

MORFOLOGIA E GRANULOMETRIA AO LONGO DO SISTEMA PRAIA – DUNA FRONTAL DA ILHA COMPRIDA, SP

Daniel R. do Nascimento Jr.¹; Ana Paula B. Tanaka¹;
Paulo César F. Giannini¹; Carlos C.F. Guedes²

¹Depto. de Geologia Sedimentar e Ambiental, IG, USP (danieljr@usp.br); ²Petrobrás S.A., RJ.

Abstract. Ilha Comprida, located on the south of São Paulo State coast (southeastern Brazil), is a sandy barrier 63 km long, with variable morphodynamics of beach – foredune system and alternated depositional and erosional sectors alongshore. At the extremities of the barrier, occurrences of small *nebkha* fields over low foredune terraces (<0,5 m) are remarkable. It can be attributed to continuous progradation near at the mouths of Ribeira do Iguape river at northeast, and Trapandé bay, at southwest. The most evident erosional zone occurs in the mid-south extension of the shore, as evidenced by the occurrence of paleodunes obliquely cut off by the beach and by reduction in number and size of incipient and established foredunes, frequently incised by active cliffs. In the same region, the beach morphodynamics changes towards a less dissipative regime, with swashing cusps on beach berm. This region, moreover, concentrates the highest variability and complexity of dune morphology (i.e. amalgamated, oblique incipient and established foredune ridges).

Statistical data of grain size distribution (mean grain size, standard deviation, skewness) acquired through Pearson's moments method allowed to infer, by the McLaren & Bowles (1985) rule, two main net longshore drift cells, in divergent pattern. The northeast drift cell ranges approximately for 54 kms towards NE and the southwestern takes the remaining 9 kms towards SW. The two zones of sediment input, at the end of the cells, are characterized by the progradational low and wide incipient foredune terraces. The divergence zone coincides with the region interpreted as having more intense coastal erosion.

Palavras-chave: Ilha Comprida, granulometria, sistema praia – duna frontal.

1. Introdução

A Ilha Comprida, com cerca de 63 km de comprimento por apenas 4 km de largura média, constitui uma barreira arenosa de direção NE-SW no litoral sul do Estado de São Paulo (Figura 1). Situa-se entre as desembocaduras do Rio Ribeira de Iguape (extremidade nordeste) e do sistema lagunar-estuarino da baía de Trapandé (extremidade sudoeste).

O regime morfodinâmico predominante da praia é o dissipativo (estágio 1 de Wright & Short, 1984), com altura das ondas na arrebentação de cerca de 80 cm, ampla zona de espraiamento (média de 75 m) e baixa declividade (média de 0,67°). A amplitude média da maré medida na estação oceanográfica de Cananéia é de 1,20 m (regime de micromarés de Davies, 1964).

2. Métodos

Ao longo do sistema praia – duna frontal, foram realizados levantamentos descritivos das formas com registro de fotografias e esboço das feições. Também mediu-se a largura e declividade da praia, além da altura das dunas frontais incipientes. Quilômetro a quilômetro, realizou-se amostragens de areia sobre a zona de espraiamento e sobre a crista das dunas em questão, somando um total de 126 amostras.

A descrição morfológica de campo, associada às fotografias digitais adquiridas, permitiram a confecção de contornos das morfologias, com auxílio do *software AutoCAD™*. Este procedimento serviu de base para a construção de blocos-diagrama esquemáticos do sistema praia – duna frontal.

As amostras foram submetidas a ensaios de granulometria pela técnica convencional do peneiramento, em intervalos de 0,5 phi na escala de Wentworth-Krumbein. Os resultados brutos de distribuição em massa foram submetidos a tratamento, incluindo contabilização do percentual de cada classe granulométrica e aquisição dos parâmetros estatísticos da distribuição (diâmetro médio, assimetria e desvio-padrão), calculados pelo técnica analítica dos momentos de Pearson. Também foram gerados gráficos de dispersão com linhas de tendência para a análise das estatísticas da granulometria.

A última etapa de trabalho consistiu no confronto entre dados de campo de descrição morfológica e resultados granulométricos.

