

MORFOLOGIA E VULNERABILIDADE AMBIENTAL EM CAMPOS DE DUNAS COSTEIRAS ATIVAS DO NORDESTE DO BRASIL

Liana Maria Barbosa

Área de Geociências, Departamento de Ciências Exatas
Universidade Estadual de Feira de Santana
liana@uefs.br

Resumo

O estudo de seis campos de dunas costeiras ativas, situados no Nordeste do Brasil, revela vulnerabilidade moderada a alta, com base nas condições geomorfológicas, marinhas, eólicas, climáticas e de influência humana. A análise ambiental mostra que as variações potenciais nos campos de dunas estão associadas principalmente com processos naturais, todavia as atividades humanas têm papel relevante nas modificações ambientais.

Palavras chave: dunas costeiras, geoindicadores, Nordeste do Brasil

Abstract

The study of six active coastal dune fields in the Northeastern of Brazil reveals high to moderate vulnerability according to geomorphologic, marine, aeolian, climate, and human conditions. The environmental analysis presents that the potential variations are related with the natural processes, but the human influences are relevant in environmental changes.

Keywords: coastal dunes, geoindicators, Northeastern of Brazil.

Introdução

As dunas têm papel relevante nos sistemas costeiros arenosos, agem como habitat ecológico importante e, são áreas de beleza cênica e de utilidade recreativa. Os cordões dunares, que bordejam a linha de praia, representam barreiras protetoras contra erosão e inundação (Bauer & Sherman 1999) e as praias adjacentes, de uma maneira geral, são as principais fontes supridoras para os campos de dunas costeiras (Barbosa & Dominguez 2004).

A construção e a evolução de acumulações eólicas são decorrentes da atuação de processos em longo prazo e em curto prazo (Chapman 1990). No primeiro caso, a morfologia dunar pode manter-se sem qualquer alteração por centenas ou milhares de anos. No segundo caso, a construção e a evolução da morfologia dunar estão submetidas às modificações temporais, diárias ou sazonais. Estas modificações, em geral, estão relacionadas com fenômenos naturais, cuja variabilidade depende do sistema de circulação atmosférica local e global, como as brisas e

os ventos alísios, tempestades, fenômenos tipo “El Niño” etc. Além dos fenômenos naturais, as atividades antrópicas podem acelerar ou retardar processos eólicos em curto prazo.

A reativação eólica pode estar associada com variações climáticas ou distúrbios propiciados pelas atividades humanas (Vance *et al* 2005). Deste modo, as alterações ambientais podem ter caráter temporário ou caráter irreversível. Em documento oficial dos Estados Unidos (US Department of Commerce, 1998, p. F-15), segundo Bauer & Sherman (1999) há registros de que a ocupação humana sobre, defronte ou adjacente aos campos de dunas arenosas ampliam processos de erosão costeira.

Portanto, a mensuração dos processos costeiros e o uso de indicadores (geomorfológicos, geológicos, oceanográficos e ecológicos) sob influência de controles naturais e humanos são importantes para reconstrução paleoambiental, para monitoramento ambiental e ecológico, documentação do estado da arte ambiental e gerenciamento geral da sustentabilidade em escala local, nacional e internacional (Berger 1997). Neste sentido, os estudos sob a perspectiva da geomorfologia sumariados em Gouldie *et al.* (1999) e Pethick & Crooks (2000), da ecologia em Packham & Willis (1997) e investigações de forma integrada em Garcia-Mora *et al.* (2001), Williams *et al.* (2001) e Martinez *et al.* (2006) são referenciais relevantes.

As investigações sobre dunas brasileiras foram intensificadas no final da década de 1980 e tratam principalmente de caracterização da morfologia, migração e evolução dos campos de dunas, determinação de taxas de transporte eólico, modelamento da morfodinâmica e datação absoluta. Mais recentemente, o uso de geoindicadores tem sido adotado como apoio ao gerenciamento costeiro.

Portanto, o objetivo deste trabalho é apresentar a morfologia e a classificação da vulnerabilidade ambiental em seis campos de dunas costeiras ativas do Nordeste do Brasil (Fig. 1): Jericoacoara e Paracuru (Ceará), Macau (Rio Grande do Norte), Piacabucu (Alagoas), Pirambu/Pacatuba e Praia do Saco (Sergipe). Esta escolha foi motivada pelo maior número de informações disponíveis na literatura, a exemplo de Meireles *et al.* (1992), Bagnoli *et al.* (1995), Jimenez *et al.* (1999), Barbosa & Dominguez (2004), Barbosa *et al.* (2005), Bispo *et al.* (2005), Giannini *et al.* (2005), IDEMA (2005) e Levin *et al.* (2006).

