

Campo de Dunas Inativas do Médio Rio São Francisco, BA

Marcante registro de ambiente desértico do Quaternário brasileiro

SIGEP 56

Alcina Magnólia Franca Barreto¹

Kenitiro Suguio²

Paulo Eduardo De Oliveira²

Sonia Hatsui Tatumi³

O campo de dunas inativas do médio Rio São Francisco representa, sem dúvida, um dos mais importantes registros de mudanças paleoambientais, principalmente paleoclimáticas, durante o Quaternário no Nordeste Brasileiro. Tal importância advém não somente da sua extensão (cerca de 7.000 km²) e espessura (mais de 100 m), mas também como testemunho de antigos climas mais secos que o atual, que interferiram fortemente na evolução da fauna e flora lá viventes.

Através de estudos geomorfológicos e sedimentológicos foram reconhecidos cinco domínios, possivelmente representativos de distintas gerações de dunas eólicas. Por outro lado, as análises palinológicas de turfas e os dados sedimentológicos de areias sugerem que, no Pleistoceno tardio, houve expansão de florestas pluviais de afinidades Atlântica e Amazônica através do Vale do Rio Icatu. Este fato poderia explicar a existência de alguns enclaves de florestas atuais, com aquelas afinidades, no domínio da caatinga nordestina.

Portanto, acredita-se que a proteção e a preservação deste ecossistema constituam medidas importantes e necessárias visando a manutenção das diversidades faunística e florística na área, representativas das mudanças paleoambientais supracitadas.

The Stabilized Sand Dunefield of Middle São Francisco River, State of Bahia - A remarkable record of desertic environment of the Brazilian Quarternary

The stabilized sand dunefield of the middle São Francisco River represents one of the most important records of paleoenvironmental change, mainly paleoclimatic, during the Quaternary of northeastern Brazil. Such importance is not only a consequence of its large size (ca. 7,000 km²) and of the thickness of its sediments (more than 100 m), but also because it contains a record of past climates, drier than present, which have strongly affected the evolution of its flora and fauna.

Five geomorphological domains, which are representative of distinct eolian dune generations, have been recognized in the area through geomorphological and sedimentological studies. In addition, pollen analysis in peat bog sediments and sedimentological studies of sands indicate that tropical rain forest of Atlantic and Amazonian floristic affinities expanded in the Icatu River Valley

during the Late Pleistocene. This forest expansion could explain the existence of present-day tropical forest enclaves with such affinities, within the modern phytogeographical domain of the northeastern Brazilian caatinga.

Therefore, the environmental protection and preservation of this important ecosystem is of paramount importance for the maintenance of the modern and rich biodiversity patterns found in the area, which in turn are consequence of past environmental change.

INTRODUÇÃO

As dunas inativas, também chamadas fósseis, representam uma herança de climas antigos mais secos que o atual na área, embora estejam estabilizadas pela vegetação (Thomas & Shaw, 1991). Geralmente, exibem formas originais parcialmente reafeiçoadas pelo intemperismo e erosão pluviais. Elas são encontradas em diversas partes do mundo em desertos atuais ou nas suas adjacências (Figura 1), fornecendo dados relacionados aos paleoclimas e paleoventos (Melton, 1940; Lowe & Walker, 1997).

O campo de dunas inativas, aqui estudado, achase delimitado pelo Rio São Francisco e a Serra do Estreito, entre as cidades de Barra e Pilão Arcado, Estado da Bahia. A natureza muito inóspita e a conseqüente baixa densidade demográfica da população humana são fatores que favorecem a preservação da área. Portanto, constitui um sítio privilegiado para pesquisas paleoambientais e paleoecológicas, visando a melhor compreensão das diversidades faunística e florística lá encontradas.

LOCALIZAÇÃO

Este campo de dunas inativas situa-se a NW do estado da Bahia, ao sul do Polígono das Secas, entre as latitudes de 10°00' e 11°00'S e longitudes 42°30' e 43°20'W (Figura 2). Ocupa parte dos municípios de Barra, Pilão Arcado e Xique-Xique, distando cerca de 700 km de Salvador.

O acesso à área pode ser feito de Salvador até Juazeiro pela BR-324 e, a seguir, pela BR-235 até Pilão Arcado. A constituição arenosa do terreno, a ausência de estradas pavimentadas e a precária infra-estrutura restringem o acesso somente a veículos com tração nas quatro rodas ou de tração animal.

HISTÓRICO

A área foi denominada por Williams (1925) de um “pequeno Saara ao longo do São Francisco”. Segundo este autor, as areias hoje estabilizadas pela vegetação teriam sido supridas pelo Rio São Francisco, durante as estiagens, sendo a seguir transportadas pelo vento.

Moraes Rego (1926) incluiu os depósitos aluviais e eólicos, que margeam o Rio São Francisco, na Formação Vazantes, por ele proposta.

