UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO
INSTITUTO DE GEOCIÊNCIAS

ESTUDO MORFOLÓGICO E SEDIMENTOLÓGICO DA
PORÇÃO NORTE DO MAR DE AREIA FÓSSIL DO MÉDIO
RIO SÃO FRANCISCO, BAHIA

Alcina Magnólia Franca Barreto

Orientador: Prof. Dr. Kenitiro Suguio

DISSERTAÇÃO DE MESTRADO

Programa de Pós-Graduação em Geologia Sedimentar

SÃO PAULO
1993

UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO
INSTITUTO DE GEOCIÊNCIAS

DEDALUS - Acervo - IGC

30900004610

ESTUDO MORFOLÓGICO E SEDIMENTOLÓGICO DA
PORÇÃO NORTE DO MAR DE AREIA FÓSSIL DO MÉDIO
RIO SÃO FRANCISCO, BAHIA

Alcina Magnólia Franca Barreto

Orientador: Prof. Dr. Kenitiro Suguio

DISSERTAÇÃO DE MESTRADO

COMISSÃO JULGADORA

	nome	ass.
Presidente:	Dr. K. Suguio	
Examinadores:	Dr. C. Riccomini	
	Dr. W.L. Ponçano	

SÃO PAULO
1993

A Geronimo,
Tiago,
Geronimo Filho e
Alexandre

INDICE

RESUMO.....	i
ABSTRACT.....	iii
AGRADECIMENTOS.....	v
1. INTRODUÇÃO.....	01
1.1. OBJETIVOS.....	03
2. A AREA DE ESTUDO.....	04
2.1. LOCALIZAÇÃO GEOGRÁFICA.....	04
2.2. GEOMORFOLOGIA.....	06
2.3. CLIMA.....	06
2.4. VEGETAÇÃO.....	08
2.5. ASPECTOS GEOLÓGICOS REGIONAIS.....	10
2.5.1. ARQUEANO E PROTEROZOICO.....	10
2.5.2. CENOZOICO.....	12
3. TRABALHOS PREVIOS SOBRE OS SEDIMENTOS EÓLICOS NEOCENOZOICOS DO MEDIO RIO SÃO FRANCISCO (FORMAÇÕES VAZANTES/CASA NOVA).....	16
4. METODOLOGIA.....	20
4.1. TRABALHOS DE GABINETE.....	20
4.2. TRABALHOS DE CAMPO.....	21
4.3. TRABALHOS DE LABORATÓRIO.....	24
5. ESTUDO MORFOLÓGICO.....	27
5.1. CONCEITOS BASICOS.....	27
5.1.1. MARES DE AREIA (<i>SAND SEAS</i>).....	27
5.1.2. <i>DRAAS</i> E DUNAS E ONDULAÇÕES.....	27
5.1.3. PALEODUNAS DE DESERTOS INTERIORES.....	32

5.2. CARACTERIZAÇÃO MORFOLÓGICA DA AREA MAPEADA.....	33
5.2.1. DRAAS E DUNAS.....	36
5.2.2. INTERDUNAS.....	37
5.2.3. RIOS.....	37
5.2.3.1. RIO SÃO FRANCISCO.....	37
5.2.3.2. AFLUENTES DO RIO SÃO FRANCISCO.....	42
5.3. MUDANÇAS NA MORFOLOGIA ORIGINAL DAS DUNAS.....	46
6. PALEOVENTOS.....	48
6.1. APRESENTAÇÃO DOS RESULTADOS.....	48
7. ANALISES SEDIMENTOLÓGICAS.....	50
7.1. COLORAÇÃO DAS AREIAS.....	50
7.1.1. APRESENTAÇÃO DOS RESULTADOS.....	50
7.2. ANALISE GRANULOMÉTRICA.....	52
7.2.1. TRATAMENTO DE DADOS.....	52
7.2.2. APRESENTAÇÃO DOS RESULTADOS.....	52
7.3. ANALISE MORFOSCÓPICA.....	56
7.3.1. APRESENTAÇÃO DOS RESULTADOS.....	57
7.4. ANALISES MINERALÓGICAS.....	57
7.4.1. MINERAIS LEVES.....	57
7.4.1.1. APRESENTAÇÃO DOS RESULTADOS.....	61
7.4.2. MINERAIS PESADOS.....	64
7.4.2.1. APRESENTAÇÃO DOS RESULTADOS.....	65
7.4.3. ARGILOMINERAIS.....	73
7.4.3.1. APRESENTAÇÃO DOS RESULTADOS.....	73
8. DATAÇÃO DE SEDIMENTOS ARENOSOS PELO MÉTODO DA TERMOLUMINESCÊNCIA.....	74
8.1. APRESENTAÇÃO DOS RESULTADOS.....	75
9. SIGNIFICADO GEOLÓGICO DOS RESULTADOS ANALÍTICOS.....	77
9.1. ANALISES SEDIMENTOLÓGICAS.....	77
9.2. IDADE E PALEOGEOGRAFIA.....	80

10. CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	83
11. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	88

ÍNDICE DAS FIGURAS

Figura 1 - Localização dos sistemas de dunas reliquiárias ou fósseis encontradas na literatura.....	02
Figura 2 - Localização geográfica da área de estudo.....	05
Figura 3 - Mapa geológico da região noroeste da Bahia.....	11
Figura 4 - Mapa de amostragem da área 1.....	22
Figura 5 - Mapa de amostragem da área 2.....	23
Figura 6 - Classificação das formas de leito eólicas	28
Figura 7 - Algumas variedades de dunas eólicas de formas parabólicas e lineares.....	30
Figura 8 - Representação das morfologias mais comuns na área mapeada, orientadas com os paleoventos dominantes..	35
Figura 9 - Representação gráfica da orientação preferencial dos lineamentos na cobertura sedimentar e no embasamento, conforme as medidas obtidas nas imagens de radar e satélite.....	45
Figura 10 - Representação gráfica da orientação preferencial dos paleoventos.....	49
Figura 11 - Mapa de distribuição de variação da cor das areias nos pontos amostrados.....	51
Figura 12 - Distribuição geral da variação percentual das classes texturais na área mapeada.....	54
Figura 13 - Variação percentual do arredondamento em grãos de quartzo na área mapeada.....	59
Figura 14 - Variação percentual da textura superficial em grãos de quartzo na área mapeada.....	60
Figura 15 - Variação do índice de ZTR na área mapeada.....	72
Figura 16 - Resultado das análises de datação pelo método da termoluminescência para a amostra T2.....	76

ÍNDICE DE TABELAS

Tabela 1 - Altitudes, temperaturas médias anuais e índices pluviométricos de algumas cidades da região pesquisada.....	07
Tabela 2 - Direção e velocidade dos ventos para as estações meteorológicas de Barra e Remanso.....	09
Tabela 3 - Teor de matéria orgânica encontrado nas amostras do Lençol de areia, duna e interduna.....	53
Tabela 4 - Esfericidade, arredondamento e textura superficial em grãos de quartzo.....	58
Tabela 5 - Relação quartzo/feldspato.....	62
Tabela 6 - Tipo de extinção, natureza dos grãos e porcentagem de vacúolos e micrólitos nos grãos de quartzo.....	63
Tabela 7 - Peso e porcentagem dos minerais pesados magnéticos e não magnéticos nas frações analisadas e na amostra total.....	66
Tabela 8 - Frequências percentuais, índices de ZTR e classificação de maturidade mineralógica dos minerais pesados transparentes não micáceos.....	67
Tabela 9 - Análise de frequência dos minerais pesados transparentes não micáceos.....	69

