

PROPRIEDADES GRANULOMÉTRICAS NO SISTEMA PRAIA-DUNA AO LONGO DA COSTA NOROESTE PORTUGUESA, DE PORTO A NAZARÉ

Paulo C.F. Giannini¹; Jefferson A. Machado²; Elizabete R. Santos³.

^{1.} Prof. Dr. GSA-IG-USP (pcgianni@usp.br);

^{2.} Bolsista Inic. Científica IG-USP FAPESP;

^{3.} Geóloga MsC Prefeitura de S. Paulo

RESUMO

Resultados de análise granulométrica em amostras de face praial e duna frontal em dezoito praias do trecho da costa portuguesa entre Porto e Nazaré indicam a segmentação da costa em quatro setores. A segmentação é determinada pela interação entre a compartimentação fisiográfico-geomorfológica e a dispersão dos sedimentos pela deriva litorânea longitudinal. O aporte terrígeno fluvial, especialmente o dos rios Douro e Mondego, realçaria as mudanças granulométricas junto aos limites de compartimentos geomorfológicos. Dentro de cada segmento, o padrão de variação de granulometria ao longo da costa permite interpretar a atuação de deriva litorânea longitudinal dirigida para sul, exceto no setor compreendido entre Tocha/Mira e Espinho/Esmoriz. A inversão de padrão de variação granulométrica neste setor estaria relacionada à herança da dinâmica sedimentar da ria do Aveiro, mantida aberta até meados do século XV, e ao processo de crescimento dos esporões arenosos que levaram à sua obstrução. O transporte de sedimentos das praias para as dunas frontais é seletivo, deixando na área fonte a fração areia muito grossa. Apesar disso, o comportamento espacial das dunas frontais quanto à granulometria é semelhante ao de suas respectivas áreas fontes praias.

ABSTRACT

Grain-size analysis of beach face and incipient foredunes from eighteen beaches along the coastal sector between Porto and Nazaré, northern Portugal, evidence the subdivision of the coast in four segments. This segmentation is determined by interaction between physiographic-geomorphic compartmentation and sedimentary dispersion by longshore drift. The terrigenous supply from the main regional rivers, Douro e Mondego, probably enhances the grain-size changes in the limits between coastal physiographic compartments. The pattern of grain-size variation along each segment confirms the dominant longshore drift driven to south, except in the segment between Tocha/Mira and Espinho/Esmoriz. The inversion of the pattern of grain-size variation in this segment can be interpreted as a relic from the historical time, in century XV, when the Aveiro ria was opened and acted directly upon the sedimentary dynamics. The sand transport from beaches to foredunes is selective and leaves the very coarse sand fraction in the source area. Nevertheless, the pattern of longshore grain-size variation in the foredunes is very similar to the beaches.

Palavras -Chave: granulometria, costa portuguesa, sistema praia-duna

1. INTRODUÇÃO

Sob o aspecto fisiográfico e geomorfológico, a costa noroeste portuguesa, no trecho de cerca de 210 km de extensão entre Porto e Nazaré, pode ser subdividida em três setores principais. O setor costeiro a norte do Espinho caracteriza-se pela presença de estuários com esporões arenosos, ladeados ao interior por paleodunas eólicas medievais (Granja & Carvalho 1994). De acordo com Carvalho (1988), afloramentos rochosos baixos interrompem a face litorânea e a zona costa afora, tornando a linha costeira recortada segundo enseadas de poucas centenas de metros de extensão. O segundo setor da costa noroeste portuguesa, a sul, é o litoral de barreiras e lagunas que caracteriza a região do Aveiro, entre Espinho e Figueira da Foz. Nesta região, as paleodunas seriam tanto medievais quanto holocênicas mais antigas (Granja & Carvalho 1994). A planície costeira, estreita no Espinho, alarga-se gradualmente até Aveiro. O terceiro setor, entre cabo Mondego e Nazaré, destaca-se por sua individualidade fisiográfico-tectônica. Ele é limitado entre a extensão atlântica da serra da Boa Viagem, a norte, e a intersecção com a costa de um alinhamento estrutural que se estende por cerca de 300 km em direção SW-NE, do vale submarino da Nazaré a Gouveia (Ribeiro et al., 1979). Este setor é formado por praias arenosas com

idêntica orientação (NNE) em relação ao compartimento do Aveiro, porém mais extensas.

