

O BALANÇO DE SEDIMENTAÇÃO EM CORREDORES DE DEFLAÇÃO NA DUNA FRONTAL DE QUIAIOS, COSTINHA E TOCHA

ANTÓNIO CAMPAR DE ALMEIDA *

1. Introdução

Uma das consequências da massificação do uso das nossas praias e da ocupação de uma frente de mar cada vez mais alargada por habitações, é a proliferação de passagens pedonais sobre a duna frontal, de que resulta uma rede de corredores onde praticamente toda a vegetação é destruída. Estas lacunas vegetativas oferecem condições ideais para a actuação do vento, no seu transporte de areias através da duna frontal. Criam-se, assim, corredores de deflação a partir dos iniciais corredores de pisoteio.

A evolução morfológica destas geoformas é distinta consoante a sua exposição. Por simples observação se verifica que é no cimo e no flanco exposto ao mar que estes corredores são mais profundos e assim tendem a manter-se. No flanco exposto ao interior conservam-se, em regra, quase ao nível das superfícies laterais arenosas vegetadas. É também comum que a crista da duna frontal, sobre estes corredores, inflicta para o interior, em curvatura côncava para o litoral, sinal de que aqui a duna está a migrar para o interior.

É conhecido que junto à nossa costa ocidental os ventos dos quadrantes do mar são mais frequentes – as rosas anemoscópicas assim o

* Centro de Estudos Geográficos, Universidade de Coimbra.

mostram – e mais eficazes no transporte de areias. De qualquer modo, foi com o objectivo de entendermos como se processa a movimentação das areias ao longo destes corredores, tendo em conta a actuação dos ventos dos diferentes rumos, que foi encetado um trabalho de medida sistemática dos perfis transversais de alguns corredores, nas praias de Quiaios, Costinha e Tocha, durante o Inverno e Primavera de 3 anos seguidos (1996/97 a 1998/99). O levantamento de campo foi efectuado por alunos da disciplina de Seminário em Geografia Física ¹.

2. Metodologia

Em cada praia foram escolhidos três corredores, ao lado dos quais se espetaram na areia seis estacas, salientes cinco centímetros, alinhadas duas a duas, e que serviriam de base ao traçado de três perfis transversais, junto à base, ao centro e ao topo. Os perfis foram levantados tendo como referência um cordão esticado entre cada par de estacas e sob pontos previamente assinalados naquele e equidistantes meio metro. Era medida a distância vertical entre o cordão e o fundo do corredor. A periodicidade foi mensal, por norma coincidente com uma das marés vivas. Um dos corredores de cada praia foi preenchido com pequenos ramos de acácia, com 30 a 40 cm, no máximo, de altura.

Estes dados foram complementados com a informação da velocidade geral e rumo diário dos ventos, indicados pela Meteorologia para o litoral centro do país. A precipitação diária, também referente aos períodos considerados, foi obtida no Instituto Geofísico da Universidade de Coimbra, por não nos terem sido fornecidos atempadamente pelo Instituto de Meteorologia, os mesmos elementos do Posto Meteorológico das Dunas de Mira, aquele que decerto estaria mais de acordo com as condições verificadas nos pontos de estudo. De qualquer modo, em face dos objectivos pretendidos, os valores registados em Coimbra, salvaguardado o facto de serem cerca de 10% superiores aos do litoral, são um bom indicador para o que se teria aí passado a cerca de 40 km e nos mesmos dias.

¹ Aqui fica expresso o agradecimento aos ex-alunos de Geografia, dos quais foram utilizados os dados por si obtidos: Maria João Guerra Galvão, Sónia Cristina Pereira Oliveira, Marta Diogo e Vítor Manuel Dias Moreira.