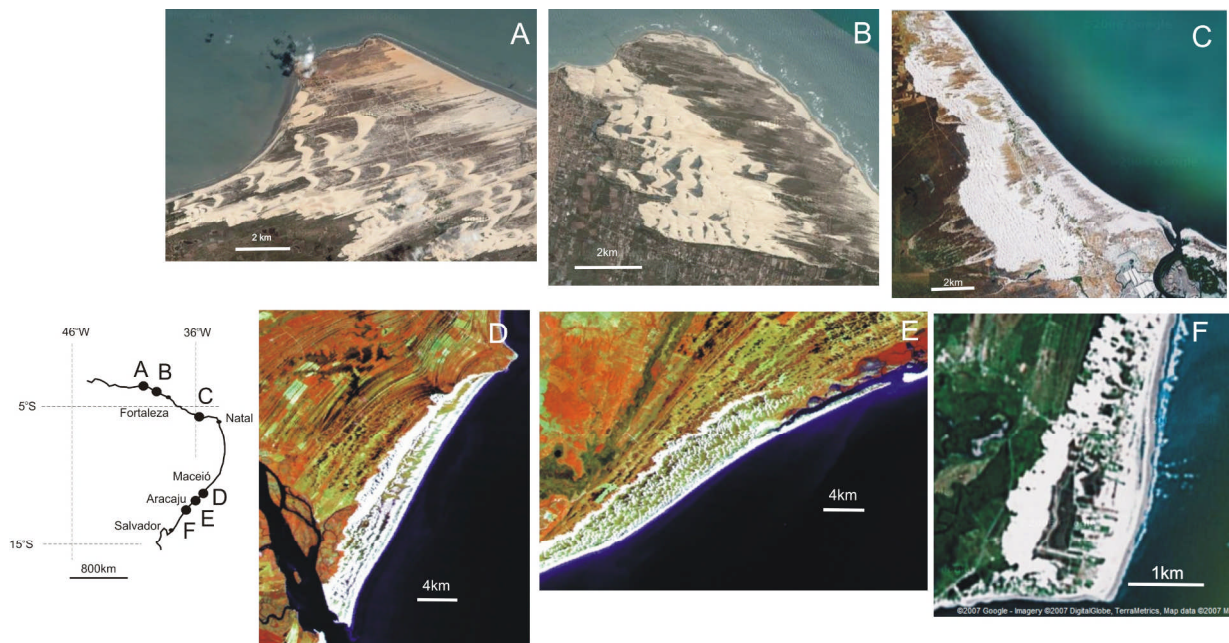


Figura 1- Morfologia dos campos de dunas costeiras ativas em (A) Jericoacoara, (B) Paracuru, (C) Macau, (D) Piacabucu, (E) Pirambu-Pacatuba e (F) Praia do Saco (Fontes: A, B, C e F – (imagens capturadas em <http://maps.google.com>, 2007); D e E - Landsat (1990).

Métodos de Estudo

Por definição, seguindo Garcia-Mora *et al.* (2001) e Martinez *et al.* (2006), vulnerabilidade ambiental é compreendida como dificuldade de retorno às condições naturais após degradação do sistema. Portanto, alta vulnerabilidade implica que as modificações no sistema foram definitivas ou são de difícil recomposição e retorno às condições originais. Neste sentido, a classificação do índice de vulnerabilidade (IV) e a análise ambiental, com adaptações às condições locais foram aplicadas aos campos de dunas ativas do Nordeste do Brasil (Fig. 1). Vale ressaltar que Matinez *et al.* (2006) incluem condições de cobertura vegetal, todavia neste trabalho este item não foi considerado devido à ausência de informações detalhadas para todas as áreas escolhidas.