As primeiras considerações paleoclimáticas sobre a área são de Domingues (1948), que atribuiu à fase de acentuada aridez durante o último período glacial do hemisfério norte. Segundo este autor, o Rio São Francisco teria assumido caráter senil no Pleistoceno, quando teria apresentado intensa sedimentação, com curso divagante devido à capacidade de transporte insuficiente para carrear toda a carga sedimentar.

Segundo King (1956) as areias eólicas do médio Rio São Francisco seriam resultantes do ciclo erosivo posterior à Superfície Velhas, que teria originado o aplainamento Pliocênico-pleistocênico. Este autor admitiu que o canal principal do rio seguia para NW e

Figura 1 – Localização dos sistemas de dunas inativas ou fósseis.

Figure 1 - Occurrence of inactive or fossil dune systems.

América do Norte

1. Deserto de Mojave; 2. Arizona; 3. Colorado;
4. Nebraska

América do Sul

5. Lhanos, Venezuela e Colômbia; 6. São Francisco, Brasil; 27) Maranhão, Brasil; 8. Pampas, Argentina;

África

9. Mauritânia; 10. Senegal; 11. Hausaland, Nigéria;
12. Mali; 13. Níger; 14. Bacia do Chad; 15. Kordofan, Sudão; 16. Zaire; 17. Zâmbia-Angola; 18. Zimbábue;
19. Kalahari

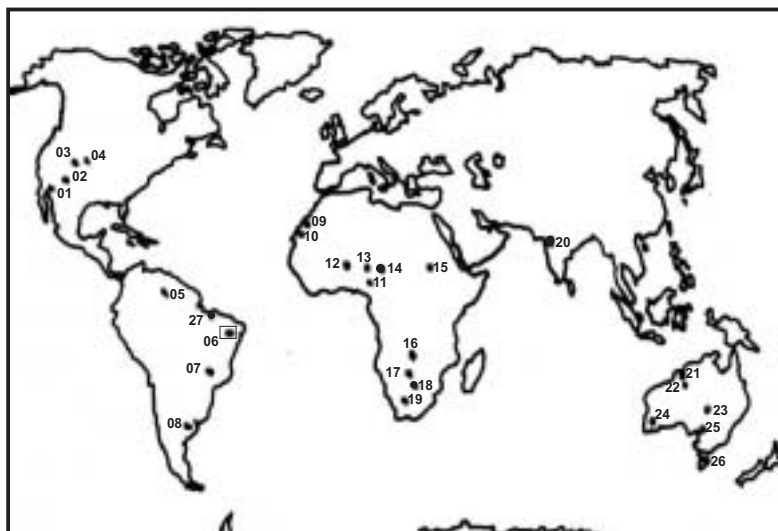
Ásia

20. Deserto de Thar

Oceania

21. Noroeste da Austrália; 22. Deserto de Gt. Sandy;
23. Deserto de Simpson-Malle-Strezelecki; 24. Oeste da Austrália; 25. Sul da Austrália; 26. Tasmânia.

(Modificado de Thomas & Shaw, 1991)



desembocava no Rio Tocantins mas, por captura fluvial, teria chegado à posição atual.

Este campo de dunas inativas foi interpretado como evidência geomorfológica de clima pretérito mais seco que o atual que, segundo Tricart (1974), teria existido durante o último máximo glacial (cerca de 18.000 anos AP). Na época existiria uma drenagem endorreica, que terminava num lago e a atual característica exorreica teria sido adquirida no fim da última glaciação há cerca de 12.000 anos AP.

Baseado na interpretação de Tricart (*op. cit.*), Goudie (1983) incluiu este campo de dunas inativas em um mapa mundial de distribuição de áreas submetidas a atividades eólicas durante o último máximo glacial. Schobbenhaus *et al.* (1984) também aceitaram a interpretação de Tricart (*op. cit.*) e admitiram ser este o “*único exemplo de formações dunares de ambiente desértico quaternário no Brasil*”.

Dunas longitudinais e parabólicas, atingindo até 50 m de altura, teriam sido depositadas por ventos de SE e E (Costa, 1984). As areias deste campo de dunas seriam provenientes do Rio São Francisco e da Serra do Estreito que, como barreira topográfica, limitou a expansão do campo para W. No fim do último estágio glacial, do hemisfério norte, teria ocorrido uma umidificação do clima, propiciando a modificação da drenagem endorreica para exorreica. Deste modo, as dunas teriam sido colonizadas pela vegetação, ficando estabilizadas porém dotadas de equilíbrio muito frágil. Baseada nesta característica, esta autora sugeriu que a área fosse incorporada ao Sistema Nacional de Unidades de Conservação, com preservação assegurada em caráter permanente e compulsório. Esta medida seria favorecida pela inexpressiva ocupação antrópica, atribuível às limitações edáficas e hídricas.

