

ANÁLISE DE RISCO DA OCUPAÇÃO DO ESPAÇO COSTEIRO SOBRE A DINÂMICA EÓLICA – O CASO DE UM HOTEL EM CAMOCIM, ESTADO DO CEARÁ

Risk analysis of a coastal space occupancy on wind-driven dynamics - the case of a hotel in Camocim, Ceará State

Alexandre Medeiros de Carvalho¹

RESUMO

Avaliou-se a ocupação de áreas costeiras no Estado do Ceará, em trechos com potencial risco eólico, baseando-se num caso real no município de Camocim. Métodos de processamento digital de imagens de satélite, compilação de dados climáticos, estudos de campo e ensaios em laboratório foram empregados, usando-se como principal ferramenta cálculos de potencial de formação de dunas (pdf). A construção de um empreendimento hoteleiro nessa área provocou a acumulação de sedimentos eólicos previamente em trânsito, e as técnicas utilizadas na tentativa de conter o fluxo eólico se mostraram de pouca ou nenhuma efetividade, agindo mais como potencializadoras da atividade eólica. Abordagens pontuais ou localizadas para conter o fluxo de sedimentos eólicos, mesmo sob bons critérios de estabilização embasados em técnicas vegetativas, podem não ser eficientes. Portanto, a contenção da ação dos ventos nesse tipo de área necessita abranger todo o sistema eólico, ressaltando as características do terreno, as peculiaridades dos trechos de linha de costa, seus distintos potenciais de formação de dunas e suas respectivas faixas de abrangência.

Palavras-chaves: análise de risco, atividade eólica, ocupação costeira, potencial de formação de dunas, Camocim.

SUMMARY

The occupation of coastal areas in Ceará State along stretches with potential wind risk, based on a real case off the municipality of Camocim was appraised. Methods such as digital processing of satellite images, weather data collection, field studies and laboratory testing have been employed, using as main tool the calculations of the potential dunes formation (pdf). The construction of a hotel project at this place led to the accumulation of eolian sediments previously moving, and the techniques later used in an attempt to stem the wind flow also showed little or no effectiveness, acting more like a wind-enhancing activity. Specific and localized approaches to stem the flow of eolian sediments, even under good stabilization criteria grounded in vegetative techniques, may not be effective. Therefore, the contention of action by the winds in such area needs to cover the entire eolian system, highlighting the characteristics of the terrain, the peculiarities of the stretches of coastline, its different potential dunes formation and their coverage ranges.

Keywords: risk analysis, wind activity, coastal occupation, potential for dune formation, Camocim.

¹ Doutor em Dinâmica Costeira, Instituto de Ciências do Mar, Av. da Abolição, 3207, Fortaleza, CE 60165-081.
E-mail: amcufc@gmail.com

INTRODUÇÃO

As pressões para ocupar regiões costeiras no estado do Ceará têm se intensificado nos últimos 20 anos, em muitos casos favorecidas pela presença de investidores estrangeiros e incentivos governamentais. Aliado a isso, a saturação das áreas mais próximas da capital tem deslocado esta procura por regiões mais distantes da capital, a exemplo da costa de Camocim.

Embora seja de conhecimento geral que as áreas ao longo da costa cearense são amplamente trabalhadas pela atividade eólica, esse aspecto, muitas vezes, não é bem avaliado ou ponderado no momento da escolha do local ou durante a elaboração de projetos para sua ocupação.

Em muitos casos essa deficiência se deve à dificuldade de se identificar dunas ou transporte eólico ao longo de alguns trechos próximos a praia e/ou na planície de deflação que exibam aspecto ameaçador. Normalmente isso só é bem percebido quando grandes campos de dunas estão em pleno deslocamento sobre áreas ocupadas por povoadamentos. Dessa forma, inadvertidamente os investidores se iludem pela aparente calma de uma área plana e rija, exibindo apenas rara presença de pequenos montículos e finos lençóis de areia. Aparentemente, nessas áreas os sedimentos são trabalhados pelo vento e se dispersam para irem finalmente se acumularem ou alimentarem os grandes campos de dunas compostas posicionadas distantes da linha de costa. Isso causa a falsa percepção de que os sedimentos e o vento não são suficientes para causarem danos.

Nesse processo são ignorados os diferentes potenciais de transporte eólico apresentados pelos distintos segmentos de linha de costa, moldados que são sob a forma de espirais, configurando o estilo *headland-bay beach*. Portanto, o potencial de transporte eólico obedece ou é influenciado pelo posicionamento desses segmentos em relação à direção efetiva do vento. Isso leva a uma linha de pensamento

em que os estudos da morfogênese eólica têm seguido a tese de que o controle da geração e da evolução dos depósitos eólicos é, em grande parte, exercido pela relação entre o ângulo formado pelo sentido do vetor de transporte eólico e a orientação dos segmentos de linha de costa (e.g., Goldsmith, 1985; Kokurek *et al.*, 1991; CERC, 1998; Carvalho & Dominguez, 2000; Bauer & Davison-Arnott, 2002; Carvalho, 2003).

Como consequência desses eventos, são desenvolvidos trechos com maior ou menor transporte eólico ao longo de uma mesma região com características físicas semelhantes. Desse modo, a escolha e a conseqüente ocupação com a construção de empreendimentos não raramente provoca a acumulação de areias a barlavento desses equipamentos, potencializando a formação de dunas que, muitas vezes, podem inviabilizar os investimentos aplicados.

