

Dunas Costeiras no Estado do Rio de Janeiro: Considerações sobre a Ocorrência, Morfologia e Dinâmica

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

Thiago Gonçalves Pereira

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

Thais Baptista da Rocha

Programa de Pós-Graduação em Geografia de Geografia, Universidade Federal Fluminense. thaisitc@yahoo.uff.br

Resumo

Dunas costeiras são feições relativamente raras na costa do estado do Rio de Janeiro. Neste trabalho foram expostos dados relativos à localização, classificação morfológica e aspectos da dinâmica destes ambientes em três pontos do Rio de Janeiro. As dunas na Massambaba foram classificadas como dunas frontais e tem sua dinâmica associada a eventos de tempestade que recuperam o estoque sedimentar erodido em condições de ventos de tempo bom que sopram da terra para o mar. As dunas entre o Cabo Frio e o Cabo Búzios se desenvolvem a retaguarda de arcos de praia submetidos a ventos do mar para a terra, onde foram mapeadas unidades de dunas frontais mais próximas a praia, e barcanas e parabólicas para o interior. Por último, dunas frontais nas proximidades da desembocadura meridional do Paraíba do Sul têm como componente o espessamento vertical identificado a partir de sedimentos expostos no pacote erosivo e incorporação de materiais oriundos da zona de surfe e fluviais consorciados.

Palavras chave: dunas costeiras, morfodinâmica costeira, planície costeira.

Abstract

The main objective of this work was the mapping of costal sand dunes along Rio de Janeiro state. The foredunes along Massambaba Beach was established after storm conditions that replace sediments eroded by fair weather winds. Between Cabo Frio and Cabo Búzios the coastal plain is characterized by a complex of foredunes, barcans as parabolic dunes. Close to the Paraíba do Sul River mouth we identified foredunes associated with river and surf zone sediments inputs.

Key words: coastal dunes; coastal morphodynamics; coastal plain.

1. Introdução

Áreas favoráveis para o desenvolvimento de dunas costeiras são particularmente extensas no litoral das regiões norte, nordeste e sul do Brasil. Particularmente na costa fluminense feições eólicas são sensivelmente reduzidas, mas representam unidades morfológicas extremamente importantes, pois ocorrem em áreas bastante restritas necessitando de rápidas intervenções no sentido de preservação para manutenção dos seus aspectos paisagísticos e ecológicos, fundamentais dentro do mosaico da Mata

Atlântica. É interessante notar que apesar de serem consideradas Áreas de Proteção Permanente (APPs), as dunas costeiras da costa do Rio de Janeiro vêm sofrendo nos últimos anos forte pressão por parte da sociedade como um todo, seja para o estabelecimento de moradias e segundas residências, como processos rápidos de favelização, como por exemplo ao longo da Massambaba (oeste da Cidade de Arraial do Cabo), ou estruturas hoteleiras (praia de Tucuns área de Armação dos Búzios) e benfeitorias urbanas (Cabo Frio e Atafona). Mesmo sendo raras as ocorrências de campos de dunas e com a crescente conscientização ambiental, empreendimentos hoteleiros internacionais consorciados com empresários nacionais sugerem ocupar e destruir, por exemplo, o último campo de dunas livres do estado conforme anunciado na Praia do Peró, litoral leste fluminense.

Caso tais empreendimentos se consolidem, os resultados desta ocupação por si só alteram sensivelmente os principais aspectos paisagísticos destes campos, quando não o destroem completamente (fig. 1). No caso do estado do Rio de Janeiro o mapeamento das diferentes formas eólicas representadas por diferentes morfologias de dunas ainda não foi realizado e, portanto justifica o principal objetivo deste trabalho que é mapear e classificar os diversos tipos de dunas que ocorrem ao longo do litoral fluminense. Tal mapeamento sem dúvida visa ser um instrumento e subsídio para gerenciamento e preservação dos campos de dunas no estado do Rio de Janeiro.

Para estudos desta natureza é necessário afirmar que diversas escalas de abordagem têm que ser consideradas, uma vez que campos de dunas podem ser estudados por processos em curta escala temporal e espacial, normalmente atribuídos a quantificação dos sedimentos erodidos da praia em direção a dunas frontais, que incluem segundos até dias, ou mapeamentos mais amplos onde as diferentes morfologias demoram centenas ou mesmo milhares de anos para se desenvolver . No caso deste trabalho foram abordados aspectos em ambas as escalas, o que mostra a importância dos atuais processos de dinâmica eólica e a atual configuração regional dos campos de dunas no Rio de Janeiro, como exemplo da necessidade de compreensão multiescalar em termos de tempo e espaço.