3. Resultados

3.1. Morfologia do sistema praia – duna frontal

Nos pontos próximos das desembocaduras, nas extremidades, e dos córregos maiores (quilômetros 2, 7, 17 e 63 ao longo da praia, no sentido SW - NE), a morfologia das DFIs tende a terraços baixos (até 0,5 m) com montículos isolados ou *nebkhas* (Foto 1). Esta morfologia pode ser atribuída a um aporte regular e contínuo de sedimentos pelas desembocaduras nas extremidades da barreira. No caso específico dos córregos, que promovem maior superfície úmida ou inundada sobretudo na face da praia, uma maior coesão das areias impede a geração de formas eólicas mais proeminentes.

Ainda em termos de morfologia das dunas incipientes, e excetuando-se *nebkhas*, sua ocorrência ao longo da barreira pode ser dividida em dois grandes setores. Um deles, abrangendo os primeiros 27 km em sentido SW-NE, é marcado por alternância de alta freqüência entre as formas dunares de terraço, cordão e rampa. O outro, tomado os restantes 36 km, caracteriza-se por alternância monótona e de baixa freqüência entre terraço e cordão, com ausência de rampas. Como não existem obstáculos significativos à pista de vento capazes de impor particularidades morfológicas, a diferença entre os setores deve relacionar-se a variações de morfodinâmica da praia. No primeiro setor, são freqüentes falésias vivas nas DFIs, e mesmo nas dunas frontais estabelecidas (DFEs) e paleodunas à retaguarda; neste último caso, as DFIs ancoram-se, com morfologia de rampa, sobre as escarpas (Foto 2). No segundo setor, porém, quase inexistem as falésias, e a ocorrência de DFEs e paleodunas se interioriza. Sucessões de cordões subparalelos de DFEs podem eventualmente ser observadas (Foto 3).

Quanto à morfologia da praia, observa-se predomínio da forma terraço de berma até os primeiros 16 km no sentido SW-NE. Este trecho apresenta ainda, a partir dos cinco quilômetros iniciais, reentrâncias na forma de cúspides escavados na berma pela ação das ondas (Foto 4). Diferenças na morfologia da praia neste trecho permitem sua classificação morfodinâmica, segundo o modelo de Wright & Short (1984), em três partes: a) uma, no primeiro quilômetro, de caráter intermediário-dissipativo (*rhythmic bar and beach*); b) a segunda, até o km 4, de caráter intermediário-reflexivo (*transverse bar and rip*); c) e a última, com os restantes 12 km do trecho, em regime dissipativo com cúspides (*longshore bar trough*). O grande trecho restante, da distância 17 à 63 rumo NE, é dominado basicamente por uma face de espraiamento larga e plana (Foto 5).

As franjas eólicas, que são acúmulos espraiados centimétricos de areia com marcas onduladas, de pouca ou nenhuma vegetação, e que se projetam ao sopé de DFIs (Paulo C.F. Giannini, 2004, comun. verbal), aparentemente não possuem um padrão de distribuição ou forma que possa contribuir para o entendimento da morfodinâmica da Ilha Comprida.

3.2. Granulometria do sistema praia – duna frontal

As estatísticas escolhidas para o presente estudo, diâmetro médio, assimetria e desvio padrão, são aqui usadas para interpretar o transporte de sedimentos e, por conseguinte, as células locais de deriva litorânea. Pela regra de McLaren & Bowles (1985), o transporte dá-se no sentido do “mais grosso - melhor selecionado - mais positivo” ou “mais fino – melhor selecionado – mais negativo”. Quando nenhum dos padrões é encontrado, não se pode aferir o rumo do transporte com segurança. O parâmetro que sozinho indica o

rumo do transporte com maior confiabilidade é o grau de seleção.

Nas Figuras 2, 3 e 4, verifica-se nas areias da praia, em rumo NE, uma tendência geral de afinamento, melhora do grau de seleção (diminuição do desvio padrão), e de uma assimetria mais negativa. Este padrão estatístico é concordante com a regra citada para o transporte, e permite inferir uma deriva predominante naquele sentido. Ainda nas figuras comentadas, nota-se uma distribuição estatística das dunas muito semelhante à da praia. Isto se deve provavelmente a granulação originalmente fina da fonte sedimentar imediata (no caso, a praia), e a curta distância de transporte eólico a partir da mesma até o sítio de deposição. Quanto a tendência das distribuições estatísticas, esta também se mantém semelhante entre praia e dunas, à exceção da assimetria. Aparentemente o transporte pelo vento, como agente selecionador, é muito competente em deslocar a cauda da curva granulométrica para as frações finas (Sawakuchi *et al.*, 2004). Isso parece ser uma tendência para dunas costeiras, mesmo quando o transporte é curto a partir da praia e com granulação semelhante.