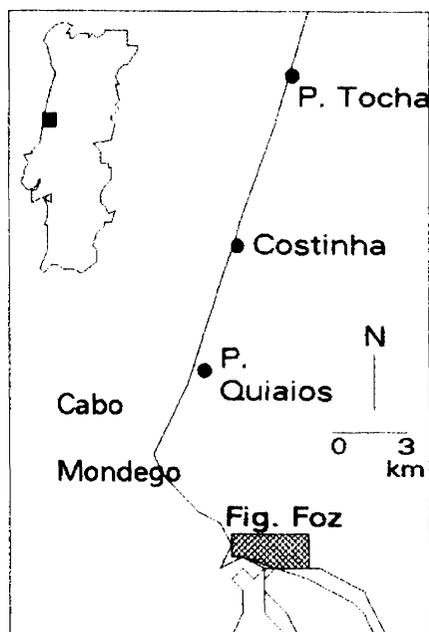


Fig. 1 – Localização das praias objecto de análise

3. Análise dos dados

Os perfis transversais traçados, foram comparados mês a mês para se reconhecer os pontos onde houve estabilidade, acumulação ou erosão de areia. Não se entrou em consideração com as alterações de menos de 5 cm, por serem valores eventualmente alcançados quando as areias são pisoteadas por uma pessoa.

As séries diárias de registos de vento referentes aos intervalos entre cada medição de campo, foram tratadas de modo a considerarem-se apenas os ventos eficazes, ou seja aqueles capazes de fazerem movimentar as areias. Neste caso, excluíram-se os dias com vento de velocidade inferior a 15 km/h, já que empiricamente se tem verificado que só a partir dos 15-16 km/h (a metro e meio de altura) estas areias entram em movimento ².

² Em trabalho elaborado nesta mesma área, L. Noivo (1996) usou o valor de 2,6 m/s (cerca de 9,4 km/h) como velocidade limiar de deslocação das areias, na sua tentativa de calcular o transporte potencial de areias pelo vento. Em contrapartida, Davidson-Arnott e Law (1990) tomaram o valor de 19 km/h (medido a 10 m de altura, mas com semelhante valor a 1,5 m) para o mesmo limiar.

Atendendo à variabilidade de rumos que o vento normalmente apresentou ao longo de cada um dos períodos, tiveram de ser ponderados, calculando-se a sua resultante, em função da frequência e da velocidade. Porém, vários problemas podem ser levantados:

- a) os dados disponíveis não permitem saber quantas horas do dia o vento esteve a soprar à velocidade que é indicada, podendo haver grandes diferenças entre os dias, apesar de se considerar a mesma frequência;
- b) na velocidade, essa ponderação poderia ser mais fácil se se pudesse usar uma das várias fórmulas existentes para o cálculo do grau de transporte de areia e onde ao aumento de velocidade corresponde um aumento exponencial do transporte, mas não estão disponíveis medidas de factores indispensáveis, como a velocidade tangencial – as mais simples talvez sejam as de BAGNOLD (1941) e de HORIKAWA e SHEN (1960);
- c) é bastante improvável que o resultado do transporte de areias efectuado por um vento de determinado quadrante seja o mesmo que o de ventos variados mas cuja resultante seja igual ao anterior.

A humidade das areias é um factor que tem sido considerado como limitante ao início do seu movimento, aumentando-lhe, portanto, a sua velocidade tangencial limite. Hotta *et al.* (1984, referidos por SHERMAN e Hotta, 1990) consideram que se deve somar o valor de 7,5 vezes a humidade relativa (entre 0 e 8%) à velocidade tangencial limite, o que faria aumentar esta consideravelmente. No entanto, SARRE (1988, também referido pelos mesmos autores), baseado em medidas de campo, concluiu que a humidade, para valores até 14%, não tem qualquer influência na quantidade de areia transportada.

Seja como for, quando se regista chuva acompanhada por vento, a areia movimenta-se graças ao efeito do *splash* que, ao levantar a areia ao ar, facilita o seu transporte pelo vento a certa distância. Verifica-se nestas situações a formação de pequenas e alongadas acumulações de areia atrás de qualquer obstáculo, e mesmo areia agarrada às folhas das plantas da duna frontal que acaba por cair quando seca.