Para o desenvolvimento de feições eólicas é necessário que exista uma série de fatores ambientais atuando em conjunto para que possam se desenvolver. Dunas costeiras ocorrem mais comumente em áreas sujeitas a ventos soprando predominantemente do mar em direção a terra. Desta forma ocorre a remoção de sedimentos depositados na berma da praia em direção a retroterra, acumulando

sedimentos no pós-praia na forma de dunas frontais (*foredunes*) ou incipientes. Para que o vento possa promover a remobilização dos sedimentos depositados na praia é necessário que este sopra com frequência e velocidade removendo os diâmetros granulométricos mais finos em direção ao pós-praia. Uma vez acumulados formam dunas frontais que se desenvolvem normalmente sobre barreiras arenosas transgressivas.

As formas eólicas geradas para o interior então passa a ser resultado de uma série de fatores que envolvem desde a morfodinâmica da praia até as características da retroterra, passando pelos sistemas hidrodinâmicos e climato-meteorológicos. Como resultado destes fatores tem-se um mosaico de formas eólicas que envolvem dunas barcanas, barcanóides, transversais que se desenvolvem desde o início do processo de remoção das areias das praias em escalas quase instantâneas e espacialmente mais restritas até grandes acúmulos que são o resultado evolutivo em longo prazo destes ambientes, isto é, milhares de anos. Portanto se torna proibitivo a interrupção deste processo por formas de ocupação que de alguma maneira interrompam o franco desenvolvimento destas feições.

2. Área de estudo

O litoral do estado do Rio de Janeiro é reconhecidamente um dos mais complexos recortes da costa brasileira. Sua complexidade está diretamente associada aos contornos fisiográficos que imprimem num curto segmento costeiro a ocorrência de estuários, costões rochosos, um delta, diferentes sistemas de barreiras arenosas costeiras, praias além de campos de dunas. Este mosaico fisiográfico é regionalizado por diferentes segmentos costeiros, que mostram uma complexa relação entre as características hidrodinâmicas, climáticas, submarinas e continentais.

Numa escala regional o litoral do estado do Rio de Janeiro foi compartimentado em três grandes segmentos por Muehe (1998). O litoral sul do estado apresenta uma morfologia recortada que garante condições de menor energia de ondas e ventos, onde se observam planícies costeiras mais restritas. A partir da Ilha da Marambaia o litoral fluminense apresenta uma direção preferencial de oeste para leste, onde sistemas de duplos de barreiras arenosas costeiras marcam a paisagem, orientadas para a direção sul. A partir da Ilha do Cabo Frio o litoral é assume direção nor-nordeste/su-sudoeste característico de grande parte da costa brasileira. Tal alinhamento sofre uma segunda inflexão a partir do Cabo de São Tomé, de forma que a linha de costa assume direção preferencial norte-sul até o limite com o Espírito Santo na foz do Rio Itabapoana.

Particularmente campos de dunas só ocorrem no litoral entre a Marambaia e a foz do Itabapoana, uma vez que nestes segmentos podem ser observadas características fundamentais para que dunas se desenvolvam.

A área de ocorrência dos campos de dunas no estado do Rio de Janeiro é resultado de uma série de fatores ambientais que vem sendo descritos desde a década de 40 (Lamego, 1940). Um dos principais elementos ambientais para a ocorrência de campos de dunas está diretamente associado a fatores de ordem climato-meteorológicos. Particularmente o litoral do Rio de Janeiro entre o Cabo Frio e a foz do Itabapoana é em grande parte submetido a ventos do mar para a terra, em função do posicionamento semi-fixo da Célula de Alta Pressão do Atlântico Sul, que gera ventos alísios. Os alísios incidem preferencialmente em relação à linha de costa com direção leste ou nordeste durante grande parte do ano com velocidades próximas a 7 m/s, principalmente no verão em termos de frequências e no inverno com maiores velocidades (Barbieri, 1999). A inversão do padrão de ventos de tempo ocorre a partir da migração de frentes frias associadas a centros de baixa pressão migratórios das altas para as baixas latitudes, que não somente alternam a direção preferencial dos ventos como geram ondas de tempestade com alturas não raramente superiores a 4 metros, que afetam principalmente o trecho entre a Marambaia e o Cabo Frio.

Em termos pluviométricos o litoral entre a Ilha do Cabo Frio e o Cabo Búzios foi associado a um microclima distinto (Barbieri, 1984,1985) do conjunto tropical dominante de todo o segmento a partir da Marambaia em direção ao norte do estado. Barbieri (1985) observou que o clima nas imediações do Cabo Frio refletiria uma variação do clima Semi-Árido Quente (BSh) pela classificação de Köppen (1948), diferente do microclima observado em Iguaba Grande, no flanco norte da lagoa de Araruama, cuja característica estaria entre um clima AW^{''} (tropical com chuvas de outono-primavera e seca de verão-inverno) e o clima observado em Cabo Frio.