Este trabalho, portanto, objetivou avaliar uma situação real desse tipo de interferência humana numa área com tais características no município de Camocim-Ce, onde os princípios aqui aludidos não foram seguidos. A área estudada corresponde a uma faixa costeira do entorno do Empreendimento Boa Vista, inserido nas coordenadas 290067E 9683353N e 290559E 9683090N (Figura 1), localizado a cerca de 9 km do centro da cidade de Camocim, Estado do Ceará.

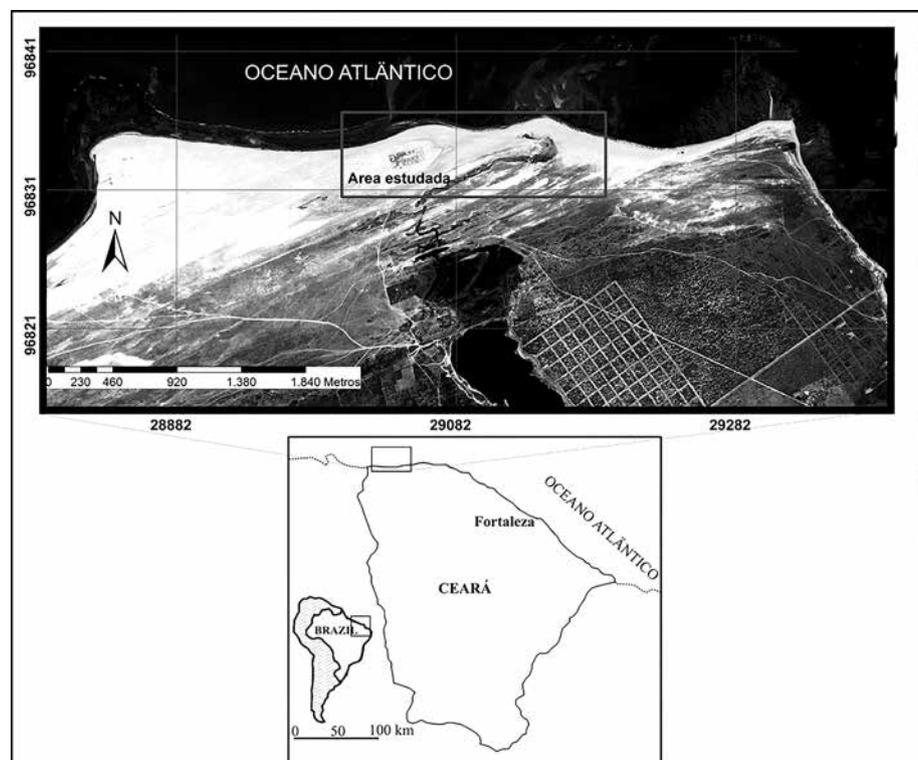


Figura 1 - Área de estudo, localizada a norte da cidade de Camocim, Ceará.

METODOLOGIA

Esse trabalho foi baseado no estudo e processamento digital de imagens de satélite, compilação de dados climáticos, trabalhos em campo e ensaios em laboratório.

Na etapa que envolveu sensoriamento remoto foram tratadas e geo-referenciadas imagens de satélite multi-temporais e delimitadas as distintas unidades e os registros da dinâmica costeira recente.

Desse processo foram extraídas informações acerca das características geológicas e geomorfológicas da área estudada, além de parâmetros relativos à velocidade de migração e ao vetor de deslocamento das dunas na região. Neste caso utilizou-se de medidas indiretas obtidas sobre as marcas de migração das dunas.

Os trabalhos dessa etapa também auxiliaram na caracterização da cobertura vegetal, na delimitação da drenagem no entorno da área alvo e na definição da geometria da linha de costa.

Os dados compilados corresponderam às médias históricas de pluviometria e de velocidade e direção dos ventos, associados às medições realizadas ao longo da costa noroeste do estado do Ceará.

No campo foram medidas as direções dos ventos e avaliada qualitativamente a granulometria das coberturas sedimentares. Também foram localizados e checados os diversos pontos de instabilidade e identificados os agentes e os processos responsá-

veis pelos mesmos, além de terem sido cheçadas as informações adquiridas nas etapas anteriores.

Nos ensaios em laboratório, foram analisadas as amostras de praia e os sedimentos eólicos a fim de auxiliarem na avaliação das características dos materiais disponíveis na fonte de sedimentos e na determinação da capacidade de transporte eólico.

Na etapa de gabinete foram elaborados mapas temáticos, realizados cálculos de transporte eólico, envolvendo o potencial de transporte eólico e *potencial de formação de dunas (pdf)* para os distintos trechos litorâneos com possibilidade de provocar influência sobre a área do empreendimento.

Para se determinar o valor do *pdf* que representa a capacidade que o vento apresenta para formar dunas em determinado trecho da costa, dividiu-se a área estudada em sete trechos (Figura 2) cuja extensão individual foi definida pela homogeneidade relativa à posição espacial de cada trecho.