Rodrigues (1991) estudou a herpetofauna, reconhecendo gêneros e espécies novos de lagartos, completamente adaptados à vida subterrânea no interior de areias, semelhantes aos encontrados em desertos australianos e sul-africanos. Segundo o autor, esses animais teriam origem em um ancestral comum que, tendo as suas áreas de dispersão isoladas por uma barreira geográfica representada pelo Rio São Francisco, deram origem a três novas espécies.

Diferentemente da idéia de Costa (1984), Barreto & Suguio (1993) e Barreto (1996) obtiveram

dados sedimentológicos, indicando que o Rio São Francisco teria sido praticamente a única fonte de areias para o campo de dunas. Estes autores compararam a carga sedimentar atual transportada pelo Rio São Francisco com o volume estimado de areia eólica existente entre Barra e Pilão Arcado e concluíram que seriam necessários, no mínimo, 100.000 anos para que toda a areia fosse acumulada na área.

DESCRIÇÃO DO SÍTIO

Clima

O clima da área pode ser classificado (Köppen) de Bswb (semi-árido quente com 7 a 8 meses de seca). A precipitação anual de 400-800 mm ocorre principalmente de outubro a março. Segundo Nimer (1977, 1989), a temperatura média do mês mais frio é superior a 18°C e as médias anuais não ultrapassam 27°C. As flutuações sazonais dos ventos estão ligadas à Massas Equatorial Atlântica e Tropical Atlântica no inverno e à Massa Equatorial Continental no verão. As velocidades de vento, medidas nas estações meteorológicas de Remanso e Barra, entre 1928-1942 e 1972-1976, indicaram médias relativamente baixas, entre 1,8 a 3,1 m/s (Pessoa, 1979 e Silva, 1974).

Vegetação

Os solos arenosos pouco desenvolvidos das dunas e o clima semi-árido da área dão origem à vegetação predominante do tipo caatinga (Jacomine *et al.*, 1976).

A caatinga pode ser subdividida em hipoxerófila (arbustiva) e hipoxerófila (arbórea). A primeira desenvolve-se preferencialmente, nas proximidades do Rio São Francisco, com densidade variável e aspecto rasteiro e aberto. São comuns a favela (*Cnidoscolus phyllacanthus*), o pinhão bravo (*Euphorbia*), o araçá-de-boi (Myrtaceae), a macambira (*Bromelia* sp.) e touceiras do cacto quipá (*Opuntia inamoema*). A caatinga hiperxerófila estende-se sobre os depósitos eólicos e assemelha-se a uma vegetação de transição entre a caatinga e a floresta caducifólia. São típicas a bombacácea (*Pseudobombax*), a celastrácea (*Maytenus*), algumas cactáceas arborescentes (*Pilocereus*), o xique-xique (*Pilocereus* sp.) e o cacto conhecido como coroa-de-frade.