Em termos morfodinâmicos Short e Hesp (1982) sugerem que dunas se desenvolvam predominantemente sob condições dissipativas ou com características intermediárias de praias. No caso do litoral do estado do Rio de Janeiro trabalhos de Muehe e Correa (1989) e Bentes, Fernandez e Ribeiro (1996) mostram que no extremo leste, nas proximidades do Cabo Frio as praias apresentam estas características. Fernandez et al. (2006) e Pereira et al. (2007) registram que a partir da Ilha do Cabo Frio em direção ao norte as praias apresentam características dissipativas principalmente ao norte do primeiro arco de Praia. Entre a cidade de Cabo Frio e o Cabo Búzios, nas

praias do Perú e de Tucuns, Pereira et al. (este volume) classificaram as praias como essencialmente dissipativas ou intermediárias com tendência dissipativa. Características morfodinâmicas ajustadas a este padrão também foram descritas por Fernandez et al. (2006) e Rocha e Fernandez (2008) junto à foz do Rio Paraíba do Sul.

Por último, mas não menos importante, é necessário que haja uma fonte de sedimentos finos para que as ondas construam as praias e posteriormente estes sedimentos sejam transportados em direção a costa pelos ventos, dando origem as dunas. Estas fontes podem ser diretas como no caso de desembocaduras fluviais ou a plataforma adjacente. Areias finas depositadas na zona submarina foram mapeadas por Muehe e Carvalho (1989) nas proximidades do Cabo Frio no litoral extremo oriental nas proximidades da praia da Massambaba. Sedimentos arenosos com estas características foram mapeados por Muehe (1998) entre o Cabo Frio e o Cabo Búzios sendo depois detalhado por Pereira et al. (2007) para o trecho mais próximo a Cabo Frio. Areias finas na zona submarina também foram observadas na zona de surfe entre a foz do rio Paraíba do Sul em direção ao norte por Fernandez et al. (2006) e Rocha e Fernandez (2008).

3. Metodologia

Para mapear os campos de dunas do litoral do estado do Rio de Janeiro foram feitos mosaicos com imagens e fotografias aéreas em escala de detalhe para as áreas em que foram observadas feições eólicas representativas (Fig. 1). Uma vez definidos os mosaicos passou-se a interpretação direta das imagens definindo os diferentes sistemas por meio de polígonos traçados no Arc Gis para a espacialização destes sistemas. Os resultados do mapeamento foram então confrontados com visita de campo para validação final das diferentes formas eólicas encontradas.

Foram feitos também perfis topográficos dos sistemas de dunas frontais para melhor interpretação destes sistemas, prolongados em direção as praias. Desta forma foram integrados dados de campo e imagens de forma que foi possível a geração de mapas com os diferentes ambientes eólicos observados no litoral do estado do Rio de Janeiro.



Fig.1. Litoral do estado do Rio de Janeiro com as principais localidades. 1- área de Massambaba e entre o Cabo Frio e o Cabo Búzios. 2 – Foz do Paraíba do Sul. Tais áreas foram observadas para ocorrência de campos de dunas no estado do Rio de Janeiro.

4. Resultados e discussão

4.1. Dunas frontais da Massambaba

As dunas frontais da Massambaba ocorrem à oeste da Ilha do Cabo Frio num trecho de aproximadamente 20 km ao longo do arco de praia do mesmo nome (Fig. 2). Trata-se de um campo de dunas anômalo em relação aos principais aspectos de ocorrência deste tipo de feição, uma vez que a orientação da linha de costa em direção ao sul, projeta as dunas numa direção contrária aos ventos predominantes de NE na região, isto é, os ventos sopram na direção da terra para o mar nesta região.

A ocorrência deste campo de dunas pode ser explicada em função de eventos de tempestade, morfodinâmica de praia, sedimentação da zona submarina adjacente e aspectos climáticos e meteorológicos locais. O litoral ao largo do Cabo Frio é marcado por uma brusca inflexão da linha de costa que passa da orientação leste-oeste para orientação nor-nordeste/su-susudoeste. Desta forma os ventos alísios oriundos do sistema de Alta Pressão que marca todo o litoral leste e sul do Brasil soprem na direção terra-mar, em função do alinhamento da linha de costa. Uma vez que em termos climáticos a região do entorno do Cabo Frio foi considerada como um enclave semi-árido quente num amplo domínio tropical por Barbieri (1985; 1999). As condições mais áridas sem dúvida é um elemento importante para campos de dunas, como sugere

Dominguez *et al.* (1999) para a costa brasileira, mesmo não sendo fator fundamental para Goldsmith (1985).

A sedimentação na zona submarina foi determinada por Muehe e Carvalho (1993) que registra a ocorrência de sedimentos arenosos finos e médios na área de ocorrência do campo de dunas da Massambaba. Muehe e Correa (1989) e Bentes *et al.* (1993) em estudos morfodinâmicos na Praia da Massambaba verificaram que a praia apresenta características intermediárias próximas a dissipativas, favoráveis portanto ao desenvolvimento de dunas (Hesp e Short, 1982).

