

# PROPOSTA DE CLASSIFICAÇÃO PARA AS FEIÇÕES EÓLICAS DO SETOR LESTE DA REGIÃO METROPOLITANA DE FORTALEZA – CEARÁ – BRASIL

Mônica Pimenta de Novaes Castelo BRANCO<sup>1</sup>, Loreci Gislane de Oliveira LEHUGEUR<sup>2</sup>, José Elói Guimarães CAMPOS<sup>3</sup>

(1) Pesquisadora do Instituto de Ciências do Mar, Universidade Federal do Ceará. Avenida da Abolição, 3207. CEP: 60165-081. Fortaleza, CE, e Pós-graduação, Instituto de Geociências, Universidade de Brasília. Caixa Postal 4465. CEP 70910-970. Brasília, DF. Endereço eletrônico: mbranco@unb.br. (2) Departamento de Geologia e Instituto de Ciências do Mar, Universidade Federal do Ceará, Campus do Pici. Avenida Abolição, 3207. CEP: 60.165-081. Fortaleza, CE. Endereço eletrônico: lehueur@secrel.com.br. (3) Instituto de Geociências da Universidade de Brasília. Campus Universitário Darcy Ribeiro, Caixa Postal 4465. CEP 70910-970. Brasília, DF. Endereço eletrônico: eloi@unb.br.

Introdução  
Conceituação  
Métodos  
Classificação das Feições Eólicas  
Feições Depositionais  
Dunas Ativas  
Duna Transversal  
Dunas Barcanas e Cristas Barcanóides  
Dunas Parabólicas  
Lençóis de Areia  
Dunas Parcialmente Ativas  
Dunas Frontais  
Dunas Dômicas  
Dunas Longitudinais  
Dunas de Sombras  
Dunas Inativas  
Dunas Parabólicas  
Dunas Longitudinais  
Feições Erosivas  
Feições Ativas  
Blowout  
Rebdou  
Considerações Finais  
Referências Bibliográficas

**Resumo** - Apresenta-se uma proposta de classificação para as feições de origem eólica localizadas no setor leste da Região Metropolitana de Fortaleza – município de Aquiraz, elaborada por meio da associação das propostas de McKee (1979), Breed & Grown (1979) e Tinley (1985), interpretações de fotografias aéreas e imagem do satélite Ikonos II, observações de campo alusivas à morfologia, índice de cobertura vegetal e posicionamento em relação à linha de costa. Essas feições tidas como deposicionais e erosionais foram individualizadas em três classes: ativas, parcialmente ativas e inativas. As feições eólicas desprovidas de vegetação e com transporte de sedimentos, presentes nos segmentos litorâneos da Prainha e Iguape, pertencem à categoria de ativas e correspondem às formas de dunas dos tipos barcana, crista barcanóide e transversa. As feições eólicas, caracterizadas por conterem porções móveis e porções com desenvolvimento de cobertura vegetal, enquadram-se na classe parcialmente ativas representadas pelas dunas de formas frontal, dômica, longitudinal e de sombra. Dunas em formato de “U”, com a face convexa voltada para barlavento e a côncava para sotavento, caracterizadas pelo desenvolvimento de horizontes pedológicos, representam a classe inativa da forma parabólica. As feições erosionais presentes no segmento litorâneo do município de Aquiraz foram enquadradas nos tipos blowout e rebdou.

**Palavras-chave:** Dunas; sistema de classificação; planície litorânea.

**Abstract** – M. P. de N. C. Branco, L. G. de O. Lehueur, J. E. G. Campos – *Proposal of Classification for the Aeolian Sandy of the East Sector in Metropolitan Region of Fortaleza - Ceará – Brazil.* This paper presents a classification of the aeolian sandy bearing features situated in the coastal plain of the Aquiraz Count, Ceará State, Brazil. The purposed classification scheme is based on the association of the McKee (1979), Breed & Grown (1979) and Tinley (1985) purposes, on the interpretation of aerial photographs and the IKONOS II images, field observation related to the morphology, vegetation cover index and the position in relation to the shoreline. These features defined as erosive and depositional are distinguished in three classes: active, partially active and inactive. The non covered dune associated to the recent transportation are present in the Prainha and Iguape shore line region belong to the active class and are classified as barcana, barcanoid crest and transverse dune. The dune characterized by fixed portions due to vegetation cover and mobile portions ( without vegetation cover) are classified as partially active and represented by frontal, domic, longitudinal and shadow morphological type. Dune in “U” shape, with the convex face windward and the concave face leeward, occasionally with pedogenic horizons represent the inactive class and show parabolic forms. The aeolian sandy deposits with vegetation cover and with preserved morphological features are also classified as inactive dune and belong to the blowout and rebdou forms.

**Keywords** - Dune; classification system; coastal plain.

## INTRODUÇÃO

O litoral leste cearense é marcado por uma paisagem natural caracterizada pela integração de feições moldadas em rochas plio-plestocênicas da Formação Barreiras que, por vezes, atingem a orla marítima em forma de falésias e em sedimentos quaternários que podem retratar a contínua ação das correntes eólicas no processo de sedimentação.

As formas e o dinamismo das feições eólicas reconhecidas em diferentes regiões da Terra correspondem a objeto de realização de pesquisas voltadas para a elaboração de uma classificação sintetizada com aplicação universal, entre as quais citam-se as desenvolvidas por Mabbutt (1977), McKee (1979), Breed & Grow (1979), Lancaster (1981, 1982, 1989, 1994, 1995), Tinley (1985), Hesp et al. (1989), Pye & Tsoar (1990), Tomas (1992), Nickling & McKenna-Neuman (1999), Claudino-Sales & Pelvast (2001), Sauermann et al. (2001), Tsoar & Stole (2001), Hesp (2002), Walker & Nickiling (2002), Wang et al. (2002), Forman & Pierson (2003), Gonçalves et al. (2003), Sauermann et al. (2003), Wang et al. (2003), Tsoar & Stoler (2004).