Para cada campo de dunas, as condições naturais e de ação humana foram individualizadas em cinco categorias. Em cada uma destas categorias foram considerados seus respectivos indicadores, que podem ser verificados nas Tabelas I e II: morfometria (M – 10), morfodinâmica (D – 9), substrato e tipo de dunas (STD – 8), fisiografia costeira atual e parâmetros climático-oceanográficos (FCO – 9) e atividades humanas (AH – 26). Estes

indicadores estão qualificados na escala de ausência (0) a maior frequência (4) para obtenção do índice de vulnerabilidade por categoria e posteriormente, o índice total que é dado pela expressão: $IV = M + D + STD + FCO + AH)/5$. A classificação final é definida como: baixa (<0,25), moderada (0,25 a 0,5), alta (0,5 a 0,6) e muito alta (>0,6).

Morfologia

A morfologia destes campos de dunas evidencia dois padrões diferenciados, que se assemelham aos padrões dos campos de dunas transgressivas apresentados em Hesp (1999). No primeiro padrão morfológico, os campos de dunas são caracterizados pelo trânsito de sedimentos eólicos (“bypass”) e perda de areia do campo de dunas para praias ou canais, que estão localizados a sotavento. Isto é favorecido pela orientação preferencial dos ventos eficazes (>4,5 m/s) e a fisiografia costeira, a exemplo do que ocorre em Jericoacoara e em Paracuru (Figs. 1A e 1B). No segundo padrão morfológico, os campos de dunas avançam em direção ao continente, a exemplo de Macau, Peba-Piaçabuçu, Pirambu-Pacatuba e Praia do Saco (Figs. 1C, 1D, 1E e 1F). Apesar desta individualização, as feições eólicas se desenvolvem sobre a planície quaternária (terraços arenosos, terras úmidas e dunas antigas) e ou sobre terras altas pré-quaternárias (terciárias ou mesozóicas).

A cobertura arenosa (CA), descontínua, varia de 50 a 80%, sendo que a maior cobertura arenosa (considerando percentagem de cobertura arenosa, área e altura média das dunas) se evidencia no Peba-Piacabucu (setor leste). Embora os campos de dunas da costa norte (Jericoacoara e Paracuru) sejam mais amplos (Fig. 2).

Nos seis campos de dunas estudados são individualizados domínios morfológicos bem marcados no sentido de migração eólica. Estes domínios incluem: lençol de areia (la); dunas (b, bc, p) e interdunas (sd) e; dunas compostas (D, DP). Do ponto de vista morfodinâmico, estes domínios representam (Fig. 2): zona de alimentação ou de suprimento sedimentar, zona de trânsito de sedimento e ou desenvolvimento de formas de leito (porção intermediária) e zona deposicional, caracterizada pela justaposição de dunas e feições de maior altura.