Os mecanismos para a manutenção deste campo de dunas foram explicados primeiramente por Muehe *et al.* (2001), que aponta a seqüência de eventos de tempestade criando condições para a formação de leques de sobrelavagem (*overwash*) no reverso do campo de dunas, garantindo o suprimento de areias para a posterior reposição dos estoques em condições de tempo bom e ventos de NE. Além dos leques de sobrelavagem, parte dos sedimentos é direcionada para a antepraia na forma de grande banco arenoso, que gradualmente é incorporado à praia recuperando os estoques subaéreos. Este mecanismo se mostra interessante, pois aponta as tempestades como elemento de reposição dos estoques sedimentares para as dunas, e garante o suprimento sedimentar para a praia.

Mais recentemente Fernandez (2003) detalha este mecanismo, mostrando que durante períodos de tempo bom o campo de dunas é severamente erodido por ventos de NE. O déficit sedimentar das dunas vem acompanhado do aumento dos estoques depositados na praia e zona de surfe, uma vez que nestas condições ocorre migração de bancos de areia recuperando a parte subaérea do sistema e deposição direta de sedimentos na berma. O mesmo autor detalha os eventos de tempestade, mostrando que a praia entra em processo de erosão, o que inibe o transporte eólico de ventos de direção mar-terra, oriundos do quadrante sul, que poderiam repor o estoque erodido em períodos de tempo bom. Sob condições de ondas mais esbeltas e mais fortes a praia é erodida e os sedimentos colocados em suspensão na zona de surfe. Portanto, este material é mais facilmente direcionado para reverso do campo de dunas. Este mecanismo foi interpretado desta forma, pois os fluxos turbulentos, a remoção do material na parte subaérea da praia e o gradiente mais suave na zona submarina facilitam o processo de sobrelavagem e reposição sedimentar erodido por efeito eólico em condições de tempo bom.

Planície Costeira de Cabo Frio - RJ

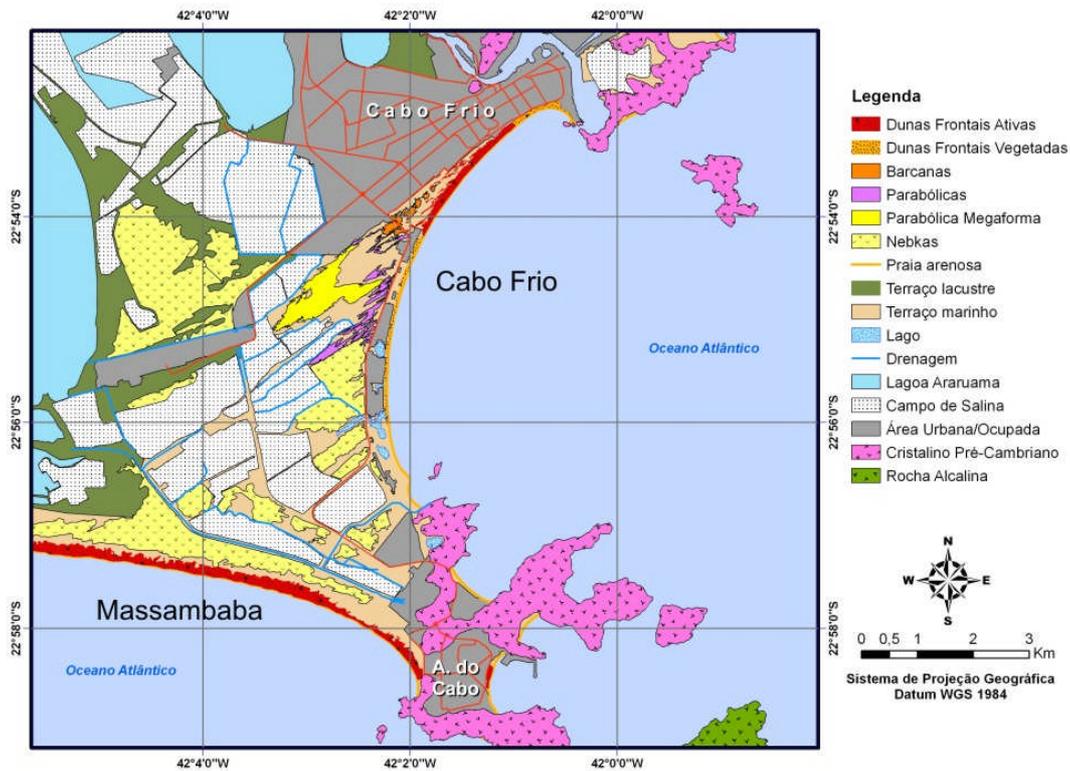


Figura 2. Mapeamento da planície costeira da área de influência do Cabo Frio. Destaca-se que a costa direcionada para sul foram observadas as dunas frontais da Massambaba. Após a inflexão o mosaico associado ao arco de Cabo Frio.