De posse dos azimutes de cada trecho de linha de costa e do vetor de transporte eólico, calculou-se o *potencial de formação de dunas (Pdf)*, utilizando-se a relação entre a direção do vetor resultante das direções dos ventos com a posição ou azimute de cada trecho de linha de costa. Esta relação é sintetizada pela equação ($Pdf = qt.\text{sen } \alpha$), onde $\alpha = \phi - \beta$, sendo que ϕ é o azimute da linha de costa e β é a direção predominante dos ventos ou o vetor das direções dos ventos (Figuras 2 e 3).

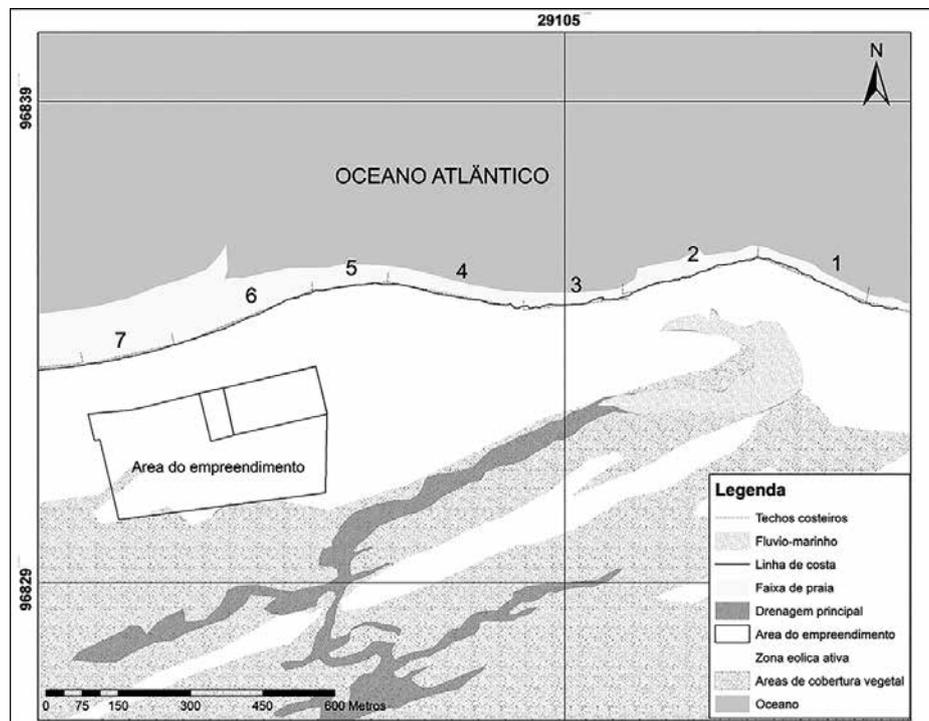


Figura 2 - Individualização dos trechos da linha de costa, com medidas dos respectivos azimutes e discriminação do vetor resultante da direção dos ventos.

O fator q_t corresponde à equação $q_t = 0,0019(U1m)^{2,255}$, e é definido como o *potencial de transporte eólico* obtido a partir de processo de regressão não linear, utilizando-se séries de dados de transporte eólico medidos concomitantemente às velocidades de vento, onde $U1m$ é o valor da velocidade do vento medido a um metro de altura em relação a superfície do terreno. Para se chegar a essa equação, utilizou-se um banco de dados formado por diversas medidas realizadas ao longo da costa cearense.

O potencial de formação de dunas é, portanto, uma expressão que corrige os valores calculados para o *potencial de transporte eólico* com base na relação entre os azimutes das posições dos trechos de linha de costa e do vetor das direções dos ventos efetivos (Figura 3).

Posteriormente foram confrontados os diferentes dados e informações visando a caracterização da dinâmica morfogenética e sua interação com a área do empreendimento.

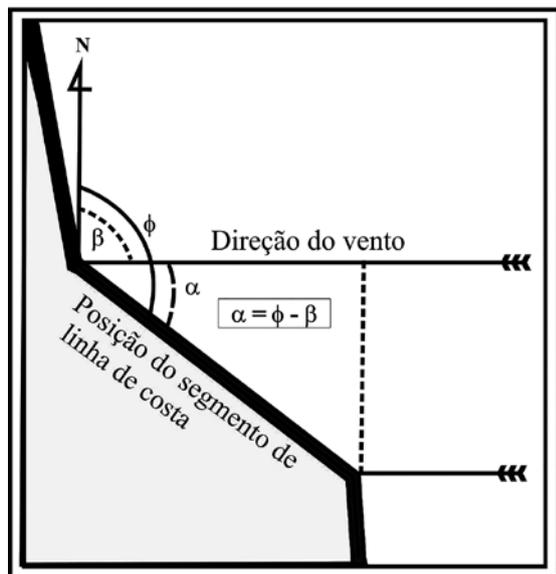


Figura 3 - Síntese da relação entre a direção dos ventos efetivos e a posição dos trechos da linha de costa (fonte: Carvalho, 2003).

CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA ESTUDADA

Condições climáticas

As condições do clima, ventos e ondas na região mantêm uma estreita relação com o processo de deslocamento ou migração da Zona de Convergência Intertropical (ZCIT) e com as condições meteorológicas no Hemisfério Norte, segundo demonstrado por CLIVAR/BRASIL(1998).