A expressiva área de abrangência desses depósitos associada à diversidade de parâmetros climáticos envolvidos no processo da sedimentação correspondem a fatores limitantes na utilização de um único sistema de classificação dentro de um contexto regional e/ou local.

A Região Metropolitana de Fortaleza, em função do crescimento urbano, encontra-se em pleno processo de descaracterização ambiental, onde extensas áreas de domínio das feições de origem eólica vêm sendo substituídas por núcleos residenciais. Entretanto, o litoral do município de Aquiraz, Setor Leste da Região Metropolitana de Fortaleza, ainda abriga trechos desprovidos da ocupação urbana, mostrando-se dessa forma um campo aberto para análise dessas feições.

## CONCEITUAÇÃO

Pettijhon et al. (1987) afirmam que um volume muito grande de areias eólicas é movimentado diariamente nos grandes campos de dunas e ao longo das linhas costeiras.

Reineck & Singh (1975) demonstram que a atividade do vento é efetivamente maior para os processos de transporte e deposição e menor nos processos de erosão.

McKee (1979) apresenta uma classificação fundamentada tanto no aspecto morfológico quanto morfodinâmico, agrupando as dunas em dois tipos: ativas e inativas.

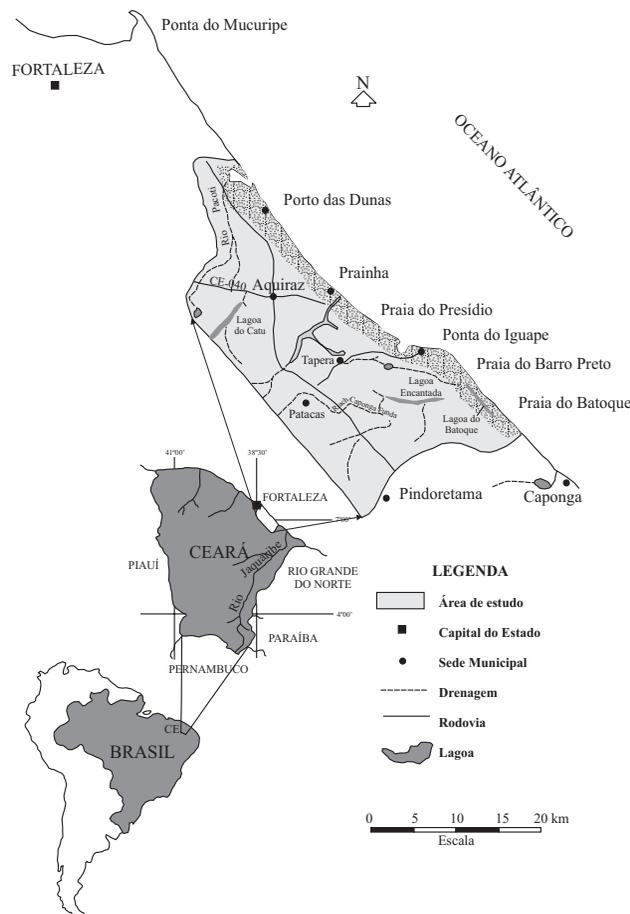


FIGURA 1. Localização da área.

O artigo apresenta uma proposta de classificação para as feições eólicas preservadas no município de Aquiraz, abrangendo as praias do Porto das Dunas, Prainha, Presídio, Iguape, Barro Preto e Batoque (Figura 1), gerada por meio de pesquisas de campo, interpretações de fotografias aéreas e imagens orbitais, associando-se a esses critérios morfológicos, genéticos e descritivos.

As dunas ativas correspondem a um conjunto bastante variado de formas, entre as quais podem-se destacar as dunas: barcanas, cadeias ou cristas de barcanóides, dômicas, estrelas, frontais (*foredunes*), longitudinais, parabólicas, reversas, transversais e *blowouts* (feições de deflações).

As barcanas apresentam cristas em forma de meia-lua, com a face convexa voltada para barlavento (*windward*), e a côncava para sotavento (*leeward*), correspondendo à única face de deslizamento (*slipface*).

Segundo Nickling (1994), as dunas barcanas

ocorrem em áreas onde o suprimento de areia é limitado, o vento é unidirecional, as superfícies regionais são relativamente planas e onde existe uma limitada cobertura vegetal.

As cristas barcanóides são formadas pela justaposição lateral de várias dunas barcanas, que evoluem para formar um sistema em cadeias. Morfologicamente, são caracterizadas por cristas onduladas e paralelas entre si, sendo as mesmas perpendiculares à direção dominante dos ventos.

As cadeias de barcanóides desenvolvem-se sob as mesmas condições de vento unidirecional das barcanas e, de acordo com o volume sedimentar disponibilizado, assumem dimensões variadas (McKee, 1979).

As dunas dômicas correspondem a feições eólicas caracterizadas pela acumulação de pequenas “montanhas de areia”, que migram sobre as superfícies de dunas de maiores dimensões.

As dunas estrelas caracterizam-se pela formação de três ou quatro braços, com direções variadas, constituídas por cristas sinuosas, separadas entre si por áreas depressivas e um considerável número de faces de deslizamento. As diversas direções de prolongamento dos braços indicam a ação de ventos multidirecionais.