4.2. Dunas do litoral entre o Cabo Frio e o Cabo Búzios

As áreas mais representativas de formas eólicas no estado do Rio de Janeiro se desenvolvem entre o Cabo Búzios e o Cabo Frio (Figs. 1 e 2). A formação destes campos de dunas se estabelece à retaguarda das praias do Forte, Perú e Tucuns. Como característica comum a estes arcos de praia a fonte sedimentar para o desenvolvimento e suprimento atual destes campos de dunas está diretamente associada à formação das praias. Em termos gerais, as praias destes arcos possuem majoritariamente características dissipativas o que garante condições morfodinâmicas para formas eólicas.

Fernandez (2007) sugere que acoplado a praia atual se desenvolvem dunas frontais a partir da remoção de areias em direção ao interior por ventos mar-terra espessando barreiras transgressivas, sendo portanto formadas barreiras e dunas transgressivas. A atual atividade morfodinâmica entre a praia e as dunas foi comprovada pelos trabalhos de Pereira et al. (2007) e Pereira et al. (este volume) para a praia do Cabo Frio e por Correa et al. (este volume) para o Perú. Levantamentos ainda inéditos

em preparação pelos autores deste trabalho mostram que o sistema de dunas frontais de Tucuns também é ativo.

Em direção a retroterra desenvolve-se um complexo campo de diferentes formas eólicas conforme mostra as figuras 2 e 3 para as praias de Cabo Frio e Perú. O campo de Cabo Frio foi descrito por Pereira et al. (este volume) que mapeou feições barcanas na forma de corredores ajustadas preferencialmente aos ventos de NE. Tais formas estão associadas a migração atual desta morfologia, em taxas estimadas em 1,5 metros por ano (Castro et al. 2003). A migração sistemática destas areias se deposita num amplo campo ou mega forma parabólica, que atualmente está ativo pela observação de formas barcanóides sobre a mega forma. Esta megaforma provavelmente é a evolução de campos de dunas transversais mais antigos.

A praia do Perú (Fig 3) apresenta também padrões característicos de dunas ativas numa ampla planície de deflação. Verifica-se que mesmo sem o detalhamento morfológico descrito para a planície ao sul, as áreas de dunas móveis são bem representativas. É possível notar sensíveis semelhanças com o campo de Cabo Frio, principalmente no tocante a depressão entre o campo de dunas frontais e as dunas móveis. No caso das frontais como já mencionado estão ativas. É interessante notar que o campo de dunas móveis assim como ao sul segue a direção preferencial dos ventos.

No mapeamento realizado, as dunas vegetadas que foram identificadas como fixadas por gramíneas, que mostram a tentativa de natural de colonização para estágios mais desenvolvidos, como nas áreas cobertas por vegetação arbustiva de restinga. A vegetação de gramíneas garante o início da fixação das dunas, para uma futura evolução para vegetação arbustiva mais robusta, que dominam grandes áreas deprimidas na região. Nas depressões foram observados afloramentos do lençol freático, dando origem a brejos em diferentes estágios de evolução. Os mais úmidos possuem vegetação característica destes ambientes, enquanto os que afloram apenas em condições de alta pluviosidade são cobertos por vegetação pioneira de restinga em ótimo estágio de conservação. A maior área de brejo na verdade se estabelece a retaguarda do campo de dunas móveis, uma vez que em função do amplo campo de dunas ativas, forma em seu reverso, ótimas condições para afloramento do lençol freático, como se observa principalmente no Perú numa ampla laguna na porção mais meridional da região. Desta forma, um mosaico mais representativo e preservado de diferentes dunas e depressões com estágios distintos de evolução vegetal se estabelecem e ainda completamente preservados na praia do Perú.