Esta zona se desloca mais para o norte durante o inverno austral (entre agosto a outubro) e mais para sul, durante o verão austral (março a abril). Sua faixa de movimentação é marcada pela convergência dos ventos alísios de nordeste e de sudeste. Durante os meses de dezembro a abril, a ZCIT desloca-se no sentido meridional, quando é caracterizada a estação de chuvas na região. Nesse período é frequente a presença dos alísios de E, que atingem a costa formando um ângulo oblíquo a mesma.

De julho a novembro a ZCIT se desloca gradativamente para o norte, se afastando do Equador, quando as chuvas começam a diminuir até caracterizar-se o período de estiagem. Ao mesmo tempo os alísios de ENE se tornam mais efetivos, aumentando significativamente sua predominância em relação às demais direções de vento. Isso gera uma correlação inversa entre pluviometria e vento, onde os períodos de estiagem associam-se a ventos mais efetivos, contrariamente ao que ocorre nos períodos de maior pluviometria.

Na área estudada, os ventos responsáveis pelo transporte sedimentar são os alísios de ENE, com direção predominante de 65Az, seguidos pelos de E. As velocidades variam de 3,40 m/s a 9,57 m/s, e com média de 7,00 m/s.

Sedimentologia

A área estudada é constituída por coberturas quaternárias, distribuídas entre depósitos eólicos, praias, fluviais e flúvio-marinhos.

Na faixa de praia dominam sedimentos de granulação média, fina e grossa. No período estudado, os sedimentos grossos predominaram em pequeno percentual em relação aos médios e finos. Nas dunas, essa relação se inverte embora em alguns trechos a presença de areia grossa seja predominante.

No curso fluvial (Figura 4), a variação dos tipos de sedimentos é definida pela ação transportadora do vento, creditando a esse sistema uma semelhança granulométrica com os eólicos, embora haja pequenas concentrações de depósitos argilosos.

A porção flúvio-marinha, identificada na área estudada, também é fortemente influenciada pela atividade eólica, sendo incipiente a presença de argila com conteúdo orgânico típico de ambiente estuarino com desenvolvimento de mangue. Entre os sedimentos nesse ambiente predominam as areias finas a médias.

Geomorfologia

A morfologia da área estudada é dominada por formas eólicas deposicionais e erosivas. São co-

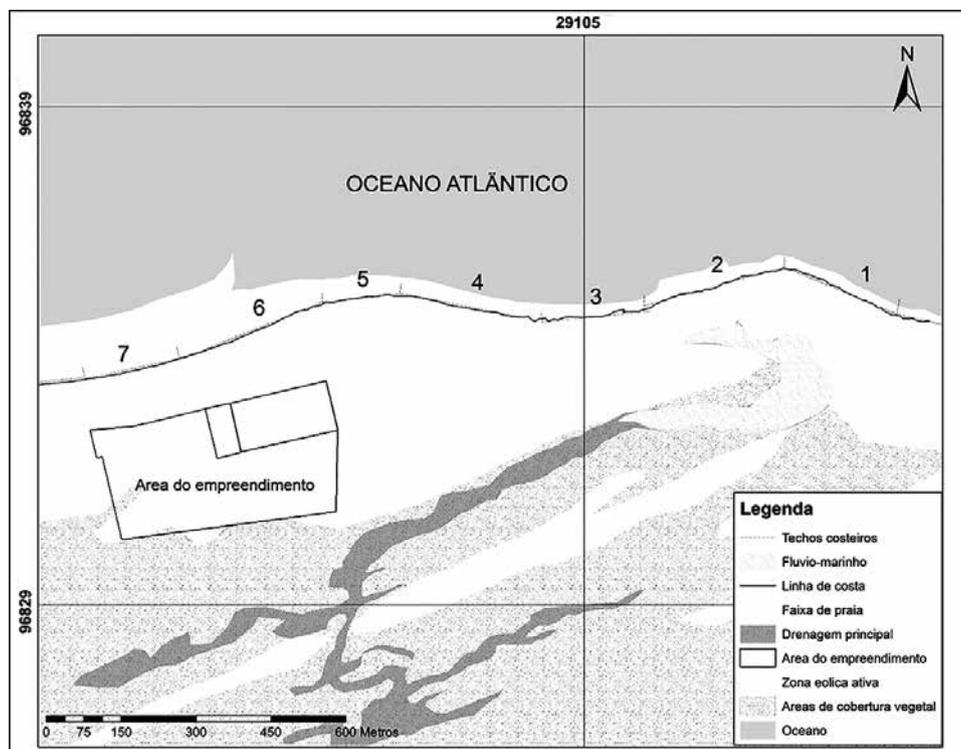


Figura 4 - Morfologia da área estudada. Destaque para a seqüência de espirais com suas divisões de trechos da linha de costa.

berturas ligeiramente onduladas e baixas, típicas de uma faixa de passagem de sedimentos, onde uma grande área do terreno é moldada em pequenas formas de leito do tipo lençol de areia, muitas delas fixadas por vegetação. Além dessa, persiste uma ampla faixa de cobertura eólica móvel, igualmente constituída por formas baixas, variando de poucas dezenas de centímetros a poucos metros; também predominando os pequenos lençóis de areia, mas também são observadas formas do tipo string (cordão de sapato) igualmente de pequenas dimensões (Figura 4).