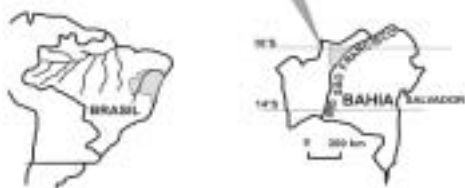
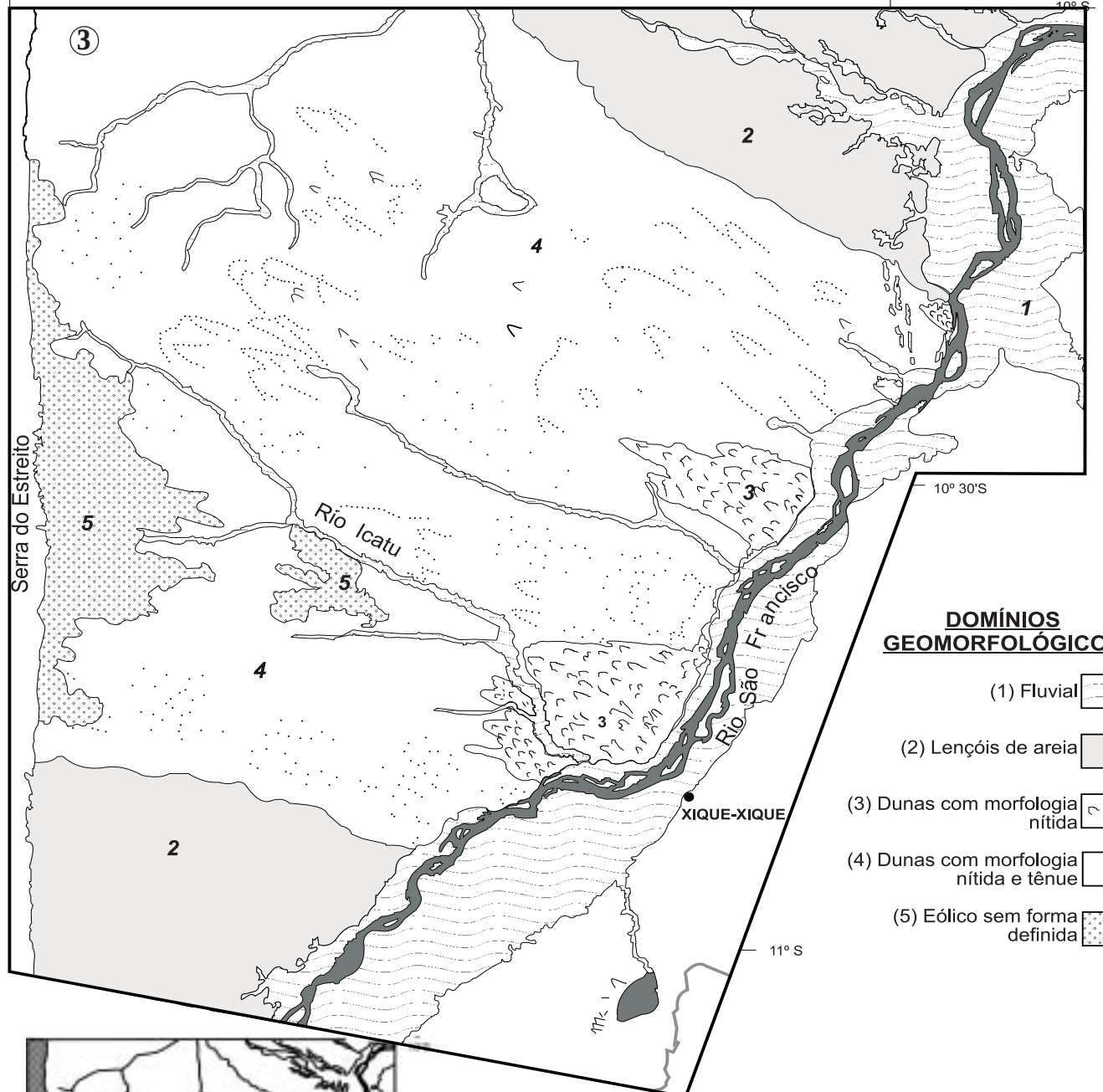


Figura 2 – Localização da área de estudo.

Figure 2 - Map of study site

Figura 3 - Mapa simplificado de Domínios Geomorfológicos (Barreto, 1996).

Figure 3 - Simplified map of geomorphic domains (Barreto, 1996).



4

Figura 4 – Domínio Geomorfológico 3. Visão geral das dunas junto ao Rio São Francisco, apresentando-se com relevo fortemente ondulado, leques de areia de erosão pluvial e vegetação de caatinga arbustiva

Figure 4 – Geomorphic Domain 3. General aspect of the dunes adjacent to the São Francisco River, showing the undulated physiography of the region, sand fans formed by pluvial erosion and shrub-caatinga vegetation.