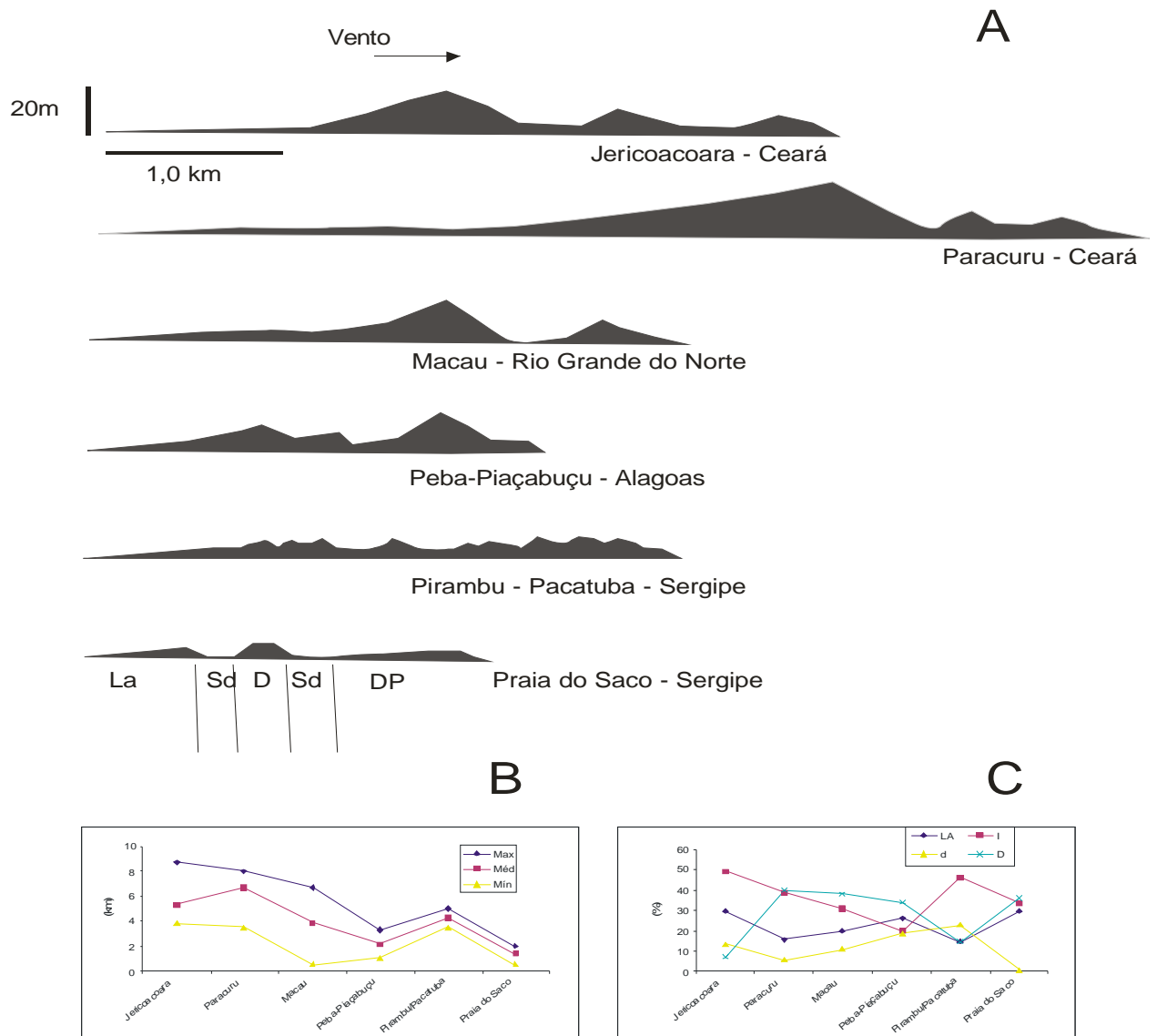


Fig. 2 – (A) Perfis esquemáticos seguindo as marcas de avanço das dunas, (B) Cobertura arenosa e (C) Domínios morfológicos nos campos de dunas estudados.

Constituindo principal área de suprimento de areia e zona de entrada de sedimento para o campo de dunas, as praias são retilíneas, com exceção para Paracuru (Fig. 1A), na costa cearense, que se exhibe sinuosa com evidências de ação de ondas oblíquas e deriva litorânea preferencial para Noroeste. A entrada de areia eólica para os campos de dunas é quase frontal nos campos de dunas de Macau, Peba-Piaçabuçu e Praia do Saco (Figs. 1C, 1D e 1F). Nos demais campos de

dunas (Figs. 1A, 1B, 1E), o comportamento dos ventos eficazes é oblíquo à linha de costa, favorecendo o transporte litorâneo.

Associadas com as acumulações eólicas ocorrem feições erosivas (fe) em todos estes campos de dunas. Todavia, os corredores afunilados, as escavações acunhadas e os lobos de precipitação são bem mais evidenciados no setor leste, principalmente em Pirambu-Pacatuba. Para caracterização destas feições (“blowouts”), toma-se como referencial Hesp (1999) e desta maneira, são reconhecidos: (i) corredores de erosão, normalmente esculpidos entre dunas de sombra, (ii) escavações em cunha, arredondadas, desenvolvidas na superfície das acumulações arenosas e (iii) lobos de deposição, situados geralmente na parte mais interna do campo de dunas.

Tabela I - Variáveis consideradas para classificação da vulnerabilidade ambiental: Morfometria; Morfodinâmica; Substrato e tipo de dunas; Fisiografia costeira e parâmetros oceanográfico/climáticos.