As formas erosivas em geral são representadas por *blow-outs* de portes variados, normalmente relacionados a processos antropogênicos, a exemplo de desmatamentos para a instalação de loteamentos, circulação de veículos de tração, abertura de vias de acesso e atividade de pastoreio, entre outras.

As lagoas existentes na região geralmente são efêmeras e do tipo interdunar, enquanto os ambientes fluviais e flúvio-marinhos estão relacionados a um mesmo sistema de drenagem (Fig. 4) correspondendo uma lagoa denominada Lago Seco, cuja formação se deve ao barramento do fluxo de um pequeno curso d'água pela ação do vento.

As praias são planas e amplas variando de 50 a 150m de largura. Caracterizam-se como dissipa-

tivas a intermediárias multi-barradas, com eventual presença de ritmicidades.

A geometria litorânea pode ser enquadrada no modelo de *crenulate-shaped bays* de Silvester (1960 e 1970); Silvester & Ho (1972) e Hsu *et al* (1989) ou de *headland-bay beach* de Yasso (1965). Neste contexto, a área de entorno do empreendimento está inserida numa seqüência de três espirais posicionados entre dois protopromontórios.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Dinâmica fluvial e flúvio-marinha

O único curso fluvial existente na área de entorno do empreendimento está disposto paralelamente à direção dos ventos e se divide em dois ramos principais interligados por um pequeno trecho que segue no sentido do interior para a praia e se curva na direção SE-NW e depois SW-NE (Figura 4).

Durante os períodos de elevada pluviometria esse curso fluvial promove a elevação do nível do lençol freático, atuando na humificação do terreno. Esse processo auxilia na fixação dos depósitos transportados pelo vento e na contenção de grande parte desse transporte eólico. Mesmo após o período das chuvas na região há uma tendência de manutenção de parte do volume do curso d'água prove-

niente da lagoa denominada de Lago Seco formada pelo barramento do fluxo fluvial provocado pela atividade eólica. Atualmente esse barramento foi ampliado artificialmente para manter um maior volume de água na referida lagoa, o que pode ter contribuído para o rebaixamento do lençol freático próximo a desembocadura do riacho do Lago Seco durante o período de estiagem.

Numa faixa dessa desembocadura se desenvolveu um ambiente estuarino onde localmente se identifica o desenvolvimento de um pequeno ambiente de mangue. A presença desse ambiente, conforme se observa pela deposição eólica a barlavento do mesmo, tem atuado no sentido de dificultar o transporte eólico, entretanto, o represamento da água do rio e a interrupção do acesso da maré ao continente têm promovido a paulatina destruição do ambiente de mangue, o que reduz sua capacidade de amortecer o transporte eólico nesse trecho da costa.

Dinâmica eólica

O empreendimento está situado numa faixa de terra submetida a um histórico de intensa atividade dos ventos associada a uma sazonalidade da pluviometria. Esse processo combina baixa umidade com alta velocidade dos ventos, tendo sido ao longo do tempo responsável pelo desenvolvimento de extensos campos de dunas a jusante dessa área. Aliado a isso existe uma contínua presença de sedimentos na face de praia com granulometria compatível com o transporte eólico e disponível para a excelente ação seletora e transportadora dos ventos no local.

Além desses aspectos, o caráter de vetor unidirecional de transporte eólico, associado à geometria em forma de espiral apresentada pela linha de costa tem propiciado a divisão do terreno em distintos setores de transporte eólico. Este tipo de geometria, na região, segundo Carvalho (2003), pode ser dividido em duas partes ou segmentos principais quanto ao aspecto do transporte eólico (Figura 5).

O primeiro segmento, aquele de maior curvatura, corresponde à porção imediatamente a sotamar dos promontórios e é caracterizada principalmente pelo transporte eólico no sentido do interior para a praia (zona de *bypass* eólico). O segundo segmento, de menor curvatura e mais amplo, abrange do final do segmento anterior ao início do promontório seguinte, sendo caracterizado pela saída de sedimentos da praia para o continente (Figura 5).

Na área estudada, esse caráter faz com que as dunas ou sedimentos eólicos descrevam uma faixa de migração bem característica para todos os trechos demarcados dessa morfologia no sentido de ENE para WSW. Os valores de migração para as dunas na região de Camocim variam na faixa de 8,0 - 15,0 m/ano, dependendo das dimensões das dunas e das condições do terreno, produzindo em média uma velocidade de migração em torno de 12,6 m/ano.

Para Carvalho (2003), o transporte eólico nas costas em forma de espiral começa com um trecho de transporte paralelo a sub-paralelo a linha de costa, seguido por outro onde o vento começa a retirar os sedimentos da praia rumo ao interior do continente. Em seguida ocorre o trecho de franco transporte eó-