Neste artigo, apresentam-se resultados de análise granulométrica de amostras de praias e de dunas eólicas (frontais), coletadas ao longo da costa noroeste portuguesa, com ênfase à discussão de sua distribuição espacial. A meta é inferir e/ou testar os efeitos da compartimentação da costa, do rumo residual de deriva litorânea longitudinal e da morfodinâmica das praias amostradas.

2. MÉTODOS

Amostraram-se as principais praias contidas no trecho de costa estudado, à proporção de um par de amostras contíguas por arco praial estudado. As amostras foram coletadas na face praial e na crista ou linha mediana das dunas frontais (*foredunes*) incipientes. Contemplou-se, desse modo, um total de 18 praias, entre Valadares e Nazaré. A descrição e amostragem foi realizada no verão de 2001.

Das amostras de campo, foram retiradas em laboratório alíquotas com massas secas iniciais de cerca de 60 g. Estas alíquotas foram em seguida dispersas em água sob agitação mecânica e elutriadas através de fluxo ascendente em funil liso, para eliminação de sais. O peneiramento foi realizado em todos os intervalos de 0,5 phi compreendido entre 0,062 mm (limite silte x areia) e 4

mm (limite grânulo x seixo), através de vibração mecânica por tempo padronizado de 15 minutos. A partir dos resultados brutos de distribuição granulométrica da fração areia, calcularam-se os valores de parâmetros estatísticos (diâmetro médio, desvio-padrão, assimetria e curtose) pelo método analítico dos momentos de Pearson.

A análise do comportamento espacial dos resultados de distribuição bruta e de parâmetros estatísticos de granulometria seguiu dois passos básicos. O primeiro foi a identificação de segmentos costeiros com tendências contínuas de variação. O segundo foi a inferência do rumo provável de transporte litorâneo residual, em cada segmento previamente identificado, com uso do método de McLaren & Bowles (1985). Neste método, que consiste no exame da distribuição espacial combinada de três parâmetros estatísticos, diâmetro médio, desvio padrão e assimetria, admite-se a existência de duas combinações de variações indicativas do rumo de transporte. Estas combinações são: “mais fino, mais selecionado, mais negativo” e “mais grosso, mais selecionado, mais positivo”.

3. DESCRIÇÃO DE CAMPO

No setor costeiro a norte do Espinho, foram analisadas quatro praias: Valadares, Francelos, Senhor das Pedras e Miramar. O pós-praia (entre o pé das dunas frontais e o limite superior da face praial) é largo (80 a 120 m, em média), com berma sub-horizontal. As ilhas e promontórios granito-gnáissicos da face litorânea tornam-se mais baixos e menos extensos rumo sul, o que é acompanhado por afinamento aparente da granulação e redução da declividade da face praial superior. O desnível entre praia emersa e paleodunas ao interior é mais evidente a sul de Miramar.

No setor costeiro do Aveiro, foram analisadas, de norte para sul, as praias do Espinho, Esmoriz (Barrinha), Furadouro, Torrão do Lameiro, Torreiro, São Jacinto, Palheiros de Mira, Palheiros da Tocha, Quiaios e Figueira da Foz. No Espinho, obras de engenharia afetaram o suprimento de areias pela deriva litorânea, como é evidenciado pela erosão do trecho sul desta praia. O perfil de pós-praia é íngreme, linear a ligeiramente convexo. A erosão propagou-se aparentemente para outros setores, encontrando-se “obras de contenção de erosão”, como muros e/ou sucessões de moles transversais, nas três praias vizinhas a sul. Na parte sul da praia da Barrinha (centro de Esmoriz), entre os dois mais meridionais de uma série de moles transversais, as ondas arrebatam diretamente contra um muro de enrocamento, não existindo mais praia arenosa. Nas praias artificiais criadas entre moles no trecho que vai do Espinho a Furadouro, observa-se alargamento da faixa de areia rumo sul, com desenvolvimento preferencial (em altura e largura) de dunas frontais nesse rumo. As praias do Torrão do Lameiro e Furadouro caracterizam-se por berma duplo, com mergulho suave invertido (para o mar) e concentração de minerais pesados escuros no terço superior da face praial. A praia do Torreiro situa-se a barlamar de um molhe transversal. Ela apresenta perfil mais suave e morfodinâmica mais dissipativa que as