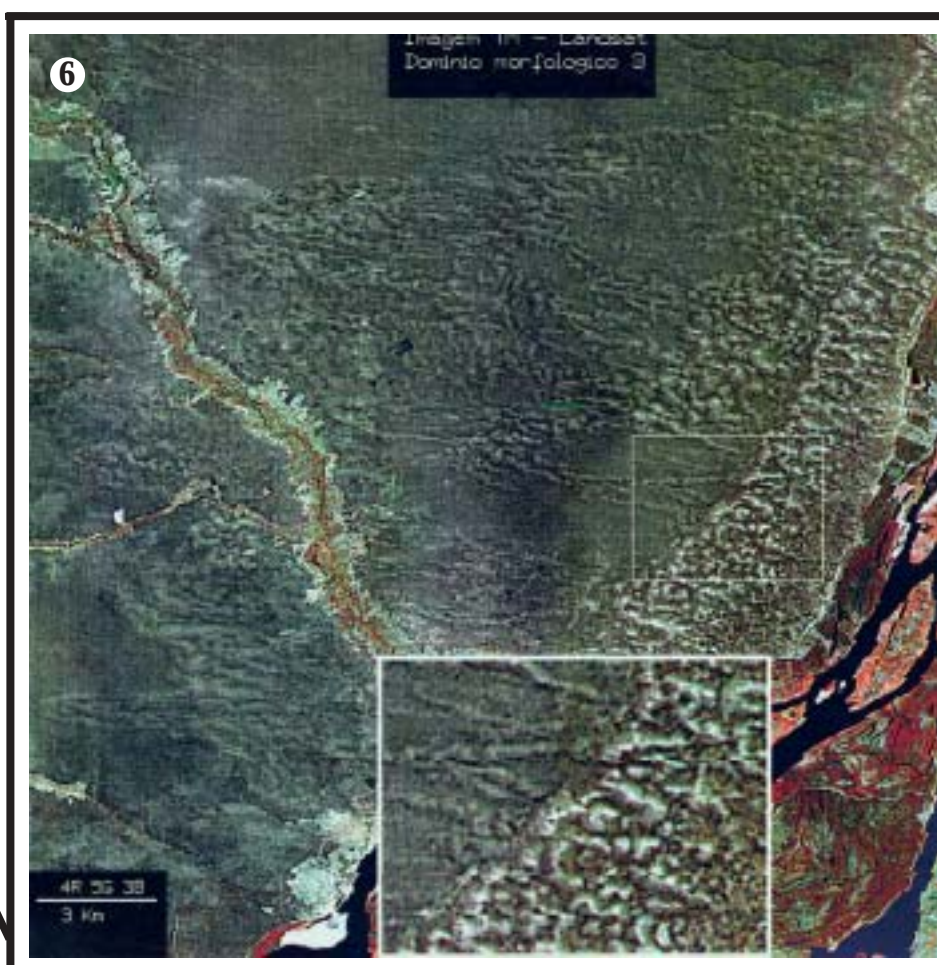
5

Figura 5 – Domínio Geomorfológico 4. Aspecto geral do relevo moderadamente ondulado e da vegetação de caatinga arbórea densa. Nota-se também a coloração branca das areias junto ao brejo de São Gonçalo (Rio Icatu).

Figure 5 – Geomorphic Domain 4. General aspect of the local physiography showing the moderately undulated terrain covered by dense arboreal caatinga. Note the white sands next to the São Gonçalo swamp (Icatu River).

Figura 6 – Domínio Geomorfológico 3, com predominância de formas parabólicas compostas aninhadas e escalonadas (em detalhe). No canto inferior direito, observa-se trecho do Rio São Francisco junto a Xique-Xique e, à esquerda, seu tributário Rio Icatu.

Figure 6 – Geomorphic Domain 3, with predominance of nested, compound, eschelon parabolic dunes (detail). On the right hand lower corner, the São Francisco River at Xique-Xique, and its tributary, the Icatu River.



6

Margeando o Rio São Francisco ocorre a mata ciliar, com espécies de carnaúba (*Copernicia cerifera*), umari (Palmae), quixabeira (*Bromelia sartorum*). Nas margens dos afluentes do Rio São Francisco que atravessam as dunas e nas baixadas interdunares são encontradas as veredas desenvolvidas sobre solos hidromórficos, com buriti (*Mauritia vinifera*), pindaíba e taoba (*Typha* sp.).

Geomorfologia e geologia

A área situa-se, em termos geomorfológicos, na depressão periférica do médio Rio São Francisco, com altitudes variáveis entre 400 e 800 m (IBGE, 1977).

As feições relacionadas à sedimentação eólica foram analisadas quanto às características sedimentológicas e morfológicas, modificações pós-deposicionais e padrões pretéritos de paleoventos (Barreto, 1996). Este estudo permitiu a caracterização de cinco domínios geomorfológicos descritos na Figura 7 (ver também Figuras 3, 4 e 5):

Cada domínio geomorfológico compreende área com características morfológicas semelhantes, resultantes da época de sedimentação e das modificações pós-deposicionais que, a rigor, pode abranger mais de uma fase de geração de dunas.

Entretanto, essas premissas orientaram as coletas de amostras de areias para estudos sedimentológicos e datações por termoluminescência (TL).

As alturas das dunas são variáveis entre 5-10 m até 50-60 m, com a média entre 15 m. e 25 m. As dimensões horizontais das dunas situam-se mais comumente entre 1-3 km, mas algumas dunas parabólicas podem ter mais de 10 km. Aplicando-se a classificação de Pye (1993) foi constatada a ocorrência de grande variedade de dunas parabólicas compostas e simples. As formas mais comuns são: aninhadas (*nested*), escalonadas (*echelon* ou *rake-like*), digitadas (*digitate*) e superimpostas (*superimposed*) (Figura 6). A diversidade de formas parabólicas pode ser atribuída à variabilidade de rumos de paleoventos em escala regional. Os paleoventos apresentaram duas modas marcantes (NW e W), com dispersão na faixa de 53° (Barreto, 1996).

O gigantismo das dunas poderia ser atribuído ao efeito combinado de alta energia (velocidade) dos ventos, aliada ao abundante suprimento de areia e à resistência local à migração oferecida pelos obstáculos como vegetações e afloramentos rochosos.

No atual estado de conhecimentos, existem muitas dúvidas quanto às relações entre os padrões de

Figura 7 - Caracterização dos Domínios Geomorfológicos.
Figure 7 - Characterization of Geomorphological Domains.