As dunas frontais (*foredunes*) constituem um cordão arenoso que se desenvolve paralelo à linha de praia, ocupando a zona de pós-praia (*backshore*), apresentando uma relação geométrica característica, em que as dimensões (comprimento e altura) são pequenas em relação a sua largura. A densidade de cobertura vegetal varia de acordo com as condições climáticas da área.

As dunas longitudinais ou lineares são caracterizadas por cristas alongadas e alinhadas com a direção dominante do vento. Esse grupo de dunas, freqüentemente, ocorre em múltiplas cristas paralelas e separadas por grandes áreas arenosas, cascalhosas ou rochosas, definidas por Lancaster (1982) como pavimentos de deflação.

Breed & Grow (1979) propõem a divisão para as dunas longitudinais em simples e compostas. As dunas simples são caracterizadas por cristas únicas retas ou sinuosas. As dunas lineares compostas ou complexas, normalmente, apresentam maiores dimensões, sendo comum o desenvolvimento de dunas lineares simples ou de outras formas sobrepostas a seus flancos.

Diversos autores, entre os quais destacam-se Bagnold (1941), McKee (1979), Tinley (1985), advogam que muitas dunas lineares são desenvolvidas a partir de outros tipos de dunas em decorrência, principalmente, de mudanças no regime de vento ou do suprimento de areia.

Bagnold (1941) mostra que as dunas barcanas podem evoluir em função de mudanças no regime de ventos no caso de unidirecional para bidirecional, assumindo formas lineares, denominando-as de dunas *seif*.

As dunas parabólicas possuem a forma de “U” ou de “V”, com o lado côncavo voltado para barlavento e a parte convexa para sotavento. A modelagem dessas dunas encontra-se associada aos efeitos resultantes das variações de velocidade de migração entre seus braços que, normalmente, se encontram semi-fixados pela vegetação e/ou umidade, e sua parte central que migra rapidamente em virtude da ausência de cobertura vegetal. Portanto, essas feições eólicas fazem parte de uma classe de dunas em que o desenvolvimento da forma é controlado, aparentemente, mais pela presença de vegetação e umidade do que pela força e direção do vento (McKee, 1979).

Tinley (1985) enfatiza que, em função da migração mais lenta, os braços tendem a se prolongarem, deixando ao lado do seu percurso topos paralelos de dunas, os quais resultam em um tipo de duna denominado de “deflação de duna parabólica”, de forma semelhante a um grampo de cabelo (*hairpin*).

As dunas reversas têm sua gênese associada às modificações das formas transversais e cadeias barcanóides, ocasionadas em função de mudanças sazonais da direção preferencial do vento que, conseqüentemente, molda dunas com alturas excepcionais. As dunas reversas apresentam duas faces de deslizamento, cuja principal diferença entre essas reside na variação do grau de estabilidade (Tinley, 1985). Já as dunas transversais são representadas por corpos arenosos de cristas retas ou ligeiramente curvas, alinhadas perpendicularmente à direção dominante do vento. Essas dunas correspondem a um estágio evolutivo dos sistemas barcanóides, com uma redução no número de cristas. Apresentam uma forma simples decorrente de um regime de vento unidirecional, possuindo uma única face de deslizamento (*slipface*), a qual é direcionada para sotavento.

Os *blowouts* correspondem a feições de deflações presentes nas superfícies das dunas ativas, caracterizadas por verdadeiros “corredores de erosão”. A gênese dessas feições encontra-se associada a períodos de maiores velocidades das correntes de ar e, conseqüentemente, maior capacidade de transporte. As areias removidas, eventualmente, podem ser acumuladas sobre superfícies da duna originária resultante, portanto, na formação de novas dunas (Tinley, 1985).

As dunas inativas equivalem a depósitos eólicos recobertos por densa cobertura vegetal, normalmente posicionadas à retaguarda das dunas móveis.

## MÉTODOS

As características das feições eólicas relacionadas com as formas, tamanho, índice de cobertura vegetal e posicionamento em relação à linha de costa foram obtidas por intermédio de interpretações de imagens de sensoriamento remoto, complementadas por informações de campo referentes aos aspectos sedimentológicos, estruturas sedimentares, processos pedológicos, número de superfícies de deslizamentos e suas relações com a direção preferencial dos ventos (Figura 2).

A classificação das formas fundamentou-se nas descrições apresentadas por McKee (1979), Breed & Grown (1979) e Tinley (1985), por abordarem mais critérios de classificação. McKee (1979) utiliza as

formas e as faces de deslizamento das dunas, Breed & Grown (1979) relacionam as medidas das formas discriminadas por interpretação de imagens de sensoriamento remoto e Tinley (1985) trata de maneira mais detalhada as dunas com cobertura vegetal e as ligadas a barreiras topográficas, mais especificamente a do tipo *bypass*.

A interação entre as informações obtidas pela interpretação das fotografias aéreas e as extraídas das imagens dos satélites Landast-TM e Ikonos-II permitiu verificar a natureza migratória das feições eólicas, assim como as alterações ambientais decorrentes da expansão urbana.