praias vizinhas a norte. As praias de São Jacinto, Palheiros de Mira, Palheiros da Tocha e Quiaios apresentam berma típico, com mergulho nítido para o interior. Na praia de Palheiros de Mira, berma e face praial, esta íngreme (ângulo superior a 10 graus), apresentam quase 100m de largura cada uma. Ao interior da berma ocorre uma zona de tormenta declivosa e também extensa (mais de 40m), aos pés das dunas frontais. Construções da primeira metade do século XX encontram-se em pleno pós-praia, parcialmente invadidas por dunas. A praia de Palheiros da Tocha é larga (mais de 150m), com dunas frontais pouco desenvolvidas (até 3m de altura, por 25m de largura). A face praial, com cerca de 30m de largura, apresenta mergulho íngreme (maior que 10 graus). Ocorre depressão entre a berma e o pé das dunas frontais, caracterizando um perfil côncavo para a praia emersa. A praia de Quiaios é similar a anterior, exceto quanto à largura inferior a 100m, ao cordão de dunas frontais mais elevado (maior que 5 m) e ao regime mais dissipativo, com antepraia suave. A praia de Figueira da Foz é embaiada, em virtude do afloramento de cristas de camadas metassedimentares, oblíquas à costa, mergulhando para sul. De modo geral, a praia é relativamente estreita (80m de largura total), bastante reflexiva, com berma. As dunas, ausentes, podem ter existido antes da construção dos muros de enrocamento.

No setor entre a foz do Mondego e Nazaré, estudaram-se as praias do Hospital, Vieira de Leiria, São Pedro de Moel e Nazaré. A praia do Hospital situa-se a sul do cabo Mondego, com uma série de moles transversais. Apresenta cerca de 3 km de extensão e 70m de largura entre o limite externo do berma e as dunas frontais mais interiores. O perfil transversal é tipicamente escalonado. Desse modo, além da berma, extensa e suave, ocorrem três patamares de dunas eólicas, correspondendo o mais interno deles a dunas frontais mais altas e dômicas, estabelecidas. A morfodinâmica é intermediária-refletiva. A praia de Vieira de Leiria é refletiva de alta energia, com berma de 30m de largura e face praial muito íngreme (10 a 20 graus em média, formando escarpas subverticais localmente). Pode haver mais de uma berma, sendo a mais externa de crista embaiada. As praias de São Pedro de Moel e Nazaré são praias largas (aproximadamente 160m), refletivas, delimitadas entre afloramentos alongados, paralelos à costa, de camadas sedimentares basculadas do Juro-Cretáceo. A primeira, de maior energia, é cortada por um arroio sub-paralelo à linha de costa e margeada por paleodunas avermelhadas com mais de 50m de elevação, com dunas frontais irregularmente distribuídas ao longo de sua extensão. A segunda, no remanso a sul de um grande promontório de rochas sedimentares, é de baixa energia, sem dunas eólicas, e com perfil côncavo pronunciado.

As dunas frontais encontradas apresentaram portes variados (poucos decímetros a vários metros de altura), sendo que, ao longo de todo trecho entre Valadares e Esmoriz, os depósitos amostrados correspondem a dunas frontais artificiais, cultivadas e/ou recuperadas através de uso de cercas de areia (*sand fences*).

4. RESULTADOS GRANULOMÉTRICOS DE PRAIAS

No que se refere à variação longitudinal da proporção em massa das diferentes classes granulométricas (de 1 ϕ), as tendências mais regulares ao longo da costa noroeste portuguesa foram encontradas nas classes areia muito grossa (-1 a 0 ϕ) e areia média (1 a 2 ϕ). O gráfico de variação da proporção de areia muito grossa (Figura 1) pode ser dividido em quatro trechos com padrões de variação alternados. De sul para norte, o primeiro trecho, entre Nazaré e Hospital (km 0 a 60) e o terceiro trecho, entre Quiaios e Esmoriz (km 79 e 186), caracterizam-se por decréscimo sul-norte nesta fração. O segundo trecho, entre a praia do Hospital e Quiaios (km 60 a 79), apresenta crescimento para norte. O mesmo ocorre com o quarto trecho, entre Esmoriz e Porto (km 186 a 210), ainda que de maneira mais irregular. O gráfico de variação longitudinal do teor de areia média pode ser, de modo análogo, dividido em quatro trechos, porém com comportamento inverso.