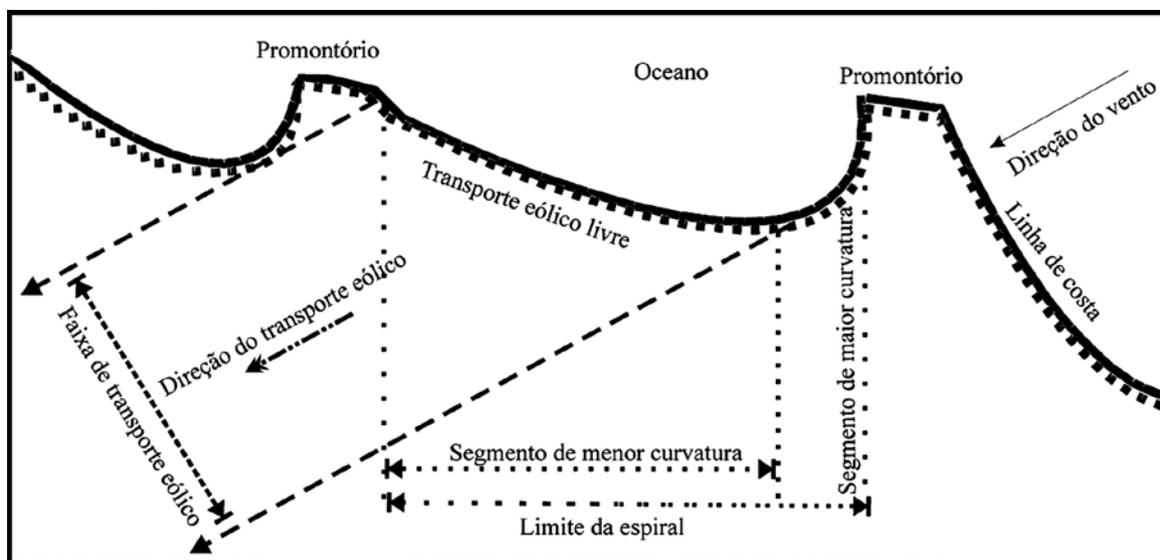


Figura 5 - Modelo de fisiografia costeira em espiral, mostrando a faixa de transporte eólico e os segmentos da espiral (fonte: Carvalho, 2003).

lico da praia para o interior do continente (Fig. 5). A repetição desse processo a partir do promontório seguinte define uma faixa de transporte eólico específica para cada trecho da espiral conforme as variações na posição da linha de costa.

Na área estudada, o potencial de formação de dunas foi calculado para os sete distintos trechos das espirais verificadas no local, obtendo-se os seguintes resultados: valor de 11.406,89 m³/m/ano para o trecho 1; 2.593,68 m³/m/ano para o trecho 2; 4.261,96 m³/m/ano para o trecho 3; 11.162,20 m³/m/ano para o trecho 4; 3.039,29 m³/m/ano para o trecho 5; 1.357,55 m³/m/ano para o trecho 6; e 2.783,43 m³/m/ano para o trecho 7 (Tabela I). Desses sete trechos somente nos cinco primeiros os sedimentos transportados pelo vento se deslocam em direção a área do empreendimento (Figura 6).

Tabela I - Potencial de formação de dunas (pdf) para trechos da linha de costa de Camocim - Ceará.

Trecho da linha de costa	Faixa de praia (m)	Pdf (m ³ /m/ano)
1	245,80	11.406,89
2	293,70	2.593,68
3	206,30	4.261,86
4	292,30	11.162,20
5	155,00	3.039,29
6	306,70	1.357,55
7	195,00	2.783,43

Partindo de SE para NW verifica-se que a área do empreendimento sofre a influência direta de uma faixa de praia de 122,42m, que corresponde a uma parte dos 245,80m de faixa de praia abrangida pelo trecho 1 (Tabela I; Figura 6). Isso corresponde a um pdf de 5.681,17 m³/m/ano de sedimentos que se deslocam para a porção sul da área do empreendimento.

A faixa de migração dos sedimentos oriundos desse trecho 1 atinge uma área de 0,997 hectares do empreendimento (Tabela II; Figura 6), mas não afeta a parte construída do mesmo. Ao longo desse trecho, a porção de terra a barlavento do empreendimento e que exerce influência sobre o mesmo, corresponde a uma área de 9,817 hectares onde há trânsito de sedimentos eólicos.

O trecho 2 confronta diretamente com a porção sul do empreendimento, fornecendo um vo-

Tabela II - Áreas envolvidas pela atividade de ventos de ENE e sua área de estabilização, em Camocim - Ceará.

Trecho da linha de costa	Área total do empreendimento (ha)	Área construída do empreendimento (ha)	Área a barlavento (ha)
1	0,997	0	9,817
2	1,594	0	3,532
3	5,700	0,305	3,490
4	5,349	1,707	7,362
5	0,016	0	0,763
Total	13,656	2,012	24,964