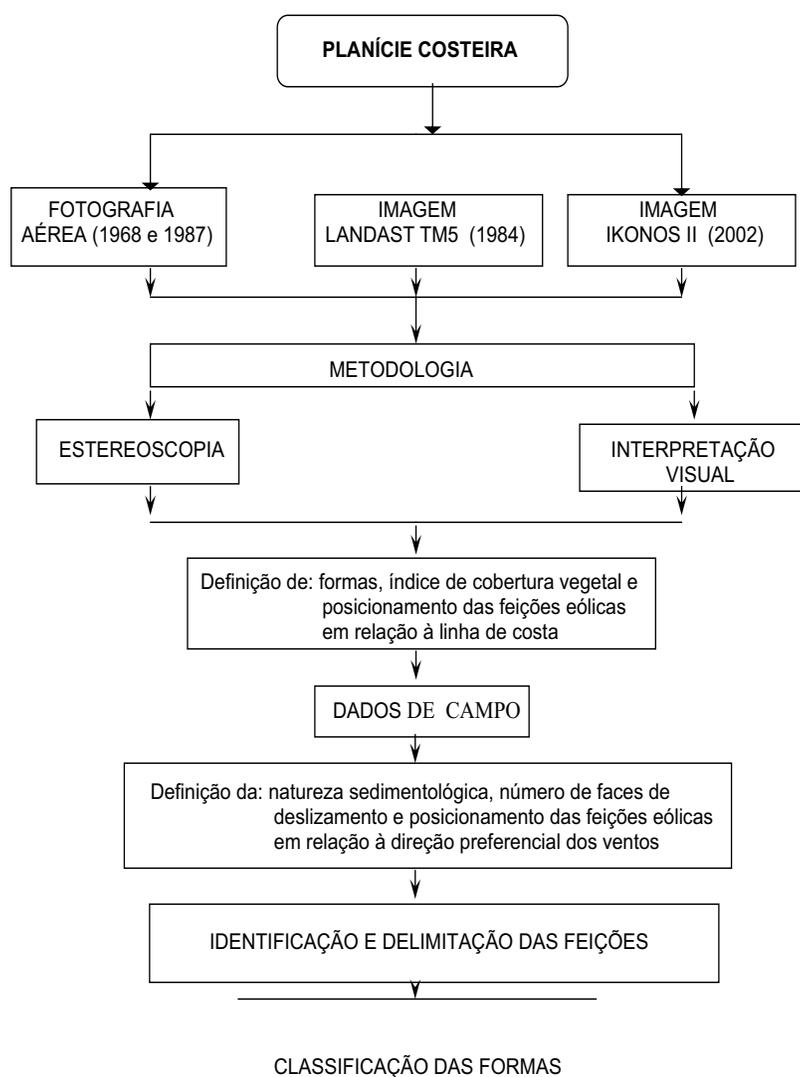


FIGURA 2. Interação das atividades de pesquisa.

## CLASSIFICAÇÃO DAS FEIÇÕES EÓLICAS

As feições eólicas presentes na planície costeira do município de Aquiraz, de acordo com a dominância do processo deposicional ou erosional, foram divididas em dois grupos principais: Feições Depositionais e Feições Erosionais (Quadro 1).

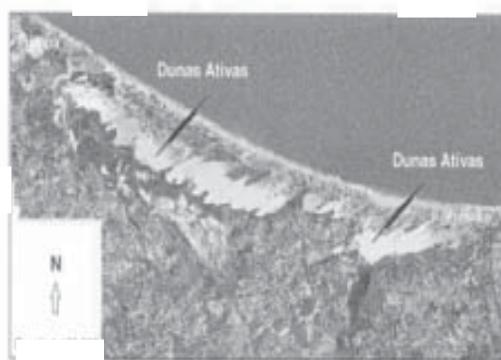
As Feições Depositionais encontram-se representadas por acumulações arenosas denominadas de dunas. O índice de mobilidade das areias por ação do vento, determinado pela presença de cobertura vegetal e, conseqüentemente, pelo número de faces em processo de deslizamento, permitiu subdividir as feições deposicionais em três classes: Ativas, Parcialmente Ativas e Inativas, com formas variadas (Quadro 1).

As Feições Erosionais constituem áreas depressivas, responsáveis pela mobilidade de grandes quantidades de areias que, muitas vezes, migram dentro do próprio complexo dunar. O poder erosivo das correntes eólicas, observado nos dias atuais, molda feições definidas pelo presente artigo como Feições Erosionais Ativas, nas formas de *Blowout* e *Rebdou* (Quadro 1).

### FEIÇÕES DEPOSITIONAIS

#### Dunas Ativas

A classe definida como Dunas Ativas corresponde ao conjunto de dunas caracterizadas pela ausência de vegetação e mobilização de sedimentos, presentes nos segmentos litorâneos da Prainha e Presídio (Foto 1).



**FOTO 1.** Feições Depositionais Ativas na célula de barlamar. Litoral o município de Aquiraz. Fonte: Fotografia aérea orto-retificada – 1997 – SEINFRA.

**QUADRO I** - Classificação das feições eólicas presentes no setor leste da Região Metropolitana de Fortaleza, município de Aquiraz.

FEIÇÕES DEPOSITIONAIS			FEIÇÕES EROSIONAIS
ATIVAS	PARCIALMENTE ATIVAS	INATIVAS	ATIVAS
• Transversal	• Frontais ou Bordejantes	• Parabólicas	• <i>Blowouts</i>
• Barcanas e Crista Barcanóides	• Dômicas	• Longitudinais	• <i>Rebdous</i>
• Parabólicas	• Longitudinais		
• Lençóis de Areia	• Dunas de Sombra		

As informações extraídas das imagens de sensoriamento remoto e as observações de campo, relacionadas com a posição dos corpos arenosos em relação à direção preferencial das correntes eólicas, permitiram definir as seguintes formas de dunas ativas:

### ***Duna Transversal***

Essa feição presente no segmento litorâneo da praia do Iguape encontra-se posicionada acima da linha de berma (Foto 2).