INDICE DAS FOTOGRAFIAS

Fotografia 1 - Vista geral da porção norte do mar de areia fóssil do médio Rio São Francisco.....	34
Fotografia 2 - <i>Draas</i> e dunas com a morfologia menos modificada, e a indicação dos paleoventos.....	38
Fotografia 3 - <i>Draas</i> e dunas com a morfologia menos modificada, rochas do complexo de Xique-Xique, Rio São Francisco e a indicação dos paleoventos.....	39
Fotografia 4 - <i>Draas</i> e dunas com morfologia menos modificada, paleodrenagens, e a indicação dos paleoventos...	40
Fotografia 5 - <i>Draas</i> e dunas com a morfologia modificada e a indicação dos paleoventos.....	41
Fotografia 6 - <i>Draas</i> e dunas com morfologias modificada e muito modificada, paleodrenagens e a indicação dos paleoventos.....	41
Fotografia 7 - <i>Draas</i> e dunas com morfologia muito modificada, e no detalhe, as com a morfologia menos modificada sobrepostas as primeiras.....	47
Fotografia 8 - Dunas com morfologia menos modificada, apresentando vegetação pobremente desenvolvida, vista do Rio São Francisco. Em detalhe, observam-se cones de dejeção.....	47

ANEXOS

- Anexo 1 - Mapa geológico-morfológico da porção norte do mar de areia fóssil do médio Rio São Francisco, Bahia.
- Anexo 2 - Tabela de amostragem, unidade e/ou subunidade determinação da cor e análises realizadas.
- Anexo 3 - Localização das fotografias.
- Anexo 4 - Resultado das análises granulométricas, porcentagens das classes texturais e classificação textural de Shepard (1954) para as amostras do lençol de areia dunas, interdunas e Rio São Francisco.
- Anexo 5 - Média aritmética e desvio padrão (ϕ) dos parâmetros estatísticos de Folk & Ward (1957) para as amostras do lençol de areia, duna e interduna.
- Anexo 6 - Freqüências percentuais, segundo os parâmetros estatísticos de Folk & Ward (1957), para as amostras do lençol de areia, duna e interduna.

RESUMO

Ao longo do médio Rio São Francisco (Bahia) encontram-se áreas de sedimentação eólica neocenozóica, constituindo *mares de areia fósseis*. A principal área de ocorrência localiza-se entre as cidades de Barra e Pilão Arcado, e possui cerca de 5.000 km².

O estudo morfológico da porção norte da maior concentração desses depósitos revela que o principal padrão observado consiste de grandes dunas (*draas*) parabólicas compostas e complexas, associadas a formas longitudinais. Atualmente, elas estão cobertas por vegetação do tipo caatinga, e apresentam a morfologia original modificada por processos pluviais, fluviais e pedológicos. Essas modificações apresentam-se com intensidades diferentes e, associadas a outros dados, sugerem que esta sedimentação provavelmente ocorreu de maneira policíclica, com alternância de fases mais secas, com desenvolvimento de dunas, e mais úmidas, com a dissecação das mesmas e formação de pequenas e médias drenagens.

Através de datação pelo método da termoluminescência, estabeleceu-se uma fase de desenvolvimento de dunas a cerca de 7.400 anos.

A análise de lineamentos, presentes na cobertura sedimentar eólica e no embasamento próximo, podem representar estruturas do embasamento, reativadas, afetando os sedimentos.

Os paleoventos eram predominantemente unimodais, com direções SE-NW e sentido médio de N 66°W.

As areias encontram-se no intervalo granulométrico correspondente a areia fina a média e são moderadamente

selecionadas. Nas dunas, a porcentagem de finos (silte + argila) varia de 0.1 a 12%.

O arredondamento e a textura superficial em grãos de quartzo revelam o aumento do grau de retrabalhamento dos sedimentos de leste para oeste.

Em relação à cor das areias, uma maior disponibilidade de ferro fornecido pelos quartzitos ferríferos do Complexo de Xique-Xique e as oscilações do nível do lençol freático, mais alto junto ao Rio São Francisco, dão o predomínio de cores amarelas a castanhas para as amostras localizadas a leste, enquanto as localizadas a oeste apresentam o predomínio de cores brancas a cinzas.