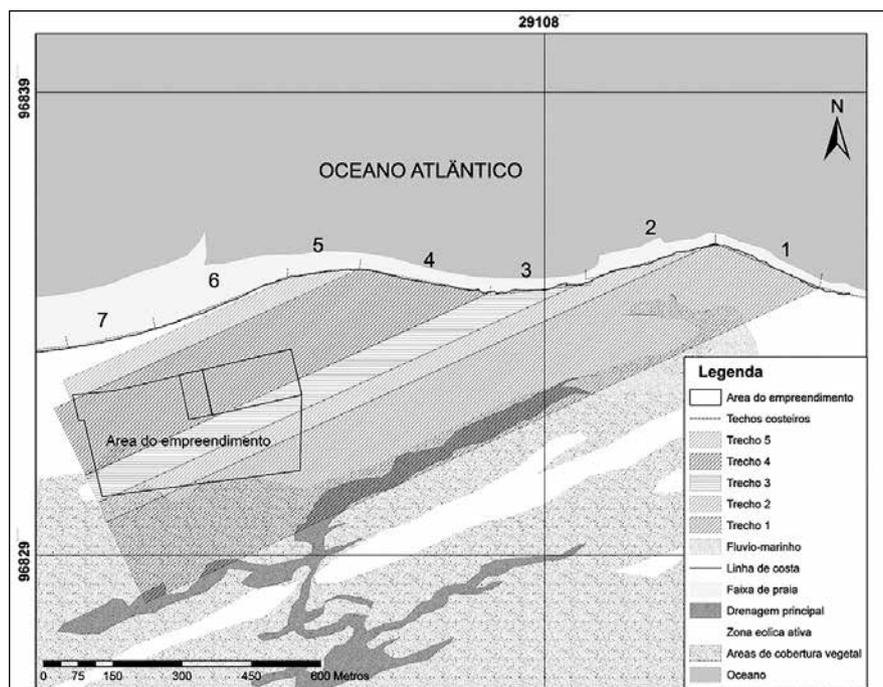


Figura 6 - Áreas envolvidas pela atividade eólica ao longo de cada trecho da linha de costa.

lume de sedimentos de 2.593,68 m³/m/ano, que migram sobre uma faixa de área construída equivalente a 1,594 hectares.

Os trechos 3 e 4 têm potencial para fornecer, respectivamente, 4.261,96 m³/m/ano e 11.162,20 m³/m/ano de sedimentos, envolvendo tanto a maior porção construída, quanto a não construída da área do empreendimento. Essas faixas de terra somam 11,049 hectares de área do empreendimento, sendo 2,012 hectares de área construída; a área a barlavento desses trechos ocupados do terreno corresponde a 10,852 hectares (Tabela II) e é o terreno mais crítico quanto a capacidade do vento transportar sedimentos na direção do empreendimento.

O trecho 5 apresenta um potencial de formação de dunas (*Pdf*) de 3.039,29 m³/m/ano, atingindo uma área construída de 0,016 hectares do empreendimento. A área a barlavento, sobre a qual se deslocam os sedimentos com influência eólica direta sobre o empreendimento é de 0,763 hectares (Tabela II; Figura 6).

Interferências antropogênicas

Além dos aspectos relativos à ocupação e edificação desse terreno também foram identificadas outras interferências potencialmente desencadeadoras de processo de remobilização de sedimentos pelo vento. Entre essas se identificou a prática de uma intensa atividade de pastagem e pisoteio de animais ao longo de muitos trechos de superfície eólica já estabilizada por cobertura vegetal, mas onde se observam pequenos focos de remobilizações. Também se detectou o fluxo de veículos de tração que já tem produzido algumas faixas de instabilidade de coberturas eólicas, conseqüentemente, favorecendo a formação de áreas de deflação eólica. Embora estes fatos geralmente ocorram em trechos fora da área de influência do empreendimento em questão, os mesmos são direta ou indiretamente relevantes para estabilidade dessa área.

Também foram identificados procedimentos realizados com o objetivo de desviar o fluxo de sedimentos, a exemplo da instalação de telas a frente da

faixa de transporte eólico, a barlavento da área do empreendimento (Figura 7). Essas intervenções provocaram um desvio do fluxo inexpressivo e formaram acumulações de sedimentos localizadas a barlar do empreendimento, conseqüentemente desenvolvendo forte poder de transpor obstáculos. Também se observou a tentativa de barrar o fluxo de sedimento a partir da plantação de árvores nos limites a barlavento da área do empreendimento. Este procedimento também foi de efetividade falha, pois produz focos de crescimento de dunas, gerando pontos de potencialização da capacidade do vento de transpor obstáculos.

Há ainda um processo de retirada de areias que se acumulam a barlavento do empreendimento a partir do uso de um trator do tipo *buldozer*, que igualmente tem efetividade limitada e prática que pode está incorrendo em infração ambiental pela ausência de licenciamento.

CONCLUSÕES

Os dados medidos e calculados corroboram com os resultados observados em campo, demonstrando que a ocupação do terreno pelo empreendimento hoteleiro em questão foi inadequada, do ponto de vista das condições ambientais. Trata se de