Se continuar a soprar o vento sem chuva, ao fim de pouco tempo a evaporação forçada que provoca à superfície das areias acaba por libertar a camada mais superficial, que pode entrar em movimento. Em condições como estas, verificou-se que acima de 35 km/h o vento põe em movimento areias previamente humedecidas pela chuva. GOLDSMITH, ROSEN e

GERTNER (1990) ao confirmarem que durante e após uma chuvada, com vento a 50 km/h, a quantidade de areia transportada era a mesma, vão mais longe e afirmam que «parece que o efeito da humidade no decréscimo do transporte de areia é insignificante» (p. 92).

Ensaiou-se, portanto, para além do cálculo da resultante dos ventos totais, acima dos 15 km/h, também a resultante dos ventos dos dias chuvosos, com velocidade acima de 35km/h, mais os ventos dos dias secos acima de 15 km/h, como mais uma tentativa de perseguir as condições que melhor respondessem aos resultados obtidos no balanço sedimentar. Salvo poucos casos, as duas resultantes são semelhantes.

4. Resultados

Se se exceptuar os corredores onde foram colocados ramos de acácia em que a deposição foi mais ou menos constante, pelo menos enquanto persistiram as folhas, os outros corredores nem sempre tiveram um comportamento sedimentar análogo nos mesmos períodos, o que seria de supor se o único factor interveniente no balanço sedimentar fosse o vento. Como tal, e afim de retirar a influência de factores complementares e concorrentes com os do vento – como a morfologia da duna lateral aos corredores, o desaparecimento ou aumento de vegetação na envolvente, etc. – seleccionaram-se apenas as datas em que o balanço foi semelhantes em todos os corredores.

Podem salientar-se cinco rumos (como resultantes, reitera-se) cujo balanço sedimentar parece responder a um determinado padrão: os quatro cardeais e o Sudoeste (Fig. 2). Curiosamente, o de Noroeste, vento dominante na nossa costa ocidental, parece não ter grande papel neste fenómeno analisado. Está-se em crer que se as observações se tivessem prolongado pelo Verão, então a grande preponderância deste vento determinaria um qualquer padrão próprio de sedimentação/deflação.

Com o vento resultante do quadrante Norte, não se verificou alteração significativa; apenas num dos corredores houve alguma acumulação ao centro do lado Norte. A grande diversificação da proveniência do vento, com o vento de Este a contrariar o efeito dos ventos da praia, e a sua fraca velocidade média, talvez expliquem a quase inexistente alteração dos perfis.

Quando o vento resultante foi do quadrante Este, verificou-se alguma acumulação na base ocidental do corredor, apesar da fraca velocidade média dos ventos. A frequência dominante do vento do interior, não obstante a maior dificuldade de transporte, e a posição relativamente