A relação quartzo/feldspato é bastante alta (> 95%), indicando supermaturidade mineralógica.

As porcentagens de minerais pesados encontradas nas areias são baixas, variando entre 0.01 e 0.5%. As assembléias mostram-se relativamente pobres e constituídas principalmente de minerais do grupo dos ultraestáveis (zircão, turmalina e rutilo) e estáveis (cianita e estauroлита) e, mais raramente, minerais instáveis, em pequenas porcentagens (epídoto e anfibólios), localizadas apenas nas amostras mais próximas ao Rio São Francisco.

Os altos índices de maturidade mineralógica (índice de ZTR) não permitiram maiores detalhes quanto determinação da área fonte das areias, que provavelmente, trata-se de metassedimentos dos grupos Santo Onofre e Chapada Diamantina, retrabalhados pelo Rio São Francisco e seus afluentes.

Na ausência de uma nomenclatura adequada para os sedimentos eólicos neoceno-zóicos do médio Rio São Francisco, sugere-se a denominação de **Formação Rio Icatú** para os mesmos.

ABSTRACT

Along the mid-course of the São Francisco River, Bahia state, there occur Neocenozoic eolian sediments which constitute fossil sand seas. The main occurrence, which covers 5.000 km², is located between Barra and Pilão Arcado towns, object of this work.

The morphologic study of the norther portion of the largest concentration of such deposits shows that the main pattern consists of great composite and complex parabolic dunes (draas) associated with longitudinal forms. At present caatinga-type vegetation grows on them and their original morphology has been modified by pluvial, fluvial and pedologic processes. Their different intensities are registered and by interpreting sedimentological data, it is suggested that the sedimentation probably occurred polycyclically, under alternating drier and more humid environments, the former favouring the dune formation and the latter corresponding to their dissection and development of small and medium drainages.

Through The dating method of termoluminescence a phasis of dune development has been established at approximately 7.400 years ago.

The lineaments which are present both on the basement as well as on the eolic sedimentary cover can indicate tectonic reactivation.

Paleo-winds were predominanantly unimodal, trending SE-NW, with average N66W direction.

The grain size corresponds to fine and medium sand and selection is moderate. The silt+clay percentages vary between 0.1 to 12%.

The roundness degrees and superficial textures of the quartz grains show an increase of reworking degree from east to west.

With regard to the colour of the sands, a greater availability of iron from ferriferous meta-quartzites of the Xique-Xique Complex and oscillation of the higher groundwater level near São Francisco River gave yellow to brown staining to the sands from the eastern portion, while the western ones sampled farther from São Francisco River exhibited white and grey colors.

The quartz/feldspar ratio is very high (>95%) which indicates mineralogic supermaturity.

The heavy minerals percentages are low, varying between 0.01 and 0.5%. The assemblages are relatively poor, being mainly composed by ultra-stable (zircon, tourmaline and rutile), and meta-stable (kyanite and staurolite) and more rarely, by unstable (epidote and amphiboles) minerals, the last one occurring in small frequencies and only in samples closer to the São Francisco River.

The high mineralogic maturity indexes (ZTR) did not allow a better discrimination of the source-areas, which may correspond to metasediments of the Santo Onofre and Chapada Diamantina Groups, reworked by São Francisco River and its affluents.

In the absence of adequate nomenclature, one may informally suggest the denomination **River Icatú Formation** for the neocenozoic eolic sediments at the middle of the São Francisco River.

AGRADECIMENTOS

Queremos expressar aqui os nossos sinceros agradecimentos a todas as entidades e pessoas que contribuíram para a realização do presente trabalho.

Ao Prof. Dr. Kenitiro Suguio pelo seu apoio e atenciosa orientação durante todas as etapas de trabalho.

Ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) pela concessão da bolsa de estudo a nível de mestrado.

A Federação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo (FAPESP) que através do processo: Geologia 90/4585-0 concedeu o subsídio financeiro necessário à execução da primeira etapa de campo.