MORFOMETRIA (M)													
Campo de dunas	Area	Campo de dunas			Duna largura	Altura media	Dominios Morfologicos				Cobertura Arenosa	M	IV
		largura	extensao	largura			lencol areia	interduna	duna isolada	duna composta			
Jericoacoara	4	3	1	2	3	4	4	3	1	1	M 0,65	Muito alto	
Paracuru	2	4	1	3	1	1	3	2	4	2	0,58	Alto	
Macau	3	2	2	4	4	2	2	3	4	3	0,73	Muito alto	
Piacabucu	3	1	3	2	4	3	1	4	3	4	0,70	Muito alto	
Pirambu-Pacatuba	3	2	4	1	3	1	4	4	2	1	0,63	Alto	
Praia do Saco	1	1	1	1	1	4	2	1	3	2	0,43	Moderado	

DINAMICA (D)											
Campo de dunas	"Bypass"	Feicoes erosivas		Potencial eolico	Vento		Taxa de migracao	Erosao praial		D	IV
		Deflacao	Corredores		direcao	velocidade					
Jericoacoara	4	4	1	1	3	3	2	1		0,59	Alto
Paracuru	4	3	1	3	3	3	1	3		0,66	Alto
Macau	0	2	1	2	2	2	2	1		0,38	Moderado
Piacabucu	2	1	2	2	1	1	3	2		0,44	Moderado
Pirambu-Pacatuba	0	4	4	2	1	1	3	2		0,53	Moderado
Praia do Saco	0	2	3	2	1	1	1	3		0,41	Moderado

SUBSTRATO E TIPO DE DUNAS (STD)											
Campo de dunas	Substrato		Dunas							STD	IV
	tabuleiro	planicie costeira	frontal	parabolica	precipitac	barcana	barcanoide	transversa			
Jericoacoara	3	1	1	1	1	4	3	3		0,53	Alto
Paracuru	4	1	1	3	1	3	3	3		0,59	Alto
Macau	2	2	1	1	2	4	3	3		0,56	Muito alto
Piacabucu	0	4	1	1	4	4	3	3		0,63	Muito alto
Pirambu-Pacatuba	1	4	3	4	4	0	2	1		0,59	Alto
Praia do Saco	0	4	1	1	4	0	1	1		0,38	Moderado

FISIOGRAFIA COSTEIRA E PARAMETROS OCEANOGRAFICOS E CLIMATICOS (FCOC)												
Campo de dunas	Foz de			praia sinuosa	praia retilinea	mares barcana	orientcao da costa	ondas	clima		FCOC	IV
	rio	promontor	enseada									
Jericoacoara	3	1	1	1	1	4	3	3	3		0,56	Alto
Paracuru	4	1	1	3	1	3	3	3	3		0,61	Muito alto
Macau	2	3	1	1	3	4	3	3	4		0,67	Muito alto
Piacabucu	0	4	1	1	4	4	3	3	2		0,61	Muito alto
Pirambu-Pacatuba	1	4	3	4	4	0	2	1	2		0,58	Alto
Praia do Saco	0	4	1	1	4	0	1	1	1		0,36	Moderado

Tabela II - Variáveis consideradas para classificação da vulnerabilidade ambiental: Atividades humanas

ATIVIDADES HUMANAS (26 indicadores)						
	Jericocoara	Paracurur	Macau	Piacabucu	Pir/Pacatuba	Praia do Saco
Industria salineira nas vizinhancas	2	1	2	0	0	0
Aquicultura nas vizinhancas	2	1	1	1	2	2
Plantio de coqueiros a sotavento	0	1	0	2	4	2
Plantio de coqueiros no interior	0	4	0	0	3	3
Fixacao induzida	0	3	0	0	2	2
Contencao de palhas de coqueiro	1	1	0	0	0	1
Lixo	4	4	3	1	3	4
Construcao sobre as dunas	1	1	0	0	0	1
Construcao a sotavento	1	0	0	2	3	1
Construcao a barlavento	1	2	0	0	1	1
Construcao na zona interdunar	0	0	0	0	0	1
Extracao de areia	0	1	0	1	0	1
Barracas de praia a barlavento	0	0	0	1	1	2
Veiculos nas dunas	4	4	3	1	1	4
Veiculos na praia	3	3	1	2	4	2
Escorrega	4	4	1	1	0	1
Pisoteio	4	4	2	2	2	1
Pastagem	4	4	4	4	4	2
Populacao	1	4	1	2	3	1
Pousada	4	4	1	1	1	3
Desmatamento	2	2	2	2	2	2
Estradas	3	4	2	2	3	4
Atividades da Petrobras	0	4	4	1	3	1
Veraneiro	3	3	2	2	2	3
Estacao Portuaria	0	4	4	0	0	0
Turismo	4	4	2	1	1	4
Indice de vulnerabilidade (IV)	0,46	0,64	0,34	0,28	0,43	0,47

Resultado e Discussão

As tabelas I e II sumarizam a qualificação dos indicadores ambientais e apresentam os índices de vulnerabilidade para cada campo de dunas. Com base nestes índices, verifica-se que não há variações importantes, pois a maioria classifica-se como alto (Fig. 3A). Por categoria, entretanto, há maior variabilidade (Fig. 3B), e aqui, os índices muito alto a alto estão relacionados principalmente com as condições fisiográficas (substrato e tipo de dunas; fisiografia costeira e parâmetros oceanográfico-climáticos), diante de índices moderados para as atividades humanas. Diante de maior ocupação humana, o grau de resiliência das áreas estudadas passa de baixo (recuperação possível) a nulo (muito pouco provável).