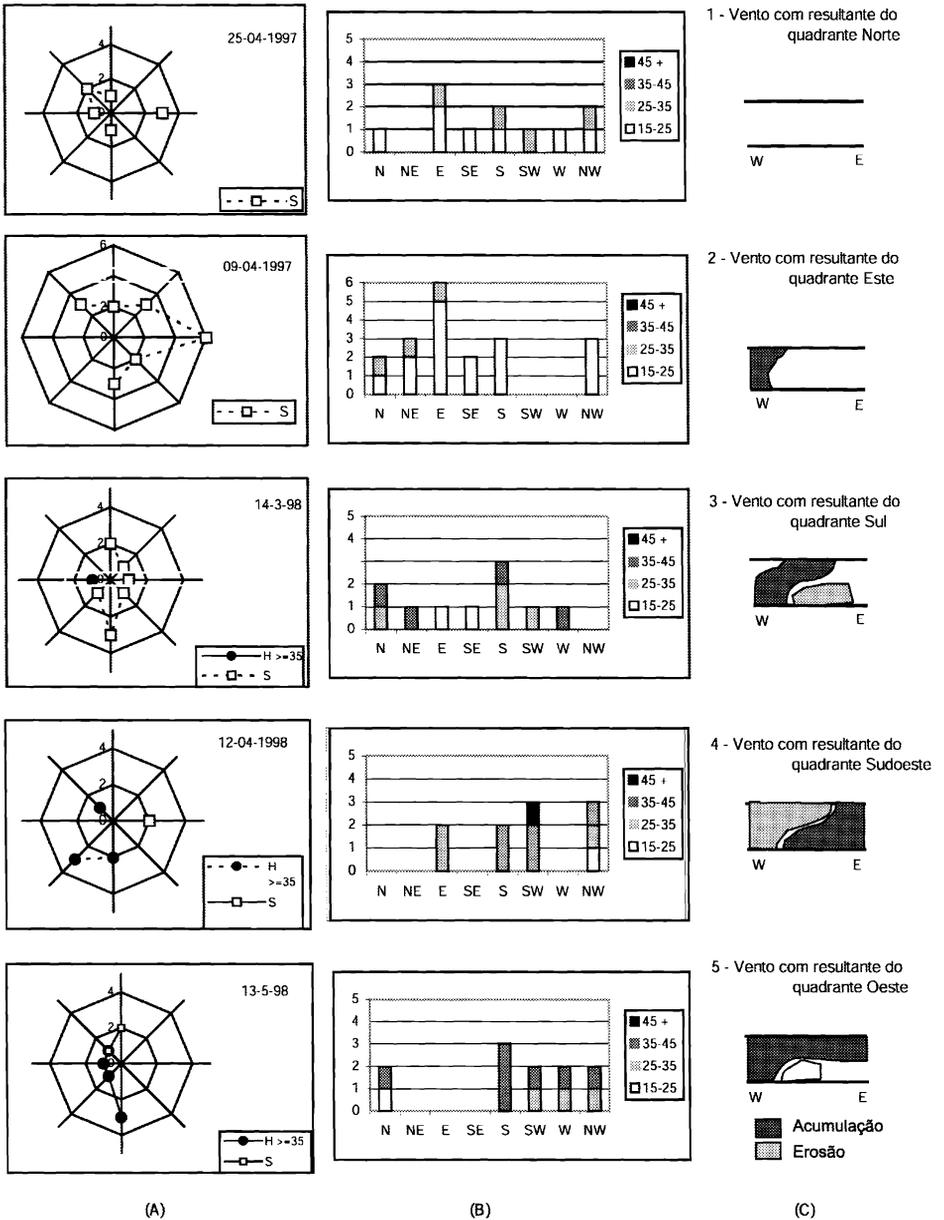


Fig. 2 – Distribuição dos ventos e efeitos sobre os corredores. (A) – Rosas anemoscópicas dos dias secos ($v > 15$ km/h) e húmidos ($v > 35$ km/h); (B) – Distribuição dos ventos eficazes, por classes de velocidade; (C) – Balanço de sedimentação nos corredores.

abrigada da base do corredor, podem ser motivos para explicar aquela deposição, mas também a estabilidade do restante corredor.

Com vento resultante do quadrante Sul, registou-se uma acumulação numa língua que vai da base Sul até ao centro Norte e erosão no interior Sul. Uma grande variabilidade de ventos, muitos em oposição, e a não existência de um vento nitidamente dominante, parecem estar na origem deste balanço sedimentar. De qualquer modo, é estranha a erosão na base abrigada dos ventos mais frequentes.

Quando a resultante dos ventos foi de Sudoeste, os corredores sofreram uma erosão no sector Noroeste e uma deposição no sector oposto. O domínio e a ocorrência de ventos fortes de Sudoeste parece terem determinado a erosão do sector mais exposto e a correspondente deposição no sector mais abrigado.