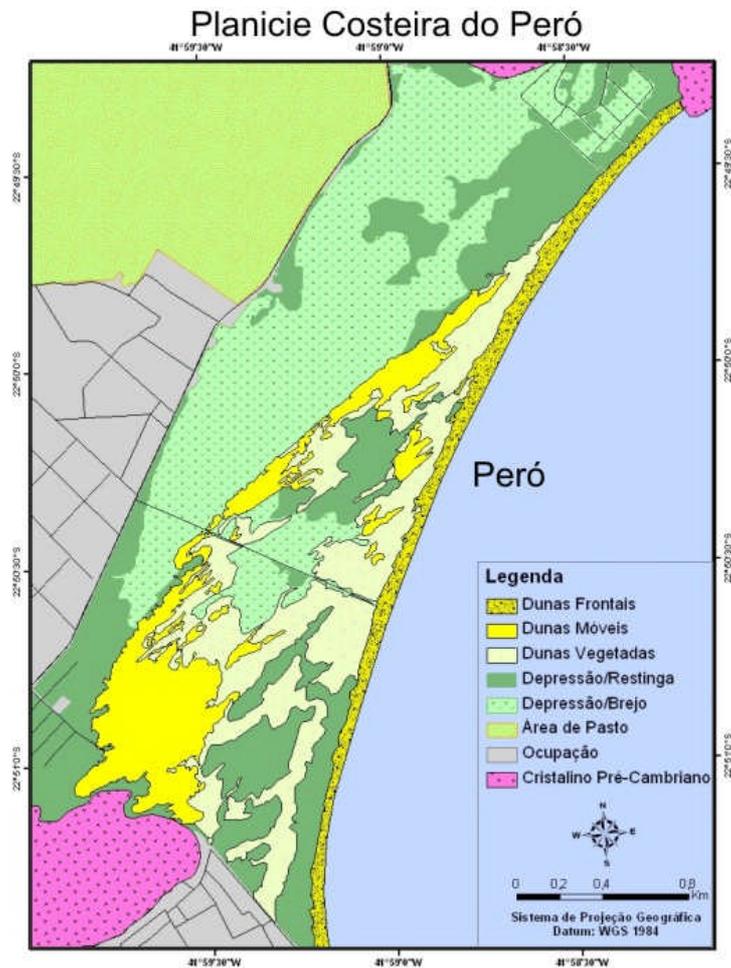


Figura 3. Mapeamento das dunas na planície costeira do Peró.

Por último, mas não menos importante e provavelmente o mais impactado dos campos de dunas móveis situa-se na Praia de Tucuns (Fig. 4). Apesar de ativas, as dunas frontais e a planície de deflação foram completamente descaracterizadas pela construção de um sistema hoteleiro junto à praia (Fig. 5). Tal empreendimento construído sobre este campo de dunas afetou sensivelmente as formas ali existentes não sendo, portanto sua descrição morfológica atual. Provavelmente deveria ser um campo vegetado por gramíneas rodeado por vegetação mais arbustiva e um brejo ainda visível formando um mosaico com dimensões reduzidas daquele observado no Peró (Fig 3).

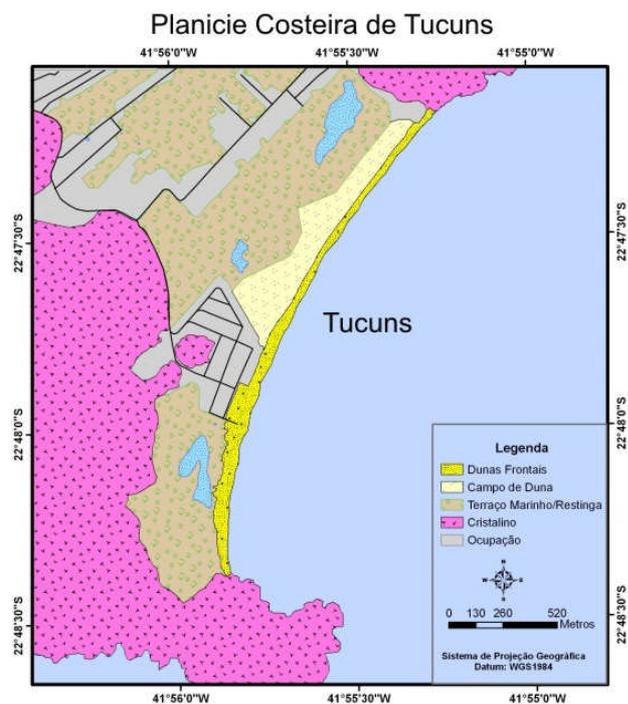


Figura 4. Mapeamento das dunas na planície costeira de Tucuns.



Figura 5. Empreendimento imobiliário sobre dunas em Tucuns.

4.3. Dunas frontais na foz do Rio Paraíba do Sul

A evolução pretérita do delta do Rio Paraíba do Sul é consensualmente interpretada como uma seqüência regressiva de cristas de praia ou barreiras regressivas formadas entre o máximo transgressivo de 5300 A.P. e a posterior regressão até o presente (Suguio et al. 1985). Nota-se porém, que a foz meridional do Rio Paraíba do

Sul é marcada por um campo de dunas restrito em termos de largura, mas bem desenvolvido em termos longitudinais. Em detalhe, é possível se verificar que as formas eólicas mais próximas à desembocadura são bastante elevadas com decréscimo sensível da topografia em direção ao sul. Desta forma, pode-se delimitar um campo de dunas cujas características estão associadas ao espessamento vertical e um segundo segmento composto por dunas frontais capeando cristas de praia.

Em relação às dunas que apresentam espessamento vertical junto à foz, foram feitas considerações sobre o volume e a idade de desenvolvimento destas por Ribeiro (2005) e Ribeiro et al. (2007). Os autores sugerem que o campo que teria se formado há vinte anos atrás, considerando principalmente o mapeamento da ocorrência e dinâmica sazonal de parte da área das dunas. Estes estudos porém, não indicaram os mecanismos para que estes campos se desenvolvessem nem as condições para seu espessamento vertical.