O gráfico de variação sul-norte do diâmetro médio analítico (Figura 2) também se apresenta segmentado em quatro trechos, os quais refletem as variações das classes areia muito grossa e areia média. Desse modo, tem-se afinamento do diâmetro médio para norte, no primeiro e terceiro trechos, e engrossamento abrupto no mesmo rumo, no segundo e quarto trechos.

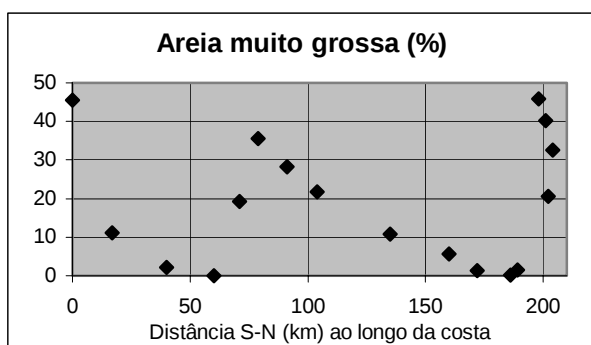


Figura 1. Variação da porcentagem em massa de areia muito grossa em sedimentos de praia, ao longo da costa noroeste portuguesa, de sul para norte.

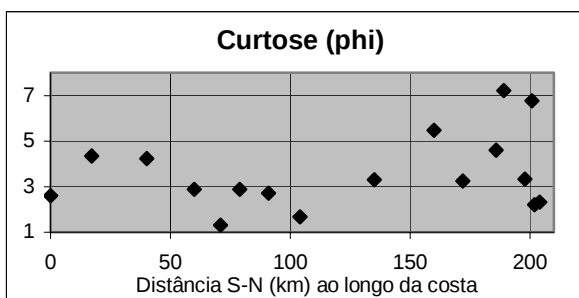
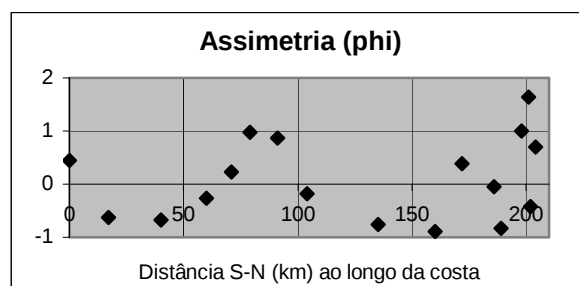
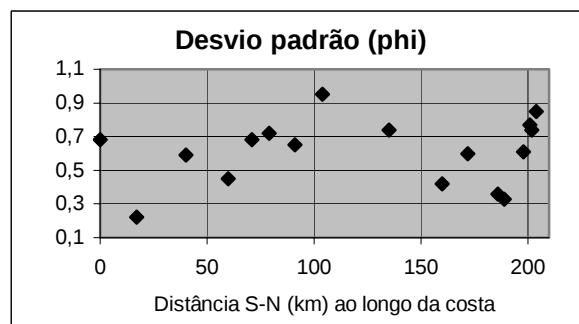
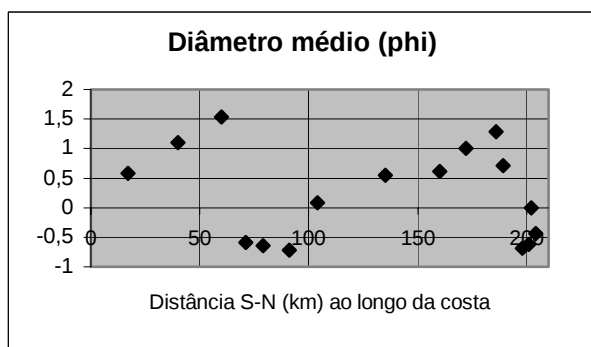


Figura 2. Variação de parâmetros estatísticos de distribuição granulométrica em sedimentos de praia, ao longo da costa noroeste portuguesa.