Com resultante dos ventos de Oeste verificou-se acumulação nos sectores litoral e Norte dos corredores e erosão no centro Sul. Há um domínio de ventos moderados do lado da praia que poderiam levar à erosão, pelo menos do sector litoral dos corredores, mas a importante frequência de ventos relativamente fortes de Sul parece terem favorecido a deposição tão extensa naqueles.

5. Conclusão

A primeira conclusão a tirar é que o método utilizado não será o mais adaptado ao entendimento da aerodinâmica dos corredores de deflação e ao correspondente balanço sedimentar de areias. O elevado número de dias com ventos a soprares de diferentes rumos e a distintas velocidades introduzem efeitos enviesados, com comportamentos de previsão difícil e, portanto, a complicarem o eventual estabelecimento, com algum grau de certeza, de padrões de sedimentação atribuíveis a cada rumo. Sem dúvida que, quanto a este aspecto, se terá de pensar em medições de curto período de tempo e respeitantes apenas a cada um dos rumos.

Em todo o caso, parece poder concluir-se que com ventos fracos ou moderados, abaixo de 35 km/h, e em especial perpendiculares aos corredores, a erosão e acumulação de areias nesses corredores não é significativa. Já quando sopram ventos com velocidades moderadas a fortes, o seu efeito é nítido e aparentemente duradouro, em particular se vierem da praia. Este facto vem corroborar os teorizadores deste fenómeno, para os quais a capacidade de transporte de areias pelo vento é directamente proporcional ao quadrado ou ao cubo da diferença de velocidade à velocidade tangencial limite. Ou seja, os ventos fortes são determinantes no balanço final.

Outra conclusão a retirar é a da importância da forma do corredor e das suas margens, assim como do tipo de cobertura vegetal destas, na determinação dos particularismos sedimentares que parecem estar subjacentes aos desvios aos modelos que vêm sendo apresentados na bibliografia especializada. É mais uma preocupação a não ser descurada em futuras análises de terreno.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- BAGNOLD, R. (1941) – *The Physics of Blown Sands and Desert Dunes*. Chapman & Hall, London, 265 p.
- DAVIDSON-ARNOTT, R. G. D. e LAW, M. N. (1990) – Seasonal patterns and controls on sediment supply to coastal foredunes, Long Point, Lake Erie. In K. Nordstrom, N. Psuty, B. Carter (ed.) – *Coastal Dunes. Form and Process*, John Wiley & Sons, Chichester, pp. 177-200.
- GOLDSMITH, V., ROSEN, P. e GERTNER, Y. (1990) – Eolian transport measurements, winds, and comparison with theoretical transport in Israeli coastal dunes. In K. Nordstrom, N. Psuty, B. Carter (ed.) – *Coastal Dunes. Form and Process*, John Wiley & Sons, Chichester, pp. 79-101.
- HORIKAWA, K. e SHEN, W. (1960) – *Sand movement by wind action (on the characteristics of sand traps)*. US Army Corps of Engineers, BEB Technical Memo. nº 119.
- HOTTA, S., KUBOTA, S., KATORI, S. e HORIKAWA, K. (1984) – Sand transport by wind on a wet sand beach. *Proc. 19th Coast. Eng. Conf., ASCE*, 1265-1281.
- NOIVO, Luís M. S. (1996) – *Morfologia e dinâmica sedimentar das Dunas de Quiaios, Portugal*. Universidade de Aveiro, 172 p. (tese de mestrado).
- SARRE, R. (1988) – Evaluation of aeolian sand transport equations using intertidal zone measurements, Saunton Sands, England. *Sedimentology*, 35, 671-679.
- SHERMAN, D. J. e HOTTA, S. (1990) – Aeolian sediment transport: theory and measurement. In K. Nordstrom, N. Psuty, B. Carter (ed.) – *Coastal Dunes. Form and Process*, John Wiley & Sons, Chichester, pp. 17-37.