A despeito da localização geográfica, a aplicação da análise multivariada aproxima e individualiza os campos de dunas em quatro grupos (Fig. 4):

Grupo (1) - Paracuru (Ceará), onde todas as categorias estão interrelacionadas, as variações ambientais respondem aos controles naturais e de intervenção humana. Neste campo de dunas, o suprimento de areia é deficitário, e, portanto, as feições erosivas e a reativação eólica

são favorecidas. Como consequência, a parte interna do campo de dunas migra, avançando no rumo da cidade (população estimada em 27.541 habitantes), que está situada a sotavento. Isto gera risco, como definem os estudos ambientais. Programas de fixação de dunas, através de plantio de vegetação, foram realizados em parte deste campo de dunas, todavia acredita-se que fatores externos, situados a barlamar, sejam elementos de obstrução ao transporte de sedimentos pela deriva litorânea.

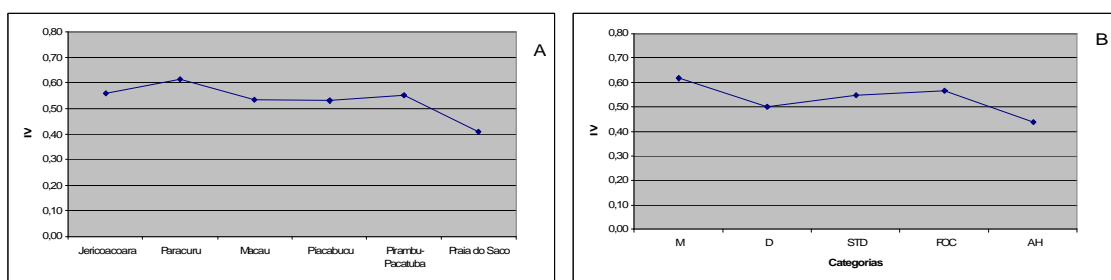


Figura 2 – Índices de vulnerabilidade: (A) Totais e (B) Parciais

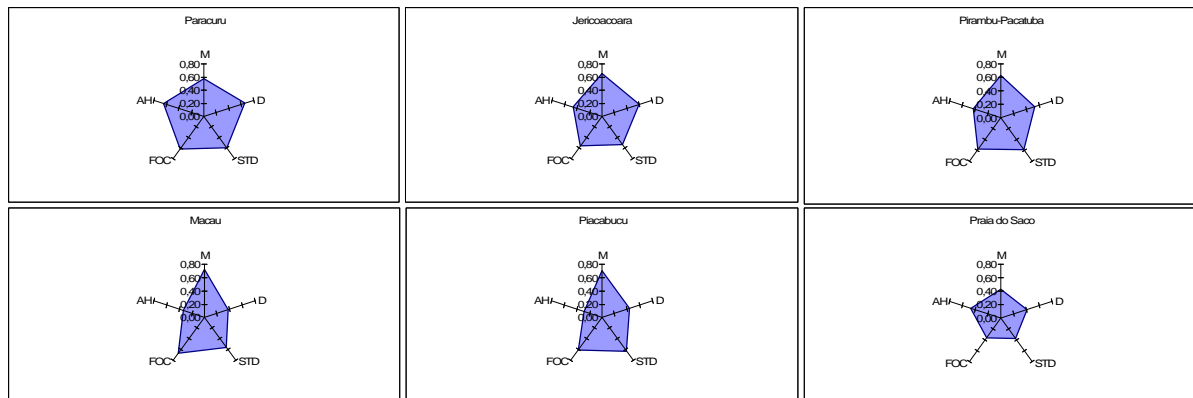


Fig. 4 – Classificação por campo de dunas

Grupo (2) – as variações potenciais em Jericoacoara (Ceará) e em Pirambu/Pacatuba (Sergipe) apontam principalmente para as condições morfométricas, seguidas pelas demais categorias naturais associados com dinâmica, substrato/tipo de dunas e fisiografia costeira/parâmetros oceanográfico-climáticos. No entanto, as atividades humanas são elementos associados aos riscos, e, portanto, devem ser considerados no gerenciamento destes sistemas. Em