A variação longitudinal de desvio padrão (Figura 2) pode ser dividida em três trechos, os quais guardam correspondência, em posição e extensão, aos encontrados na variação de diâmetro médio. O primeiro segmento, entre Nazaré e Palheiros de Mira (km 0 a 104), e o terceiro, entre Espinho e Porto (km 189 a 210), apresentam tendência de desvio padrão crescente, enquanto o trecho intermediário, entre Palheiros de Mira e Espinho (km 60 a 104), exibe tendência oposta.

A segmentação da variação longitudinal de granulometria praial em quatro trechos vale também em relação à assimetria (Figura 2). De sul para norte, o primeiro e o terceiro trechos caracterizam-se por diminuição da assimetria, enquanto o segundo e o quarto trechos exibem aumento.

O gráfico de variação longitudinal da curtose (Figura 2) pode ser subdividido em pelo menos três segmentos, análogos aos encontrados no padrão de variação do desvio padrão. Ocorre decréscimo da curtose no primeiro e terceiro segmentos, e aumento no trecho intermediário.

Em tese, pelo menos três fatores inter-relacionados podem estar determinando a segmentação da variação granulométrica ao longo do setor costeiro investigado: a compartimentação da fisiografia e geomorfologia

costeiras, o aporte fluvial e o efeito da deriva litorânea longitudinal. Em relação à fisiografia, cabe observar que a segmentação costeira detectada na maioria das variáveis granulométricas coincide grosso modo com a compartimentação da costa noroeste referida na Introdução. Assim, o primeiro trecho a sul corresponde ao setor costeiro entre Nazaré e o cabo Mondego. O segundo e o terceiro trechos integram a costa do Aveiro. E o quarto trecho correlaciona-se a parte sul do setor costeiro que se estende do Espinho até o rio Minho.

Em relação à influência fluvial, observa-se que os três pontos nos quais se tem elevação acentuada no teor da classe areia muito grossa e engrossamento do diâmetro médio, e que são limítrofes entre segmentos de variação granulométrica, coincidem de modo aproximado com a localização dos rios Ribeiras do Oeste (km 0), Mondego (km 70) e Douro (km 206). Neste mesmos pontos, observam-se os maiores valores de desvio padrão e assimetria e os menores de curtose. Desse modo, pode-se presumir o fornecimento de sedimentos grossos pelos rios, com três implicações: 1. aumento da amplitude de variação de granulometria, com piora do grau de seleção, 2. deslocamento da moda da distribuição granulométrica para o lado dos grossos, com conseqüente prolongamento da cauda dos finos e 3. representação mais equilibrada entre faixas granulométricas muito diferentes, com achatamento da curva de distribuição. A hipótese de influência do aporte fluvial carece entretanto de melhor verificação através da comparação dos sedimentos aqui estudados com sedimentos dos próprios rios. Há que se considerar também que estes rios situam-se em zonas de mudança de orientação da linha de costa ou de avanço do embasamento pré-cenozóico em direção ao mar. Sob este aspecto, há significativa coincidência entre a localização dos rios e os limites entre compartimentos da fisiografia costeira. Tal coincidência favorece a idéia de que o aporte fluvial seria apenas reflexo e fator de realce desta compartimentação.

Admitida como premissa a continuidade do transporte sedimentar dentro de cada segmento costeiro identificado (uma aproximação aceitável, em vista da coincidência destes segmentos com setores fisiográficos e da escassez de obstáculos ao transporte longitudinal dentro de cada setor), a variação longitudinal na granulometria em cada trecho deve refletir principalmente seus respectivos rumos residuais de deriva longitudinal.