**FOTO 2.** Feição Depositional Ativa – Duna Transversal. Segmento litorâneo do Iguape.

O corpo dunar caracteriza-se pelo desenvolvimento de uma única crista reta e alongada, alinhada perpendicularmente à direção do vento (NE), com a face de barlavento e sotavento desprovida de cobertura vegetal. Em determinados trechos, a face de sotavento encontra-se parcialmente estabilizada em função das atividades antrópicas (Foto 3).



**FOTO 3.** Feição Depositional Ativa – Duna Transversal. Segmento litorâneo do Iguape. Fonte: Fotografia aérea orto-retificada – 1997 – SEINFRA.

Essa feição eólica, ao longo dos anos, vem sendo reduzida em suas dimensões, fato esse associado ao bloqueio do volume sedimentar envolvido na dinâmica litorânea, ocasionado pela expansão urbana das localidades de veraneio de Barro Preto e Iguape.

Atualmente, a feição eólica apresenta dimensões de 20 metros de altura, 250 metros de comprimento e 25 metros de largura.

### ***Dunas Barcanas e Cristas Barcanóides***

As Dunas Barcanas formam-se sobre a superfície plana e revegetada do pós-praia no segmento litorâneo da Prainha e, gradativamente, vêm migrando pela ação dos ventos unidirecionais (NE) em direção à lagoa do Catú (Foto 4).



**FOTO 4.** Deslocamento da feição Depositional Ativa – Duna Barcana. Segmento litorâneo da Prainha. Fonte: Imagem da satélite Landsat TM – 5 (cena 216.063) banda espectral 3 – 1997.

O conjunto de dunas assume a forma de meia-lua, com a face convexa orientada segundo a direção do vento de nordeste e braços aproximadamente simétricos, denominado por Gonçalves et al. (2003) como dunas barcanas regulares. Em geral, as dunas apresentam altura em torno de 4,5 metros e uma única superfície de deslizante (Foto 5), onde se verifica o desenvolvimento de estruturas de fluxo de grãos.



**FOTO 5.** Feição Depositional Ativa – Duna Barcana. Segmento litorâneo da Prainha.

Em determinadas épocas do ano, agosto a dezembro, período de estiagem e maiores velocidades das correntes eólicas, verifica-se a intensa movimentação das areias resultando, muitas vezes, na união de cristas, formando corpos com cristas sinuosas,

medindo dezenas de metros, descritas por McKee (1979) como cristas ou cadeias de barcanóides. Dessa maneira, a gênese dessas feições encontra-se associada à sazonalidade das velocidades do vento e ao seu potencial de transporte sedimentar (Foto 6).



**FOTO 6.** Feição Depositional Ativa – Cadeia de Barcanóides. Segmento litorâneo da Prainha.

A comparação de imagens multitemporais de sensoriamento remoto aponta uma redução representativa na área de domínio das dunas ativas do tipo barcana, ocasionada pela diminuição do aporte sedimentar da deriva litorânea, em resposta às modificações ambientais geradas pela implantação de núcleos residenciais de veraneio e, conseqüentemente, a formação de pequenas dunas ativas do tipo parabólica (Foto 7).

#### ***Dunas Parabólicas***

No segmento litorâneo da praia do Batoque, célula situada à sotamar do Pontal do Iguape, observa-se, por intermédio de interpretações das fotografias aéreas, a formação incipiente de feições deposicionais ativas de origem eólica caracterizadas por conterem cristas encurvadas, em forma de U, com face convexa voltada para barlavento, classificadas como Dunas Parabólicas (McKee, 1979).



Nessa região, as áreas interdunares caracterizam-se por um substrato rugoso de natureza arenosa, formando uma série de canais separados por ondulações paralelas entre si e alinhados perpendicularmente ao fluxo aquoso proveniente da influência da maré no canal de deságua do riacho da Caponga Funda (Foto 8).



**FOTO 8.** Feição Depositional Ativa – Duna Parabólica. Segmento litorâneo do Batoque. Fonte: Fotografia aérea orto-retificada – 1997 – SEINFRA.

A modelagem dessas feições encontra-se associada ao índice de umidade do substrato, que funciona como fator de estabilização dos braços dos corpos dunares, enquanto a parte central migra lentamente, segundo a direção preferencial das correntes de vento (SE). Localmente, essas dunas migram para regiões interioranas com maior índice de cobertura vegetal, evoluindo para depósitos arenosos em forma de lençol.

#### ***Lençóis de Areia***

Os Lençóis de Areia correspondem a feições arenosas em constante deslocamento, localizados na superfície praial (pós-praia) que se estendem desde a praia do Barro Preto até a praia do Batoque (Foto 9). Esses depósitos caracterizam-se por formas indefinidas que avançam em direção às dunas inativas e a cursos d'água onde retornam à deriva litorânea.

**FOTO 7.** Redução da área da Feição Depositional Ativa – Duna Barcana. Segmento litorâneo da Prainha.



**FOTO 9.** Feição Depositional Ativa – Lençol de Areia. Segmento litorâneo do Barro Preto e Batoque. Fonte: Fotografia aérea ortorectificada – 1997 – SEINFRA.

O predomínio de vento unidirecional (SE) induz a dispersão das areias em camadas delgadas, via de regra, interrompida pela presença de vegetações de porte arbustivo e/ou arbóreo.

### **Dunas Parcialmente Ativas**

As Dunas Parcialmente Ativas representam o grupo de feições eólicas caracterizadas por conterem áreas fixadas por cobertura vegetal e áreas desprovidas de vegetação que favorecem uma relativa movimentação de seus corpos.