Jericoacoara, a representação ampla do lençol de areia é um indício de suprimento sedimentar para o campo de dunas. Porém o campo de dunas é aberto, e desta maneira, os efeitos desastrosos podem advir da redução ou da obstrução de areia na fonte supridora (praia). O impedimento deste trânsito possibilitaria a erosão costeira nas praias a sotavento. Todavia, o mesmo não se reflete em Pirambu-Pacatuba, embora o suprimento de areia seja deficitário. Neste caso, tal como em Paracuru, o desenvolvimento de feições erosivas e a reativação das feições eólicas dentro do campo de dunas são favorecidos. Por consequência, dá-se o avanço das dunas para o interior da planície costeira. Em Pirambu-Pacatuba, a cobertura vegetal e a umidade controlam a morfologia das dunas. Neste caso existe uma tendência para fixação do campo de dunas.

Grupo (3) - Macau (Rio Grande do Norte) e Piaçabuçu (Alagoas) diferem dos grupos anteriores apenas por revelarem que as variações potenciais parecem estar menos relacionadas com as atividades humanas. Portanto, estes campos de dunas apresentam maior capacidade de restauração, devido ao suprimento sedimentar positivo e aos menores índices de ação humana.

Grupo (4) - Praia do Saco, onde todos os índices são moderados, a vulnerabilidade é consequência de todas as categorias, com as variações potenciais influenciadas pelos controles naturais e de intervenção humana. As atividades humanas apontam para maior cuidado devido não somente a pequena área deste campo de dunas, mas também pela severidade de ocupação. A tendência é de desaparecimento e ou reativação da parte interna (“canibalização” – o próprio sistema funciona como área de suprimento) do campo de dunas. Principalmente, porque o suprimento de areia da praia para o campo de dunas vem sendo obstruído pelas construções instaladas a barlavento e o desmatamento ocorrido a sotavento. Como consequência a praia exhibe erosão e o setor sul do campo de dunas está sofrendo reativação, cobrindo manguezais e cruzando estradas asfaltadas.

Todos estes campos de dunas integram unidades de conservação ambiental formalizadas desde meados da década de 1970. São unidades de jurisdição federal e estadual. Apesar disso, e, o que rezam as constituições federais e estaduais, a ocupação humana e os indicadores de alterações ambientais em curto prazo são evidentes, tendo como consequência reativação eólica, modificações na morfologia do sistema dunas-praia, erosão costeira e destruição aparente da morfologia dunar, a exemplo do que ocorre na Praia do Saco, em Pirambu e em Paracuru. Neste caso, o processo erosivo parece irreversível.

Considerações finais

A aplicação da metodologia de classificação de vulnerabilidade aponta que, de uma maneira geral, o potencial de mudança ambiental está principalmente relacionado com processos naturais. Contudo, as atividades humanas são relevantes como controles sobre as alterações ambientais registradas. O agrupamento dos campos de dunas exibe ordem de vulnerabilidade e cenários, em que as condições geomorfológicas (morfometria e morfodinâmica) devem essencialmente ser consideradas no planejamento ambiental e gerenciamento costeiro, tanto quanto o monitoramento das ações e usos múltiplos nestas áreas. Todavia, é pertinente que mais investigações sejam realizadas, contribuindo para a documentação dos campos de dunas costeiras e das modificações ambientais ao longo da costa Nordeste do Brasil.