A aplicação do método de McLaren & Bowles (1985) para deduzir a deriva longitudinal na costa noroeste portuguesa mostrou-se muito produtiva, uma vez que, em todos os trechos identificados, a variação combinada dos três parâmetros coincide com um dos dois padrões mais seguros indicados por aqueles autores. Assim, o primeiro trecho a sul, situado entre Nazaré e Vieira de Leiria / praia do Hospital apresenta o padrão “mais grosso, mais selecionado, mais positivo” no rumo sul, o que permite inferir transporte residual por deriva litorânea neste rumo. O segundo trecho, entre Vieira de Leiria / praia do Hospital e Quiaios / Palheiros da Tocha / Palheiros de Mira apresenta o padrão de variação “mais fino, mais selecionado, mais negativo” voltado para sul, evidenciando mesmo sentido de deriva longitudinal. No

terceiro trecho, entre Quiaios / Palheiros da Tocha / Palheiros de Mira e Esmoriz/Espinho, o mesmo padrão ocorre invertido para norte. E no quarto trecho, entre Esmoriz/Espinho e Porto (a sul da foz do rio Douro), restabelece-se novamente para sul.

Admitida deriva litorânea regional para sul, idéia bastante aceita na bibliografia sobre a costa portuguesa, o padrão de variação granulométrica aparentemente sugestivo de deriva invertida, rumo norte, entre Mira e Espinho, pode ser herança da dinâmica sedimentar pretérita existente em tempo histórico (anterior ao século XV, segundo Dias et al. 2000) em que a ria do Aveiro (Vouga) ainda se encontrava aberta e em que seu esporão arenoso crescia supostamente neste rumo. Há que se considerar também a intensa interferência de obras de engenharia nesta região, desde o início do século passado. Já a mudança de padrão de variação, sem inversão de deriva, na região imediatamente a sul de Figueira da Foz, estaria relacionada ao limite de compartimento fisiográfico nesta localidade, incluindo a presença do rio Mondego.

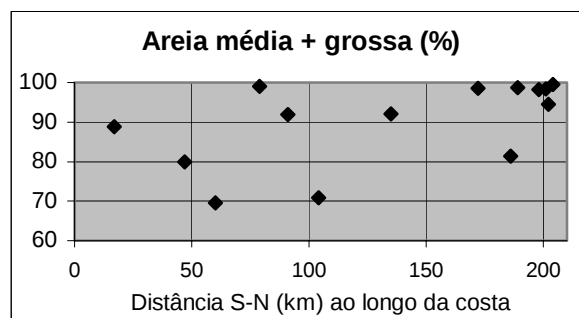


Figura 3. Variação da porcentagem em massa de areia média e areia grossa em sedimentos de dunas frontais, ao longo da costa noroeste portuguesa.

5. RESULTADOS GRANULOMÉTRICOS DE DUNAS

A distribuição granulométrica nas dunas frontais estudadas concentra-se nas frações areia média e areia grossa (Figura 3). As variações nas proporções em massa destas frações imitam o comportamento das fração muito grossa nas praias adjacentes. Os ventos regionais demonstram, entretanto, baixa competência para o transporte de areia muito grossa, pois a concentração desta fração nas dunas frontais é ínfima (<2%), mesmo junto às praias em que ela ocorre em alta porcentagem (30% a 45%).