De acordo com as características morfológicas e direção das correntes eólicas foram discriminadas as seguintes formas:

#### ***Dunas Frontais***

As Dunas Frontais marcam, principalmente, a célula litorânea posicionada entre as praias do Barro Preto e Batoque. Correspondem a formas alongadas, em que o comprimento prevalece em relação à altura e à largura, alinhadas paralelamente à atual linha de costa e recobertas por uma vegetação nativa típica da zona de berma, como a salsa-de-praia (*Ipomoea pes-caprae*), bredinho-da-praia (*Iresine portulacoides*), cipó-de-praia (*Remirea maritima*), cuja função reside na fixação parcial do corpo arenoso (Foto 10).

O desenvolvimento setorizado e pronunciado das dunas frontais encontra-se interligado ao maior suprimento de sedimento para a célula litorânea posicionada à barlar do Pontal do Iguape e à presença de um representativo corpo lagunar, que restringe a abrangência da face de pós-praia.

#### ***Dunas Dômicas***

No segmento litorâneo da praia do Porto das

Dunas, apesar da expressiva expansão urbana, verifica-se a acumulação de areias de origem eólica em pequenas formas circulares, caracterizadas pela presença de vegetação conhecida por salsa-de-praia (*Sesuvium portulacastrum*), desenvolvidas logo após o domínio do berma, definidas como Dunas Dômicas (Foto11).



**FOTO 10.** Feição Depositional Parcialmente Ativa – Duna Frontal. Segmento litorâneo do Barro Preto.



**FOTO 11.** Feição Depositional Parcialmente Ativa – Duna Dômica. Segmento litorâneo do Porto das Dunas.

As observações de campo levam a associar a origem dessas dunas à ação erosiva do vento por sobre as superfícies de corpos dunares parcialmente vegetadas e de maiores dimensões, comuns nessa porção da planície costeira, onde o adensamento da cobertura vegetal atua como fator inibitório ao transporte sedimentar eólico. Essas áreas fixadas assumem a forma circular, atualmente posicionadas entre corredores de deflação eólica.

#### ***Dunas Longitudinais***

A presença de cordões de dunas, com cristas alinhadas paralelamente à direção preferencial do vento (SE), marca a paisagem litorânea do Porto das Dunas.

O grupo caracteriza-se por corpos alongados com cristas suavemente onduladas, com dezenas de metros de extensão e altura que atinge até 45 metros em

relação ao nível médio do mar (Foto 12).



**FOTO 12.** Feição Depositional Parcialmente Ativa – Duna longitudinal. Segmento litorâneo do Porto das Dunas.

O índice de cobertura vegetal permite uma lenta migração do corpo dunar, muitas vezes dificultada pelo encontro com dunas inativas e/ou corpos d'água.

A região interdunar caracteriza-se por áreas rebaixadas em forma de planícies, com cobertura vegetal rasteira e/ou pequenas acumulações de água ou em forma de vales, que correspondem a verdadeiros corredores de vento.

Um caso especial nesse grupo de dunas foi verificado nas proximidades da localidade conhecida como Japão, representado por depósitos alongados de coloração amarelo-avermelhada. Estudos sedimentológicos revelam uma deposição essencialmente arenosa, bem selecionada, com grãos de quartzo arredondados e impregnados por uma película de óxido de ferro. As pesquisas geológicas realizadas na área mostraram que a fonte de sedimentos para a formação desse campo de dunas encontra-se nos afloramentos areno-argilosos da Formação Barreiras, sobre a qual está sobreposto.

### ***Dunas de Sombra***

As Dunas de Sombra correspondem a feições deposicionais de natureza eólica de forma piramidal, desenvolvidas na superfície dos corpos dunares posicionados à retaguarda da localidade do Porto das Dunas, célula litorânea posicionada à sotamar do Pontal do Iguape (Foto 13).

Sua gênese encontra-se relacionada com a ação das correntes eólicas sobre as superfícies dunares com a presença de vegetação rasteira. A circulação superficial das correntes eólicas na superfície das dunas tende a desenvolver um gradiente vertical de velocidade, que ao deparar-se com a presença de obstáculos muda de padrão, gerando fluxos secundários que contornam o obstáculo e molda as dunas de sombra (Hesp, 1981).

### **Dunas Inativas**

A modalidade das Dunas Inativas envolve as feições eólicas com formas preservadas, em função da presença de horizontes pedológicos e, conseqüentemente, o desenvolvimento de densa cobertura vegetal.

De acordo com o alinhamento das cristas em relação à direção das correntes eólicas foram reconhecidas as seguintes formas:

### ***Dunas Parabólicas***

As Dunas Inativas Parabólicas presentes no segmento litorâneo das praias do Barro Preto e Batoque correspondem a um expressivo conjunto de feições eólicas, com formas bem definidas, onde a altura média atinge valores próximos a 40 metros. Dessa maneira, essas dunas representam um dos grupos de maior altura no segmento litorâneo. Morfologicamente, essas feições eólicas deposicionais constituem-se por cristas encurvadas na forma de “U”, com a face convexa voltada para barlavento e a cônica para sotavento e flancos dimensionados na ordem de quilômetros (Foto 14).