Para que as dunas se desenvolvessem verticalmente é proposto aqui o seguinte modelo. Primeiramente numa fase construtiva a linha de costa passaria a apresentar um rápido processo de progradação descritos para barreiras progradantes. Durante este avanço da linha de costa, dunas frontais se formariam sobre as feições progradantes. Ocorre então inversão da tendência da evolução da linha de costa. Como resultado as dunas frontais tenderiam a se espessar em função de eventos cíclicos de dinâmica de praia da região descrita por Fernandez et al. (2006). O espessamento vertical estaria condicionado a erosão da própria escarpa erosiva e da berma em fases de construção associada à dinâmica de praia. Desta forma, sobre condições de inversão da tendência evolutiva da linha de costa ocorreriam fases de espessamento vertical das dunas. Nota-se ainda que as áreas adjacentes que não apresentam características erosivas, mantém a fisionomia proposta para a tendência progradante, isto é, com dunas frontais pouco desenvolvidas capeando barreiras regressivas. Detalhes deste mecanismo foram descritos por Fernandez et al. (este volume).

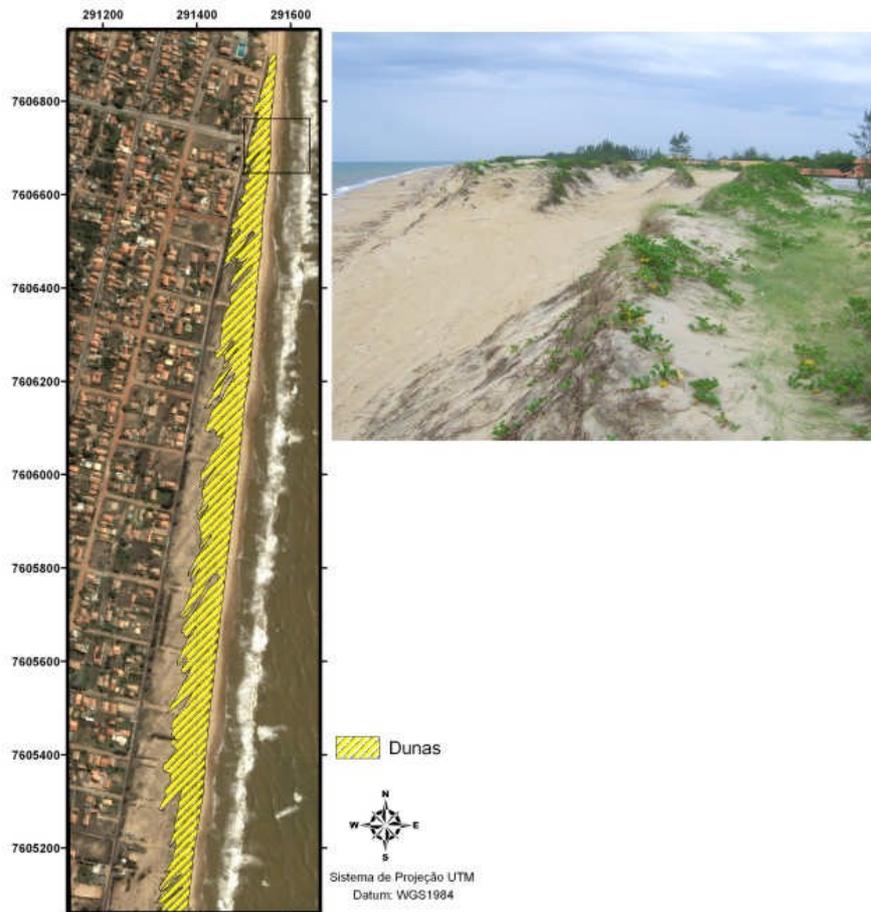


Figura 6. Dunas frontais mapeadas entre Atafona e Grussaí litoral norte do RJ. A foto adjacente mostra o espessamento vertical observado.

5. Conclusão

Foram mapeadas duas áreas preferenciais de campos de dunas no estado do Rio de Janeiro. A primeira, na área de influencia entre o Cabo Frio e o Cabo Búzios onde grandes mosaicos de formas eólicas se formaram a partir uma lenta evolução durante fases regressivas e transgressivas no quaternário. Campos estes ainda ativos e sofrendo enorme pressão por parte da sociedade principalmente por empreendimentos imobiliários. A preservação destes sistemas pode ser fundamental para entendimentos de como estes mosaicos irão evoluir frente a mudanças climáticas e projetar cenários futuros para a linha de costa.

O segundo campo junto à foz do Rio Paraíba do Sul é resultado de espessamento vertical associado às últimas décadas, ou a fases predominantemente erosivas da linha de costa.

Tais resultados confirmam que apesar de poucos campos eólicos no Rio de Janeiro estes são representativos em termos de área merecendo rápidas tomadas de decisão no sentido de sua preservação e gerenciamento costeiro para futuras gerações.

Bibliografia

Barbieri, E.B. (1984). Cabo frio e Iguaba Grande: dois microclimas distintos a um curto intervalo espacial. In Lacerda, L.D.; Araújo, D.S.D.; Cerqueira, R. & Turq, B. (Eds). Restingas: Origem, Estruturas, Processos. CEUFF, Niterói.