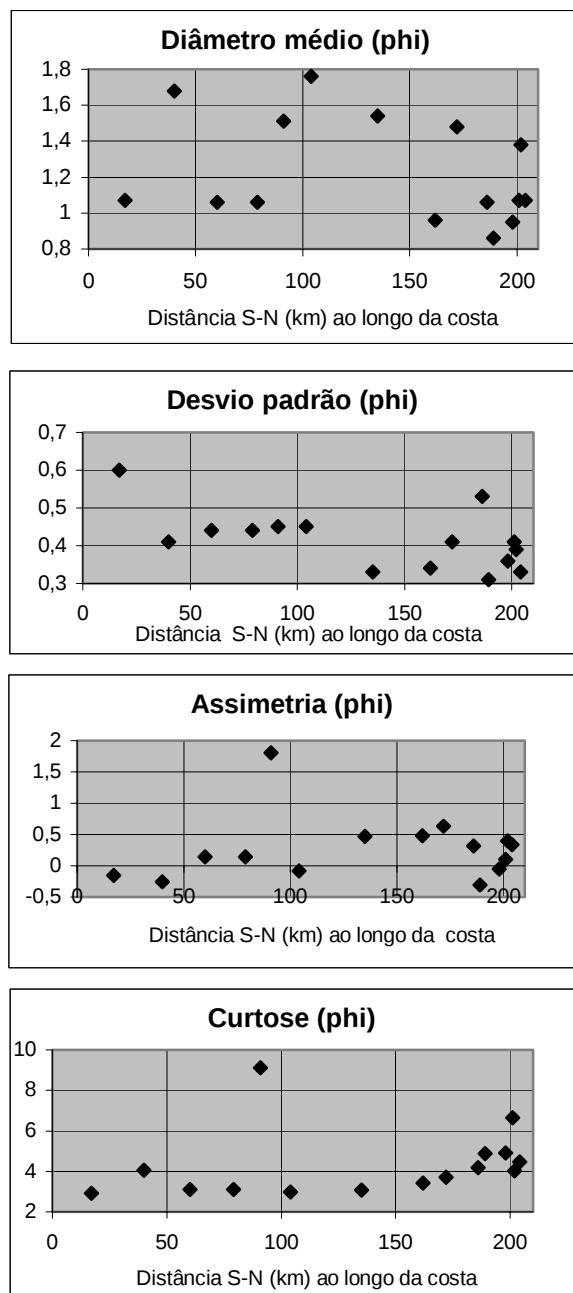


Figura 4. Variação de parâmetros estatísticos de distribuição granulométrica em sedimentos de dunas frontais, ao longo da costa noroeste portuguesa.

O diâmetro médio (ϕ) das dunas apresenta tendência para engrossamento rumo norte (Figura 4), refletindo o aumento da fração areia média mais areia grossa neste rumo. Observam-se duas nuvens de pontos, relativas a dunas com diâmetro médio mais fino que 1,35 ϕ , e mais grosso que 1,1 ϕ . A tendência linear de engrossamento rumo norte está presente também em cada um destes agrupamentos, embora mais acentuada no primeiro.

Na comparação entre praias e dunas quanto à variação longitudinal de diâmetro médio (Figuras 2 e 4), a coincidência de localização entre os agrupamentos de dunas com diâmetro médio mais grosso e as praias adjacentes evidencia mais uma vez a influência da área

fonte praial na granulometria das dunas. O fato de o diâmetro médio das dunas ser sistematicamente mais fino que nas praias adjacentes confirma, por sua vez, a seletividade do vento no transporte sedimentar. O afinamento de diâmetro médio para sul pode refletir tanto o efeito direto dos ventos *onshore* de N e NW (“nortada”) no transporte eólico, com afinamento seletivo progressivo no rumo do vento preferencial, como um eventual afinamento das areias de praia para sul (todavia pouco evidente no gráfico da Figura 2).

A variação do desvio padrão das dunas frontais ao longo do setor costeiro estudado apresenta tendência linear para diminuição tênue rumo norte (Figura 4). Os valores do desvio padrão oscilam dentro da faixa entre 0,3 e 0,6, com tendência sistemática para desvio padrão menor nas dunas que nas praias adjacentes. Comparada às frequências de classe e ao diâmetro médio, o desvio padrão aparenta correlação muito menos evidente entre praia e duna, no que se refere à variação longitudinal.

O comportamento da assimetria (ϕ) em dunas frontais permite detectar tendência linear suave de aumento para norte (Figura 4). Esta tendência é similar à encontrada no conjunto de amostras praias e reflete portanto a influência da praia como área fonte imediata das dunas. A quase totalidade dos resultados de assimetria de dunas concentra-se num intervalo estreito em torno da assimetria nula (entre - 0,4 e 0,6). Comparando-se as amostras de praias e dunas adjacentes, observa-se que o efeito do vento sobre as areias da fonte praial pode ser tanto de redução da assimetria, no caso de sedimentos praias muito grossos e positivos, como de aumento, nos casos de sedimentos de praia em que frações grossas, em menor quantidade, produzem uma cauda no lado dos grossos na curva de distribuição granulométrica. Apesar dos efeitos serem opostos em termos de variação de assimetria, a ação do vento é sempre a mesma: retirada e deposição seletiva preferencial de frações mais finas.

A análise da variação espacial da curtose nas amostras de dunas frontais (Figura 4) permite detectar tendência linear para aumento para norte, com exceção de uma anomalia em Palheiros de Tocha (km 91), onde as dunas apresentam alta concentração porcentual de areia média (87%). Esta tendência geral reflete comportamento similar observado no conjunto das amostras de praia.