Domínios Geomorfológicos	Altitudes médias (m)	Principal forma de relevo	Densidade e preservação das dunas	Processos/agentes	Principais tipos de depósitos
 Fluvial	400-440 480 e 520	Plano	-	Fluvial	Fluvial
 Lençóis de areia	400-440	Plano	-	Eólico com Retrabalamento fluvial e pluvial importante	Mantiformes com canais fluviais difusos
 Dunas com morfologia nítida	400-480	Fortemente ondulado	Alta densidade e boa preservação	Eólico com Retrabalamento fluvial e pluvial	Variedade de dunas Parabólicas nítidas
 Dunas com morfologia tênue nítida	440-600	Forte a moderado ondulado	Densidade e preservação variável	Eólico com Retrabalamento fluvial e pluvial	Dunas com formas Tênues, nítidas e indefinidas
 Dunas dissipadas	600-680	Tabuleiros e suave ondulado	Baixa	Eólico com intenso Retrabalamento fluvial e pluvial	Tabuleiro

paleoventos e as diferentes gerações de dunas; porém, do Pleistoceno-tardio até hoje podem ser reconhecidos, pelo menos, três episódios seguintes:

- a. Entre 28.000 e 15.000 anos AP - Neste intervalo de tempo foram geradas as principais dunas parabólicas compostas e aninhadas, com tendência a formas de “V” fechadas, a formas parabólicas simples e alongadas, com ventos de SE para NW, refletindo regimes unimodais com pequena dispersão.
- b. Entre 9.000 e 4.000 anos AP - Neste intervalo de tempo foram originadas dunas parabólicas, compostas e aninhadas, além de escalonadas superimpostas e digitadas, com formas predominantemente fechadas de “U”, em resposta a ventos de E a SE para W a NW. Nesta época, embora ainda fossem unimodais, os ventos apresentaram maior dispersão, favorecendo a ocorrência de variedade de formas parabólicas.
- c. Entre 4.000 e 900 anos AP - Uma nova geração de dunas superimpostas às mais antigas, constituída por dunas parabólicas aninhadas e alongadas-assimétricas de menores tamanhos, refletindo possivelmente ventos de SE para NW com menor dispersão, foi originada.

As três gerações supracitadas encontram-se superimpostas na porção centro-norte do domínio geomorfológico 4. As duas últimas gerações são encontradas principalmente no domínio geomorfológico 3, ao longo do Rio São Francisco, sugerindo que seja a fonte principal e quase única das areias eólicas. Aliás, este fato foi também mostrado muito claramente pelas características sedimentológicas.

Os estudos granulométricos, morfoscópicos e mineralógicos indicaram altas maturidades textural e composicional das areias, sugestivas de areias policíclicas.

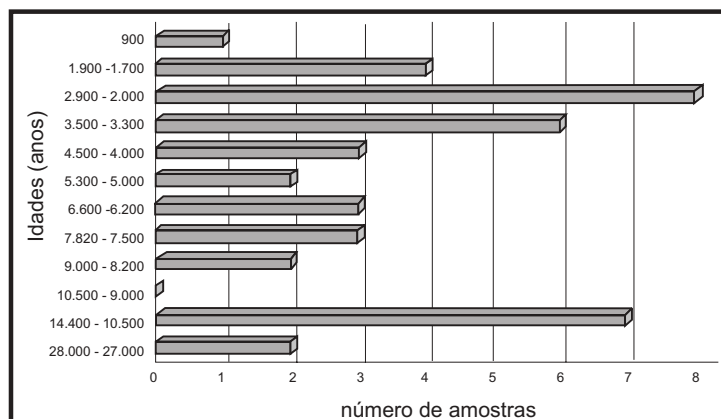
Sete perfis de sondagem elétrica vertical, combinados com as características topográficas da área, indicaram que o embasamento das dunas pode situar-se até cerca de 140 m abaixo do nível de base atual, representado pelo Rio São Francisco, com 50 a 150 m de espessura de areia eólica. As dunas constituem um aquífero importante, mas sem utilização devida à baixa densidade demográfica, representando fonte potencial de suprimento para demandas domésticas e irrigações.

As datações por termoluminescência (TL) de 42 de areias de dunas indicaram fases de atividades eólicas importantes, intercaladas por épocas de estabilização, pelo menos desde 28.000 a 900 anos AP (Figura 8). A falta de idades entre 10.500 e 9.000 anos sugere que, no início do Holoceno, a atividade eólica tenha sido mais limitada. Por outro lado, a grande frequência de idade entre 4.500 e 1.700 anos AP, sugere aumento da atividade eólica. As idades obtidas por termoluminescência, quando comparáveis com idades radiocarbono em amostras contíguas, mostraram boa concordância.

A grande maioria das idades obtidas por termoluminescência em areias eólicas está, aparentemente, de acordo com a aridez crescente, sugerida pelo aumento de vegetação de caatinga e cerrado nos últimos 4.000 anos. Este fato parece ser apoiado pela ocorrência de 12 sítios amostrados, com fragmentos de carvão disseminados nas dunas, datados por radiocarbono, em área de cerca de 1.000 km² (Barreto *et al.*, 1996). O aumento de aridez no Holoceno tardio poderia ser correlacionado a fatores semelhantes, atribuídos a fenômenos do tipo El-Niño de longa duração (dezenas a centenas de anos), sugeridos em outras áreas (Meggers, 1994; Turcq *et al.*, 1998).