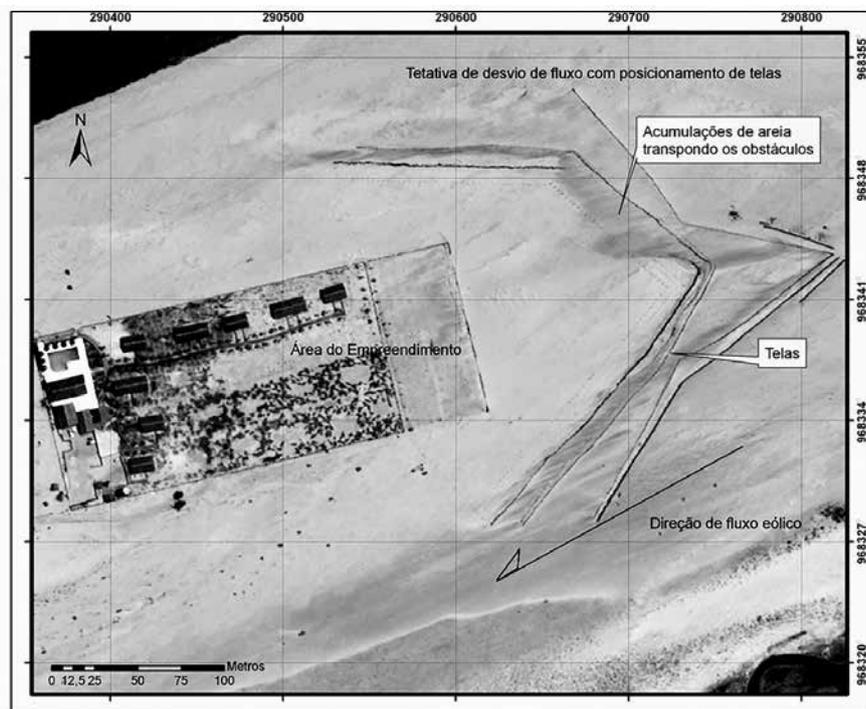


Figura 7 - Imagem de satélite onde se observam as telas posicionadas na tentativa de desviar o fluxo eólico, e identificação de trechos com acúmulo de sedimentos transpondo os referidos obstáculos.

um terreno submetido a intenso trânsito de sedimentos transportados pelo vento, caracterizando-se numa área de potencial risco eólico e de importância para a recarga hídrica. Também se observa que a ausência de avaliação da dinâmica costeira e suas possíveis influências sobre a área em questão repercutiram em prejuízo econômico, a exemplo da inviabilização de áreas construídas do hotel, custo de retirada de areia, entre outros. Além disso, as técnicas utilizadas na tentativa de conter o fluxo eólico para a área do empreendimento também se mostraram de pouca ou nenhuma efetividade, mas principalmente potencializadoras da atividade eólica.

Por outro lado, considera-se que para este tipo de área as abordagens de contenção de fluxos de sedimentos eólicos de forma pontual, mesmo sob bons critérios de estabilização embasada em técnicas vegetativas, podem não ser eficientes caso o processo não seja atacado de forma integrada. Portanto, a forma de conter a ação dos ventos no local só poderá ser eficaz se abranger todo o sistema eólico de influência sobre o empreendimento. Necessariamente, essa abordagem precisa ser adequada às características do terreno, bem como considerar as peculiaridades dos trechos de linha de costa e seus distintos potenciais de formação de dunas (Pdf), além de suas faixas de abrangência.

Nesse contexto, a forma mais adequada para se estabilizar a área deve envolver, concomitantemente, os processos de obstacularização do fluxo eólico e de fixação da cobertura sedimentar com o pleno desenvolvimento de cobertura vegetal da faixa de terra a barlavento do empreendimento.

Os resultados obtidos mostram que na tomada de decisão sobre a possibilidade de ocupação ou não desse tipo de trecho costeiro é imprescindível considerar as características da dinâmica local, especialmente a eólica.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Bauer, B.O. & Davidson-Arnott, R.G.D. A general framework for modeling sediment supply to coastal

dunes including wind angle, beach geometry, and fetch effects. *Geomorphology*, v.49, p.89-108, 2002.

Carvalho, A.M. & Dominguez, J.M.L. Relação entre direção do vento/configuração da linha de costa para o desenvolvimento dos campos de dunas no Ceará, p. 21, in. *Resumos do XVIII Simpósio de Geologia do Nordeste - A Geologia e o Homem*. Sociedade Brasileira de Geologia-Núcleo Nordeste, 2000.

Carvalho, A.M. *Dinâmica costeira entre Cumbuco e Matões-Costa NW do Estado do Ceará. Ênfase nos processos eólicos*. Instituto de Geociências, Universidade Federal da Bahia, 188 p., Salvador, 2003.

CERC (Costal Engineering Research Center). *Shore protection manual*. U.S.Army Corps of Engineers.. V.I, 597p, V.II, 603 p., 1984.

CLIVAR/BRASIL. *Um programa nacional do clima*. Versão Preliminar, 78 p., 1998.

Goldsmith, V. Coastal dunes, p.303-378, in Davis Jr., R.A. (ed.), *Coastal sedimentary environments*. Springer-Verlag, 1985.

Hsu, J.R.C., Silvester, R. & XIA, Y.M. Static equilibrium bays; new relationships. *Journal of Waterways, Port, Coastal and Ocean Engineering*, v.115, n.3, p.285-298., 1989.

Kokurek, G.; Townsley, M.; Yeh, E.; Havholm, K. & Sweet, M.L. Dune and dune-field development on Padre Island, Texas, with implications for interdune deposition and water-table-controlled accumulation. *J. Sedim. Petrol.*, v.62, n.4, p.622-635., 1991.

Silvester, R. Stabilization of sedimentary coastline. *Nature*, v.188, n.4749, p.467-469., 1960.

Silvester, R. Growth of crenulate shaped bays to equilibrium, *J. Water Harb. Div., Am. Soc. Civ. Eng.*, v.76, p.275-287, 1970.

Silvester, R. & Ho, S.K. Use of crenulate-shaped bays to stabilize coasts, p 1347-1365, in *Proceedings of the 13th Coast Engineering Conference, Amer. Soc. Civil Engrs.*, 1972.

Yasso, W.E. Plan geometry of headland-bay beaches. *J. Geology*, v.73, n.5, p.702-719., 1965.