6. CONCLUSÕES

A morfogênese do sistema praia-duna no trecho entre Nazaré e Porto é determinada pelos ventos *onshore* de N e NW e pela deriva litorânea resultante para sul. Mudanças do sistema ao longo deste trecho devem-se à compartimentação da costa quanto a fisiografia e sistemas deposicionais e a suas implicações em termos de aporte terrígeno. Sob este último aspecto, pode-se suspeitar de alguma influência dos rios Douro, Mondego e Ribeiras do Oeste, nesta ordem de importância.

A distribuição granulométrica das areias de praia e seus respectivos parâmetros estatísticos apresenta comportamento longitudinal segmentado em três ou quatro trechos principais, determinados pela compartimentação fisiográfico-geomorfológica, incluindo

ou não a influência do aporte daqueles rios, e, possivelmente, por uma deriva litorânea longitudinal também segmentada. Nas áreas limítrofes de compartimentos costeiros, localizadas em Nazaré (0 km) e nos trechos de costa entre a praia do Hospital e Palheiros da Tocha / Palheiros de Mira e entre Espinho/Esmoriz e Porto, observa-se aumento pronunciado do desvio padrão, da assimetria, e da porcentagem de areia muito grossa, paralelamente à diminuição no diâmetro médio (ϕ), na curtose e na porcentagem de areia média.

A aplicação do método de McLaren & Bowles (1985) aos quatro trechos costeiros identificados com base em resultados granulométricos de praias permitiria interpretar um padrão de transporte longitudinal segmentado em três células alternadas. O transporte seria para sul no trecho a sul da foz do Mondego e na região entre Espinho/Esmoriz e Porto, e para norte no trecho intermediário, de Tocha/Mira a Espinho/Esmoriz. A aparente inversão da deriva longitudinal neste último trecho pode, entretanto, estar relacionada à herança de dinâmica sedimentar pretérita (anterior ao século XV).

O transporte de sedimentos das praias para as dunas frontais é seletivo, deixando na área fonte a fração areia muito grossa. O comportamento espacial das dunas frontais quanto à moda, diâmetro médio e curtose da distribuição granulométrica é semelhante ao de suas respectivas áreas fontes praias. Pode-se dividir as dunas frontais em dois conjuntos diferentes, com base nos resultados das análises granulométricas. As dunas frontais de granulometria mais grossa situam-se em São Pedro de Moel (17 km) e nos trechos entre Hospital e Quiaios (60 a 79 km) e entre Esmoriz e Porto (189 a 210 km). Nestes locais, observa-se aumento na porcentagem de areia média mais areia grossa e da curtose (ϕ) e diminuição da porcentagem de areia fina.

O comportamento espacial do desvio padrão nas dunas frontais do trecho entre Nazaré e Porto é marcado por suave diminuição para norte, dentro do estreito intervalo entre 0,3 a 0,6 ϕ . O desvio padrão das dunas frontais é determinado essencialmente pela seletividade do agente transportador (vento), sendo escassa a correlação com o mesmos parâmetro nas respectivas áreas fontes praias.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- CARVALHO, G.S. 1988. Research on the coastal zone of Minho, NW Portugal. *J. Coastal Research*, 3: 53-55.
- DIAS, J.M.A.; BOSKI, T.; RODRIGUES, A.; MAGALHÃES, F. 2000. Coastal line evolution in since the Last Glacial Maximum until present – a synthesis. *Marine Geology*, 170 (2000): 177-186
- GRANJA, H.M. & CARVALHO, G.S. 1994. How can the Holocene help to understand coastal zone evolution? (The example of the NW coastal zone of Portugal). In: *INTERN. SYMP. EUROCOAST, 2 - LITTORAL 94*, Lisboa, 1994. *Proceedings...* Lisboa, Eurocoast, v.1, p.149-167.
- McLAREN, P. & BOWLES, D. 1985. The effects of sediment transport on grain-size distributions. *J.Sediment. Petrol.*, 55(4):457-470.

RIBEIRO, A.; CONDE, L.; MONTEIRO, J. 1979. Carta Tectônica de Portugal. Lisboa, Serviços Geológicos. Mapa 1:1.000.000.