Figura 8 - Representação gráfica do número de amostras datadas em função da idade TL.

Figure 8 – Graphic representation of the samples dated by Thermoluminescence.



Palinologia e paleoclimas

O estudo palinológico de uma turfeira do Rio Icatu, principal afluente do Rio São Francisco na área de estudo, na localidade de Saquinho (10°24'S; 43°13'W), acusou idade basal de 10.900 anos AP (De Oliveira *et al.*, 1997). Este estudo, que representa o primeiro trabalho do gênero realizado em zona semi-árida de caatinga dos Brasil, permitiu o reconhecimento de cinco fases distintas de vegetação e clima, ocorridas nos últimos 11.000 anos.

No fim do Pleistoceno e início do Holoceno, as condições de clima mais frio e úmido que o atual permitiram a expansão de floresta pluvial de galeria (mata ciliar) nas planícies fluviais. Embora menos conspícua na paisagem entre 11.000 e 8.900 anos AP, a vegetação de caatinga sempre esteve presente, cuja participação aumentou após 4.240 anos AP.

Os estudos palinológicos, bem como as datações por termoluminescência, não corroboram a hipótese simplista de Tricart (1974), de que este gigante campo de dunas tenha sido originado durante o último máximo glacial, entre 18.000 e 14.000 anos AP. O retrabalhamento de dunas nos últimos 30.000 anos parece ter sido mais intenso no Holoceno que no Pleistoceno tardio e, além disso, a grande espessura de areias eólicas sugere que eventos semelhantes remontem ao início do Quaternário ou, até mesmo, ao Terciário tardio na área em questão.

Finalmente, as análises palinológicas sugerem que, no Pleistoceno tardio, ocorreu grande expansão de florestas pluviais de afinidades Atlântica e Amazônica, que invadiram o Vale do Rio Icatu. Este fato poderia explicar a afinidade botânica dos atuais enclaves, de floresta pluvial no domínio climático da caatinga nordestina, às florestas supra-citadas (De Oliveira *et al.*, 1999).

MEDIDAS DE PROTEÇÃO

A área do campo de dunas inativas do médio Rio São Francisco (Estado da Bahia), representa um sítio muito importante como testemunho de evoluções geomorfológicas e geológicas locais, em grande parte atribuíveis às alternâncias paleoclimáticas do Nordeste Brasileiro durante o Quaternário. Por outro lado, a biodiversidade da fauna e flora locais reflete também o dinâmico cenário físico acima relatado.

É enorme a suscetibilidade à erosão dos sedimentos essencialmente arenosos, de modo que a ocupação humana da área conduziria à completa

desfiguração geomorfológica das dunas, causando reflexos irreversíveis na hidrologia e na biodiversidades faunística e florística. Não há qualquer dúvida que o adensamento da ocupação humana local exacerbaria os processos geológicos. Os solos pobres e aproveitáveis pela rarefeita população local para culturas de subsistência e, além disso, as dificuldades de acesso são fatores naturais que favorecem a preservação.

Deste modo é imprescindível que a vegetação, que protege o relevo contra a erosão e reativação da atividade eólica hoje existente, seja protegida. Além disso, a vegetação nativa controla o regime hidrológico e fornece alimentação e forma os nichos de refúgio e de vida para os animais endêmicos ainda pouco estudados.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Barreto, A. M. F. 1993. *Estudo morfológico e sedimentológico da porção norte do mar de areia fóssil do médio Rio São Francisco, Bahia*. Inst. de Geociências, Universidade de São Paulo, São Paulo, Dissertação de Mestrado, 98p.
- Barreto, A.M. F.; Suguio K. 1993. Considerações sobre a idade e a paleogeografia das paleodunas do médio Rio São Francisco, Bahia. In: Congresso da Associação Brasileira de Estudos do Quaternário - ABEQUA, IV, São Paulo. *Resumos Expandidos*, p. 11.
- Barreto, A. M. F. 1996. *Interpretação paleoambiental do sistema de dunas fixadas do médio Rio São Francisco, Bahia*. Inst. de Geociências, Universidade de São Paulo, São Paulo, Tese de Doutorado, 174 p.
- Barreto, A. M. F.; Pessenda, L. C.; Suguio, K. 1996. Probable drier Holocene climate evidenced by charcoal bearing middle São Francisco river paleodunes, state of Bahia, Brazil. *Anais da Academia Brasileira de Ciências*. **68**:1. 43-48p
- Costa, M. I. P. 1984. Caracterização e avaliação dos ambientes dunares nas folhas SA 24 Fortaleza; SB 24/25 Jaguaribe/ Natal e SC 23 Rio São Francisco. *Boletim Técnico do Projeto RadamBrasil*, Série Geomorfologia, **187**:84-87.
- De Oliveira, P.E.; Barreto, A.M.F.; Suguio, K. 1997. Paleovegetação e paleoclima do Quaternário tardio da caatinga brasileira: o campo de dunas do médio rio São Francisco, Bahia. In: Congresso da Associação Brasileira de Estudos do Quaternário ABEQUA, VI e VII Reunião sobre o Quaternário da América do Sul. Curitiba, PR. *Resumos Expandidos*.171-175.
- De Oliveira, P.E.; Barreto, A.M.F.; Suguio, K. 1999. Late Pleistocene/Holocene Climatic and Vegetational History of the Brazilian Caatinga: the fossil dunes of the middle São Francisco River. *Paleogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology* vol 152 (3-4) 319-337.
- Domingues, A. J. P. 1948. Contribuição a geologia do sudeste da Bahia. *Revista Brasileira de Geografia*, **10**:255-289
- Goudie, A. 1983. *Environmental Change*. 2 ed. Oxford, Clarendon 258 p.
- IBGE. 1977. *Geografia do Brasil*. Rio de Janeiro, SERGRAF/IBGE vol. 2.
- Jacomine, P.K.T.; Cavalcanti, A.C.; Ribeiro, M. R.; Montenegro, J. O.; Burgos, N. 1976. Levantamento Exploratório - Reconhecimento de solos da margem esquerda do Rio São