Barbieri, E.B. (1999). Origin and evolution of Quaternary coastal palin between Guaratiba and cape Frio, State of Rio de Janeiro, Brazil. In Knoppers, B.A., Bidone, E.D. & Abrão, J.J. (Eds.). Environmental Geochemistry of Coastal Lagoon System of Rio de Janeiro Brazil. Série Geoquímica Ambiental, 6: 47-56 pp.

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

Bigarella, J.J.; Becker, R.D.; Duarte, G.M. (1969). Coastal Dune Structures from Paraná, Brazil. Marine Geology, v.7, p.5-55.

Castro J. W. A.; Dias, F. F.; Rangel, F. E.; Miguez, A. I. P. (2003). Taxa de transporte de sedimento eólico em dunas costeiras obliquas do município de Cabo Frio – Estado do Rio de Janeiro. IX Congresso da Associação Brasileira de Estudos do Quaternário.

Fernandez, G.F. (2007). Modelo morfológico das barreiras arenosas costeiras do estado do Rio de Janeiro – Anais do XI Congresso da ABEQUA, Belém.

Fernandez, G. B.; Muehe, D. (2004). Sediment budget correlation with the Southern Oscillation Index of a foredune westward of Cabo Frio (Rio de Janeiro). Journal of Coastal Research, v. SI39, p. 371-374.

Fernandez, G.B.; Pereira, T.G; Muehe, D. & Rocha, T.B. (2006) Aplicação de critérios morfodinâmicos na diferenciação de setores ao longo do arco praiial entre Cabo Frio e Arraial do Cabo – RJ. VII 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 Simpósio Nacional de Geomorfologia. Belo Horizonte, MG.

Goldsmith, V. (1985). Coastal dunes. In. Davis J., R.A. Coastal sedimentary Environments. Springer Verlag. Chapter 5. 303-378.

Hesp, P.A. (1983) Morfhodynamics of incipient foredune in New South Wales, Austrália. In: Brookfield, M.E. & Ahlbrandt, T.S. (Eds.) Eolian Sediments an processes. Amsterdam: Elsevier. P. 325-342. (Developments in Sedimentology, 38)

- Lamego, A.R. 1946. O homem e a Restinga. DNPM.
- Melton, F.A. (1940) A tentative classification of sand dunes its applications to dune history in the Southern high plains. *Journal of Geology*, v.48, n.2, p.113-145.
- Muehe, D. (1998) Geomorfologia Costeira. Capítulo 5. In Cunha, S.B. & Guerra, A.J.T (Orgs.). *Geomorfologia: exercícios, técnicas e aplicações*. Editora Bertrand Brasil.
- Muehe, D. (1998) Estado Morfodinâmico Praial no Instante da Observação: uma alternativa de identificação.. *Revista Brasileira de Oceanografia, Instituto Oceanográfico USP*, v. 46, n. 2, p. 157-169.
- 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. & Valentini, E. (1998) O litoral do estado do Rio de Janeiro. FEMAR.
- Muehe, D., Roso, R.H. & Savi, D.C. (2003) Avaliação de método expedito de determinação do nível do mar como datum vertical para amarração de perfis de praia. *Revista Brasileira de Geomorfologia* , Ano 4, N.1, (53-57).
- Pereira. T.G.; Rocha, T.B.; Santos, R. A.; Fernandez, G.B. (2007) Morfodinâmica entre praia, duna e zona submarina adjacente nas proximidades do cabo Frio – Anais do XI Congresso da ABEQUA, Belém.
- Ribeiro, G.P. (2007) Avaliação da dinâmica do campo de dunas em Atafona, São João da Barra (RJ), como requisito para interpretação do processo de erosão costeira. Monografia (especialização): UFRJ/MN/DGP / Programa de Pós-Graduação em Geologia do Quaternário. 141 p.
- Ribeiro, G. P.; Pereira, C. Q. ; Silva, A. E. ; Castro, W. A. (2007) Análise da configuração espacial e dinâmica das dunas de Atafona, São João Da Barra (RJ). In: XI Congresso Brasileiro da ABEQUA, 2007, Belém. XI Congresso Brasileiro da ABEQUA. Belém : UFPA,. v. 1. p. 1-1.
- Sherman, D.J. (1995) Problems of scale in the modelling and interpretation of coastal dunes. *Marine Geology*, 124, 339-349.
- Short, A.D. & Hesp, P. (1982). Wave, beach and foredune interactions in southern Australia. *Marine Geology*, 48: 259-284.
- Short, A.D. (1999). Beach systems. In Short, A.D. Beach and shoreface morphodynamics. John Wiley and Sons.
- Turcq. B.;Martin, L.; Flexor, J.M.; Suguio, K. & Tasayaco-Ortega, L. (1999) Origin and evolution of Quaternary coastal palin 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.

Wright, L.D. & Short, A.D. (1984) Morphodynamic variability of surf zones and beaches: A synthesis. *Marine Geology*, 56:93-118.