e Regional Conference on Geomorphology. Goiania : União da Geomorfologia Brasileira (UGB), v. II.

Muehe, D. ; Bulhões, E.M.R.; Roso, R. H ; Fernandez, G. B . (2005).Diagnóstico da estabilidade da orla costeira por abordagem múltipla em trecho do litoral norte do Rio de

Janeiro - Brasil. In: III Congresso sobre Planejamento e Gestão das Zonas Costeiras dos Países de Expressão Portuguesa, 2005, Maputo. III Congresso sobre Planejamento e Gestão das Zonas Costeiras dos Países de Expressão Portuguesa., p. 1-10.

Muehe, D. ; Corrêa, C. H. T. (1989). Dinâmica de Praia e Transporte de Sedimentos Ao Longo da Restinga da Maçambaba. Revista Brasileira de Geociências, São Paulo, v. 19, n. 3, p. 387-392.

Muehe, D.; Fernandez, G.F. & Savi, D.C. (2001). Resposta morfodinâmica de um sistema praia-antepraia a oeste do cabo frio exposto às tempestades de maio de 2001. VIII Congresso da ABEQUA. Mariluz, Imbé, RS. 63-64.

Muehe, D. ; Silva, G, S. C. ; FERNANDEZ, G. B. (1999). The Coastline between Rio de Janeiro and cape Frio. Excursion Guide. In: The International Association of Geomorphologists (IAG) - The Brazilian Geomorphological Union (UGB). Regional Conference on Geomorphology., 1999, Rio de Janeiro. Excursion Guide.

Muehe, D. ; Valentini, E. (1998). O Litoral do Estado do Rio de Janeiro - Uma Caracterização Físico-Ambiental. Rio de Janeiro: Fundação de Estudos do Mar, 1998. v. 1. 93 p.

Murillo, V. C., Silva, C.G.; Fernandez, G.B.; Pereira, T.G; Rocha, T.B. & Figueiredo Jr. A.G. (2006) Prodelta Muds on the Inner Continental Shelf, South of the Paraíba do Sul River Mouth. *Muds deposit in coastal areas*. Porto Alegre, RS. Resumo em Simpósio Internacional. 2006.

Pereira, T. G. ; Rocha, T. B. da ; Santos, R. A. ; Fernandez, G. B. (2007). Morfodinâmica entre a praia, duna e zona submarina adjacente nas proximidades do Cabo Frio, RJ. In: XI Congresso da Abequa, 2007, Belém. Anais do XI Congresso da ABEQUA, 2007.

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

Roy, P.S; Cowell, P.J. Ferland, M.A. & Thom, B.G. (1995). Wave dominated coasts. In Carter, R.W.G. & WOODROFFE, C.D. Coastal Evolution : Late Quaternary shoreline morphodynamics. Cambridge University Press.

Suguio, K. ; Tessler, M. G.(1984). Planícies de cordões litorâneos quaternários do Brasil: Origem e nomenclatura. In: V Simpósio Regional Geologia, 1984, Niterói, RJ. RESTINGAS: Origem, Estrutura, Processos (L. D. Lacerda et al., orgs.), 1984. p. 15-25.

Suguio, K. ; Martin, L. ; Bittencourt, A. C. da S. P. ; Dominguez, J. M. L. ; Flexor, J. M. (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, São Paulo, v. 15, n. 4, p. 273-286,.

Turc. B.;Martin, L.; Flexor, J.M.; Suguio, K. & Tasayaco-Ortega, L. (1999). Origin and evolution of Quaternary coastal plain between Guaratiba and cape Frio, State of Rio de Janeiro, Brazil. In Knoppers, B.A., Bidione, E.D. & Abrão, J.J. (Eds.). Environmental

Geochemistry of Coastal Lagoon System of Rio de Janeiro Brazil. *Série Geoquímica Ambiental*, 6: 25-46 pp.

Vasconcelos, S. C. ; Pereira, T. G. ; Fernandez, G. Borges . B. arenosas submersas detectadas por sísmica de alta resolução (10 KHz) ao norte da foz do Rio Paraíba do Sul, litoral norte do estado do Rio de Janeiro. In: XI Congresso da ABEQUA, 2007, Belém. Anais do XI Congresso da ABEQUA, 2007.