Apesar do padrão geral visto em sentido NE, há a ocorrência do mesmo padrão em sentido SW nos primeiros 9 km da Ilha Comprida. Assim, haveria uma região de divergência de transporte neste local, que também se localiza próximo ao centro da região interpretada no tópico 3.1 como sendo erosiva, de morfologia de dunas muito escarpadas, apresentando ainda berma e cúspides associados na praia.

4. Conclusões

Com base nos estudos morfológicos e nos dados de distribuição granulométrica, podemos afirmar a existência de duas células de deriva litorânea principais. A predominante engloba 54 km da barreira e

possui sentido NE. A subordinada ocorre com deslocamento oposto (SW), englobando os restantes 9 km da barreira. Assim, a região a 9 km a partir do extremo sudoeste da Ilha Comprida pode ser considerada de divergência entre as duas células de deriva. Isso implica a vocação erosiva, ou seja, de fornecimento sedimentar para áreas vizinhas, nesta região. Em termos de morfologia de dunas esta interpretação pode ser reforçada pela existência de DFIs muito baixas (até 40 cm), por vezes em rampas sobre falésias vivas de DFEs e paleodunas. Quanto à morfologia da praia, a região de divergência apresenta maior declividade ($\approx 0,72^\circ$) que a média citada no tópico 1 para a face praial; ali, observa-se também a elevação de terraços de berma, por vezes escavados em cúspides.

Uma síntese da morfologia e morfodinâmica da Ilha Comprida ao longo de seu sistema praia – duna frontal pode ser vista na Figura 5.

5. Agradecimentos

Ao professor Msc. André Sawakuchi, pela revisão e discussão do trabalho. Aos funcionários Elaine Sinfrônio e Mariana Victorino, do Labsed-USP, pela ajuda na separação granulométrica das areias. À FAPESP (Projeto 01/01732-8), à CAPES (bolsa de mestrado), e ao CNPq (bolsa de iniciação científica), pelo auxílio financeiro.

6. Referências

DAVIES JL. 1964. A morphogenic approach to world shorelines. *Zeitschrift für Geomorphology*, [S.I.], v.8, p.127-142. Mortensen Sonderheft, 1964.

McLAREN P and BOWLES D. 1985. The effects of sediment transport on grain-size distributions. *J.Sediment. Petrol.*, 55(4): 457-470.

SAWAKUCHI AO, GIANNINI PCF and MARTINHO CT. 2004. A assimetria positiva de distribuições de freqüências de propriedades sedimentológicas em depósitos eólicos. In: An. do XLII Cong. Bras. Geologia, Araxá, MG (CD-ROM).

WRIGHT LD and SHORT AD. 1984. Morphodynamic variability of surf zones and beaches: a synthesis. *Marine Geology*, 56:93-118.



Figura 1. Localização da área estudada.



Foto 1. *Nebkhas* isolados sobre ampla franja eólica (com marcas onduladas). Ao fundo, nota-se a presença de córrego, em trecho paralelo à costa. km 6 (SW-NE).



Foto 3. Sucessão de cordões paralelos de dunas frontais estabelecidas (DFEs) bem preservados. km 38 (SW-NE).



Foto 2. Rampa de duna frontal incipiente (DFI) apoiada sobre falésia de duna frontal estabelecida. (DE). km 24 (SW-NE).



Foto 4. Berma e cúspides na região de morfodinâmica intermediária. Notam-se reentrâncias da água do mar por ocasião de maré alta.km 3 (SW-NE).



Foto 5. Região de morfodinâmica dissipativa da praia. Da esquerda para direita, vêem-se: terraço de DFI, franja eólica e ampla face praial. km 48 (SW-NE).

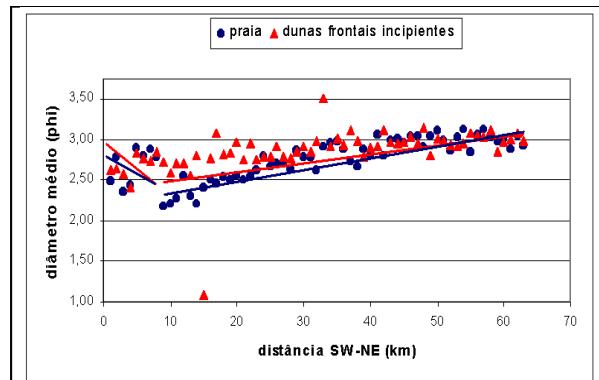


Figura 2. Diagrama de variação longitudinal do diâmetro médio para areias de praia e de dunas frontais incipientes (DFIs).