- Francisco, Estado da Bahia. *Boletim Técnico EMBRAPA*, nº 38, 404 p.
- King, L. G. 1956. A Geomorfologia do Brasil Oriental. *Revista Brasileira de Geografia*, **18**(2):147-265.
- Lowe, J. J.; Walker, M. J. C. 1997. *Reconstructing Quaternary Environments*. London, Longman Group Ltd. Londres, 446p.
- Meggers, B.J. 1994. Archeological evidence for the impact of mega-niño events on Amazonia during the past two millenia. *Climatic Change*, **28**: 321-338.
- Melton, F.A. 1940. A tentative classification of sand dunes its application to dune history in the Southern High Plains. *Journal of Geology*, **48**(2):113-145.
- Moraes Rego, L. F. de. 1926. Reconhecimento geológico da parte ocidental do Estado da Bahia. *Boletim do Serviço Geológico e Mineralógico*, **17**:33-54.
- Nimer, E. 1977. Clima. In: *Geografia do Brasil - Região Nordeste*. Vol. 2 IBGE. Rio de Janeiro.
- Nimer, E. 1989. *Climatologia do Brasil*. IBGE. Rio de Janeiro, 421p.
- Pessoa, M. D. 1979. Inventário Hidrogeológico Básico do Nordeste. Folha 18. São Francisco NE. *SUDENE, Série Hidrogeologia*, Bol. nº 59,
- Pye, K. 1993. Late Quaternary development of coastal parabolic megadune complexes in northeastern Australia. *Spec. Publ. of the Int. Ass. Sediment.*, **16**:23-44.
- Rodrigues, M. T. 1991. Herpetofauna das dunas interiores do Rio São Francisco, Bahia, Brasil. *Papéis Avulsos de Zoologia*, **37**(19):285-320.
- Schobbenhaus, C. F. 1984. *Geologia do Brasil*. Texto explicativo do mapa geológico do Brasil e da área oceânica adjacente incluindo depósitos minerais, escala 1: 2.500.000. Brasília, MME/DNPM, 501 p.
- Silva, A.B. 1974. Inventário Hidrogeológico Básico do Nordeste. Folha 23 São Francisco SE. *SUDENE, Série Hidrogeologia*, Bol. nº **50**, 160 p.
- Thomas, D.S.G.; Shaw, P.A. 1991 "Relict" desert systems: interpretations and problems. *Journal of Arid Environments*, **20**:1-14.
- Tricart, J. 1974. Existence de périodes seches au Quaternaire en Amazonie et dans les régions voisines. *Revue Geomorphologie Dynamique*, **4**:145-158.
- Turcq, B. Sifeddine, A.; Martin, L.; Absy, M.L.; Soubies, F. Suguio, K.; Volkmer-Ribeiro, C. 1998. Amazonia rainforest fires: A lacustrine record of 7,000 years. *Ambio*, **27**:139-142.
- Williams, H. E. 1925. Notas geológicas e econômicas sobre o vale do Rio São Francisco. *Boletim do Serviço Geológico e Mineralógico*, nº **12**, 56 p.

¹ Departamento de Geologia. Universidade Federal de Pernambuco. Recife, PE. alcina@npd.ufpe.br

² Departamento de Paleontologia e Estratigrafia. Instituto de Geociências – Universidade de São Paulo. bjd@bragnet.com.br

³ Departamento de Ensino Geral. Faculdade de Tecnologia de São Paulo. tatumi@fatecsp.br.