Referências Bibliográficas

- BAGNOLI, E, DANTAS, MR, CASTRO, ASF, PAULA, ARL. 1995. Projeto experimental de vegetação de dunas costeiras do município de Paracuru (CE): um exemplo de envolvimento da Petrobras na solução de um problema da comunidade. In: Simpósio sobre Processos sedimentares e problemas ambientais na zona costeira do Nordeste do Brasil, 1, Recife, *Anais*, Recife: CNPq PETROBRAS/ORSTOM/CPRM/SCTMA/ FACEPE. P. 129 – 133.
- BARBOSA, LM, BARBOSA, AEM, BARBOSA, LM. 2005. Dunas costeiras com base em documentos históricos sobre Fortaleza, Ceará (Not. Técnica). *Revista Brasileira de Geomorfologia*. 6, 100 – 112.
- BARBOSA, LM, DOMINGUEZ, JML. 2004. Coastal dune fields at the São Francisco river strandplain, northeastern Brazil: morphology and environmental controls. *Earth surf proc and landforms*, 29(4), 443– 456.
- BAUER, BO, SHERMAN, DJ. 1999. Coastal dune dynamics, problems and perspectives. In: Goudie, A.S.; Livingstone, I.; Stokes, S. (eds.) *Aeolian environments, sediments, and landforms*. Chichester, England/New York, Wiley, p. 71 – 104.
- BERGER, AR. 1997. Assessing rapid environmental change using geoindicators. *Environmental geology*. 32(1), 36 – 44.
- BISPO, SC, BARBOSA, LM, DOMINGUEZ, JML. 2005. Morfologia e atividade no campo de dunas costeiras ativas da reserva de Santa Izabel, Sergipe, Brasil. In: X Congresso da Associação Brasileira de Estudos do Quaternário. *Anais ...* Guarapari.
- CHAPMAN, DM. 1990. Aeolian sand transport – an optimized model. *Earth surface proc. and landforms*, 15, 751-760.
- GARCIA-MORA, MR, GALLEGO, FERNANDEZ, JB, WILLIAMS, AT, GARCIA-NOVO, F. A coastal dune vulnerability classification. A case study of the SW Iberian Peninsula. *Journal of Coastal Research*, 17(4), 802 – 811.

- GIANNINI, P.C. *et al.* 2005. Dunas e paleodunas costeiras e interiores. In Souza, C.R. et al. (eds) Quaternário do Brasil. Holos: Sao Paulo.
- GOUDIE, AS, LIVINGSTONE, I, STOKES, S. (eds) 1999. *Aeolian environments, sediments and landforms*. John Wiley Sons, New York. 325p.
- HESP, PA. 1999. The beach backshore and Beyond. In AD Short (ed.) *Handbook of beach and shoreface morphodynamics*. John Wiley Sons. C. 6, p.145 – 169.
- IDEMA. 2005. Instituto de Defesa e Meio Ambiente do Rio Grande do Norte (<http://www.rn.gov.br>).
- JIMÉNEZ, JA, MAIA, LP, SERRA, J, MORAIS, J. 1999. Aeolian dune migration along the Ceará coast, north-eastern Brazil. *Sedimentology* 46, 689 – 701.
- LEVIN, N, TSOAR, H, MAIA, LP, CLAUDINO SALES, V, HERMANN, H. 2006. Dune whitening and inter-dune freshwater ponds in NE Brazil. *Catena*, doi 10.10016/j.catena.2006.06.006.
- MARTINEZ, ML, GALLEGOS-FERNANDEZ, JB, GARCIA-FRANCO, JG, MOCTEZUMA, C, JIMENEZ, AD (2006) Assessment of coastal dune vulnerability to natural and anthropogenic disturbances along the Gulf of Mexico. *Environmental Conservation*, 1 – 9. doi: 10.1017/S0376892906002876.
- MEIRELES, AJA, GURGEL Jr., JB, GURGEL, GAS, SALES Jr., LG, CASTRO, JWA. 1992. Geologia ambiental e impactos decorrentes da migração de dunas na planície costeira de Paracuru/CE. In: 37º Congresso Brasileiro de Geologia, São Paulo, 1992. *Anais ...* São Paulo, SBG. V. 2, p. 65.
- PACKHAM, JR, WILLIS, AJ (1997). *Ecology of dunes, salt marsh, and shingle*. London, New York, Chapman & Hall, 200 p.
- PETHICK, JS, CROOKS, S. 2000. Development of a coastal vulnerability index: a geomorphological perspective. *Environmental Conservation*, 27, 259-367.
- VANCE, RE, WOLFE, S, LANCASTER, N. 2005. Dune morphology and activity. (http://www.lgt.lt/geoin/doc.php.did=cl_dune)
- WILLIAMS, AT, ALVEIRINHO-DIAS, J, GARCIA-NOVO, F., GARCIA-MORA, MR, CURR, R, PEREIRA, A. (2001) Integrated coastal dune management: checklists. *Continental Shelf Research*, 21, 1937 – 1960.