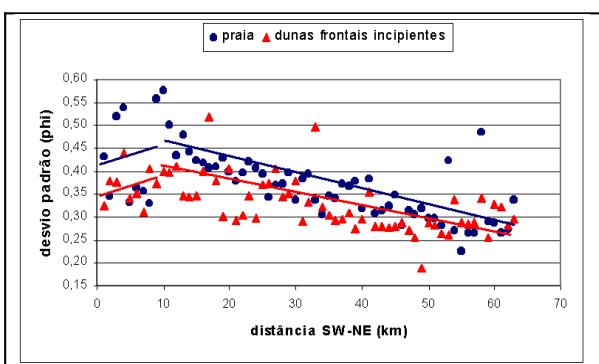


Figura 3. Diagrama de variação longitudinal do desvio padrão da distribuição granulométrica (inverso do grau de seleção) para areias da praia e de dunas frontais incipientes (DFIs).

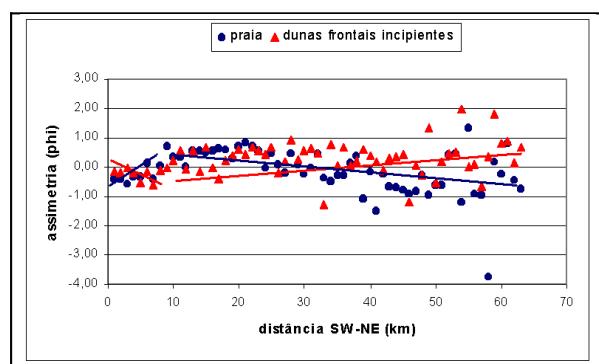


Figura 4. Diagrama de variação longitudinal da assimetria da assimetria da distribuição granulométrica para areias da praia e das dunas frontais incipientes (DFIs).

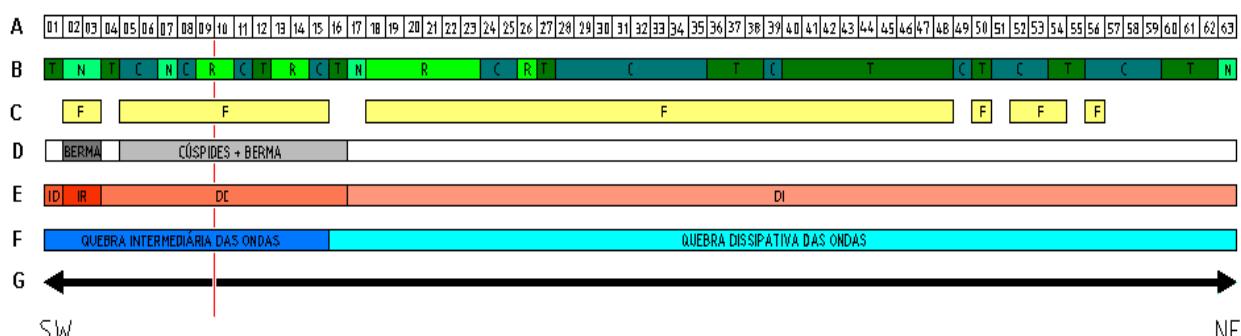


Figura 5. Diagrama de retas ilustrando a síntese da ocorrência morfológica (A a D) e da interpretação morfodinâmica (E a G) do sistema praia - duna frontal da Ilha Comprida (SP). Retas de ocorrência: **A** – pontos ao longo do sistema praia - duna frontal (SW-NE); **B** – morfologia das dunas frontais incipientes (DFIs): R (rampa), N (*nebkha*), C (cordão), T (terraço); **C** – presença de franja eólica ao sopé das DFIs; **D** – morfologia da face praial (plana quando em branco); **E** – morfodinâmica interpretada para a praia; **F** – regime de ondas sobre a praia; **G** – deriva litorânea interpretada. O traço vermelho que atravessa todas as retas de ocorrência marca a zona interpretada como de divergência das células de deriva litorânea longitudinal.