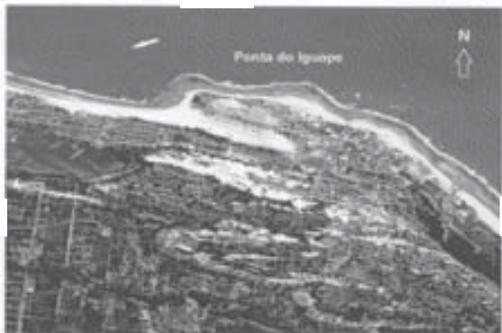
**FOTO 13.** Feição Depositional Parcialmente Ativa – Duna de Sombra. Segmento litorâneo do Porto das Dunas.

A origem dessas dunas encontra-se relacionada a um importante suprimento de sedimentos na época de sua formação, a ação de correntes eólicas unidirecionais (SE) e a instalação de ambiente aquático, lagoa do Batoque. O posicionamento em relação à atual linha de costa e o avançado processo de edafização dessas feições, associados a evidências geológicas registradas na face de praia (exumação de troncos vegetais típicos de ambientes de terras firmes) testemunham oscilações climáticas ao longo do tempo.

### ***Dunas Longitudinais***

As Dunas Longitudinais Inativas ocupam a porção interiorana do segmento litorâneo do Porto das Dunas, funcionando como interface entre os domínios da

planície costeira (sedimentação quaternária) e dos tabuleiros pré-litorâneos (sedimentação plio-plestocênica), representadas por uma associação de cristas retilíneas alinhadas segundo a direção preferencial dos ventos - SE (Foto 15).



**FOTO 14.** Feição Depositional Inativa – Duna Parabólica. Segmento litorâneo do Barro Preto e Batoque. Fonte: Imagem do satélite Ikonos II – 2000.



**FOTO 15.** Feição Depositional Inativa – Duna Longitudinal. Segmento litorâneo do Porto das Dunas.

Dentro da paisagem litorânea do município de Aquiraz, essas feições correspondem a um dos grupos caracterizados por cotas altimétricas altas, justificadas pelo posicionamento em blocos estruturais elevados, registrando a influência de estruturas tectônicas na modelagem de feições quaternárias.

#### FEIÇÕES EROSIONAIS

##### *Feições Ativas*

Na área em estudo pode-se verificar dois estágios da ação erosiva nas superfícies das feições

deposicionais eólicas:

##### *Blowout*

O segmento litorâneo do Batoque abriga uma feição deposicional eólica que retrata a contínua ação erosiva da corrente de vento em sua face de barlavento. O estágio evolutivo do processo erosivo encontra-se caracterizado pelo desenvolvimento inicial de sulco e, conseqüentemente, a inicialização do seccionamento do corpo dunar. Essa nova forma assumida pela duna é definida de *Blowout* (Foto 16).



**FOTO 16.** Feição Erosional Ativa – *Blowout*. Segmento litorâneo do Batoque.

##### *Rebdou*

Ao longo da CE 025, rodovia litorânea que permite o acesso à localidade do Porto das Dunas, observa-se uma feição deposicional eólica em completo processo de segmentação de seu corpo. Esse nova feição é denominada de *Rebdou* (Foto 17).



**FOTO 17.** Feição Erosional Ativa – *Rebdou*. Segmento litorâneo do Porto das Dunas.

#### CONSIDERAÇÕES FINAIS

A identificação e a distribuição espacial das feições eólicas de natureza deposicional e erosional presentes na planície costeira do Setor Leste da Região Metropolitana de Fortaleza, município de Aquiraz, indicam aspectos diferenciados para as células

litorâneas posicionadas à barlamar e à sotamar do Pontal do Iguape.

O trecho litorâneo compreendido entre as praias de Barro Preto e Batoque, célula de sotamar, caracteriza-se pela pronunciada exposição de dunas

parabólicas, inativas e ativas, e corpos aquosos. As Dunas Parabólicas Inativas ocupam uma extensa área na planície costeira, posicionada à retaguarda da lagoa do Batoque, estendendo-se até a margem do canal de deságua do riacho Jacundá, localidade do Iguape.

A porção correspondente ao pós-praia encontra-se recoberta por feições deposicionais eólicas dos tipos ativas e parcialmente ativas. As Dunas Parabólicas Ativas e os Lençóis de Areia margeiam toda a faixa litorânea limitadas, na porção interior, pela presença dos corpos aquosos e, na porção exterior, pelo desenvolvimento das Dunas Frontais.

A faixa litorânea compreendida entre as praias do Porto das Dunas e Iguape, célula de barlar, diferencia-se de sotamar por uma variação de formas de feições eólicas.

As Feições Depositionais Inativas denominadas de Dunas Longitudinais concentram-se em áreas de transição ambiental, funcionando como anteparo natural da circulação eólica. As Dunas Longitudinais Parcialmente Ativas bordejam as áreas adjacentes das dunas longitudinais inativas, entretanto, pode-se

verificar uma certa descontinuidade desses corpos dunares. As Dunas Ativas de forma transversal, barcana, cadeia de barcanóides e parabólicas, estão presentes nas zonas de pós-praia.

As peculiaridades das duas células litorâneas proporcionam uma excelente fonte de informações a serem utilizadas na história evolutiva da região.

As altas cotas altimétricas presenciadas em regiões restritas da planície costeira, áreas de exposição das Dunas Parabólicas e Longitudinais Inativas e das Dunas Longitudinais Parcialmente Ativa, indicam a influência de estruturas tectônicas (neotectonismo) na modelagem da paisagem litorânea.

A redução do domínio das Dunas Barcanas Ativas, observada ao longo dos anos e o desenvolvimento incipiente de Dunas Parabólicas Ativas no segmento litorâneo da localidade da Prainha retratam alterações na dinâmica litorânea. Esse fato está relacionado com a intensidade e com a combinação de parâmetros ambientais (climáticos e oceanográficos) envolvidos na modelagem da paisagem, a instalação e expansão de núcleos residenciais de veraneio.

#### REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. BAGNOLD, R.A. **The physics of blown sand and desert dunes**. London: Methuen, 1941, 265 p.
2. BREED, C.S. & GROW, T. Morphology and distribution of dunes in sand seas observed by remote sensing. A study of global sand seas. **U.S. Geological survey professional paper**, p. 253-429, 1979.
3. CLAUDINO-SALES, V. & PEULVAST, J.P. Geomorfologia dos campos de dunas do Estado do Ceará. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ESTUDOS DO QUATERNÁRIO, 8, 2001, Mariluz, Imbé-RS. **Boletim de Resumos...** São Paulo: Associação Brasileira de Estudos do Quaternário-ABEQUA, 2001, p. 141-143.
4. FORMAN, S.L. & PIERSON, J. Formation of linear and parabolic dunes in the eastern Snake River Plain Idaho in the nineteenth century. **Geomorphology**, v. 56, p. 189-200, 2003.
5. GONÇALVES, R.A.; LEHUGEUR, L.G.O.; CASTRO J.W.A.; PEDROTO A.E.S. Classificação das feições eólicas dos lençóis maranhenses – Maranhão – Brasil. **Mercator**, v. 2, n. 3, p. 99-112, 2003.
6. HESP, P.A. The formation of shadow dunes. **Journal of Sedimentary Petrology**, v. 51, n. 1, p. 101-112, 1981.
7. HESP P. Foredunes and blowout: initiation, geomorphology and dynamics. **Geomorphology**, v. 48, p. 245-268, 2002.
8. HESP, P.; HYDE, R.; HESP, V.; ZHENGYU, Q. Longitudinal dunes can move sideways. **Earth Surface Processes Landform**, v. 14, p. 447-451, 1989.
9. LANCASTER, N. Aspects of the morphometry of linear dunes of the Namib desert. **South African Journal Science**, v. 77, p. 366-368, 1981.
10. LANCASTER N. Linear dunes. **Progress in Physical Geography**, v. 6, p. 457-504, 1982.
11. LANCASTER N. Star dunes. **Progress in Physical Geography**, v. 13, p. 67-91, 1989.
12. LANCASTER, N. Dunes morphology and dynamics. In: Abrahams, A.D. & Parsons, A.J. (Editors), **Geomorphology of Desert Environments**. London: Chapman & Hall, 1994, p. 474-505.
13. LANCASTER, N. **Geomorphology of Desert Dunes**. London: Routledge, 1995, 290 p.
14. MABBUTT, J.A. **Desert landforms**. Cambridge, Massachusetts: Massachusetts Institute of Technology Press, 1977, 340 p.
15. MCKEE, E.D. Sedimentary structures in dunes. In: MCKEE, E.D. (editor), **A Study of global sand seas**. Geological survey professional paper. 1979, p. 83-134.
16. NICKLING, W.G. **Aeolian sediment transport and deposition**. Oxford: Blackwell Scientific Publications, 1994, 379 p.
17. NICKLING, W.G. & MCKENNA-NEUMAN, C. Recent investigations of airflow and sediment transport over desert dunes. In: GOUDIE, A.S.; LIVINGSTONE, I.; STOKES, S. (Editors), **Aeolian Environments. Sediments and Landforms**. Chichester: Wiley, 1999. p. 15-47.
18. PETTIJHON, F.J.; POTTER, P.E.; SIEVER, R. **Sand and sandstone**. New York: Springer-Verlag, 2ª edição, 1987, 553 p.
19. PYE, K. & TSOAR, H. **Aeolian sand and sand dunes**. London: Unwin Hyman, 1990, 396 p.
20. REINECK, H.E. & SING, J.B. **Depositional sedimentary environments**. Berlin: Springer-Verlag, 1975. 439 p.
21. SAURMANN, G.; ROGNON, P.; POLIAKOV, A.; HERMANN, H.J. The shape of the barcan dunes of southern Morocco. **Geomorphology**, v. 36, p. 47-62, 2001.

22. SAURERMANN, G.; ANDRADE, J. S.; MAIA, L.P.; COSTA, U.M.S.; HERMANN, H.J. Wind velocity and sand transport on a barhcan dune. **Geomorphology**, v. 54, p. 245-255, 2003.
23. TINLEY, K.L. **Coastal dunes of South Africa**. África do Sul: South African National Scientific Programmers, Report n° 109, 1985, 300 p.
24. TOMAS, D.G.S. Desert dune activity: concept and significance. **Journal of Arid Environments**, v. 22, p. 31-38, 1992.
25. TSOAR, H.B. & STOLER, Y. Elongation and migration of sand dunes. **Geomorphology**, v. 57, p. 293-302, 2004.
26. WALKER, I.J. & NICKILING, W.G. Dynamic of secondary airflow and sediment transport over and in the lee transverse dunes. **Progress Physical Geography**, v. 26, p. 47-75, 2002.
27. WANG, X.; DONG, Z.; ZHANG, J.; QU, J.; CHEN, G. Geomorphology and sand dunes in the northeast Taklimakan Desert. **Geomorphology**, v. 42, p. 183-195, 2002.
28. WANG, X.; DONG, Z.; ZHANG, J.; QU, J.; ZHAO, A. Grain sizecharacteristic of dune sands in the central Tatlimadam dand-sea. **Sedimentary Geology**, v. 161, p. 1-14, 2003.