A Companhia Baiana de Pesquisa Mineral (CBPM), por gentilmente fornecer o veículo *Toyota* utilizado no campo.

A Companhia de Pesquisa e Recursos Minerais de Salvador (CPRM), em especial ao Geólogo Augusto Pedreira, por toda colaboração, além do empréstimo das fotografias aéreas.

As pessoas e às prefeituras de Barra e Pilão Arcado pelo apoio e colaboração durante os trabalhos de campo.

Ao laboratório de sedimentologia da USP na pessoa do Prof. Dr. Armando Márcio Coimbra e a técnica Elaine Aparecida Sinfrônio.

Especiais agradecimentos ao Prof. Dr. Benjamin Bley de Brito Neves pela amizade, pelo constante apoio e valiosas sugestões ao longo desse trabalho.

Ao Prof. Dr. Claudio Riccomini pela ajuda e grande colaboração no item sobre lineamentos.

Ao laboratório de Raios X do Instituto de Geociências pelas análises dos argilominerais, e ao Sr. João Batista, pelo auxílio na interpretação dos mesmos.

Ao Prof. Dr. Miguel Trefaut Rodrigues do Instituto de Zoologia da USP, e também a sua equipe de pesquisadores, pela oportunidade de ter participado de uma etapa de campo.

Ao Prof. Dr. Shigueo Watanabe do Instituto de Física da USP, e toda a sua equipe, em especial, Jorge Arenas e Sônia Hatsue Tatumí, pós-graduandos deste Instituto, pelo fornecimento dos dados e colaboração no capítulo sobre datação por termoluminescência.

Aos colegas e amigos do curso de pós-graduação do Instituto de Geociências-USP, em especial a Angela Beatriz de Menezes, Ana Maria Góes, Maria Zélia Aguiar de Souza, Célia Regina de Souza, Claudio de Mello, Edilton José dos Santos, Jane Nobre Lopes, José Augusto de Almeida, Luiz Rogério Bastos Leal, Rita Parissi, Wilson Lanza-rini, Gianna Garda, Francisco Pinheiro e Fernando Mancini e por toda a colaboração, estímulo e companheirismo.

As geólogas Kátia Nakandakare, Lidia Senf e Kátia Mellito pelo auxílio na etapa final desse trabalho.

A Ivone Sonoki do CPGEO-USP, pelos socorros na microcomputação sempre com muita simpatia e paciência.

As secretárias do Departamento de Paleontologia e Estratigrafia Luzia Sonia Candeo e Maria Lúcia Belisario Cicconi pelo atendimento cotidiano.

A equipe gráfica na pessoa do Sr. Dalton da Silva e ao Sr. Jaime de Souza pela confecção das fotografias e slides.

A Maria Aparecida Bezerra pela cuidadosa revisão da bibliografia extensivo à equipe da biblioteca do Instituto de Geociências-USP, pelo atendimento sempre cordial.

A Geronimo Pereira Barreto pelo carinho ,compreensão e confecção de grande parte das figuras desse trabalho.

1. INTRODUÇÃO

Paleodunas ou dunas fósseis são aquelas que estão fixadas e não mais sujeitas à remobilização pelo vento (Thomas & Shaw, 1991). Apresentam-se, geralmente, cobertas por vegetação e têm a forma original parcialmente modificada por processos erosivos e pedogenéticos. Ocorrem em diversas partes do mundo, inclusive nos desertos atuais ou próximo a eles (figura 1), e têm sido utilizadas como indicadoras de mudanças climáticas para interpretações sobre paleoaridez e paleoventos (Melton, 1940; Grove, 1958; Verstapen, 1969; Thomas & Shaw, *op.cit*). Não obstante, existem controvérsias em relação às inferências paleoclimáticas, pois o clima varia em função de muitos fatores que interagem, tais como precipitação, temperatura, intensidade de ventos, podendo um fator predominar sobre os outros. Neste sentido, por exemplo, a diminuição na intensidade de ventos poderia permitir o desenvolvimento de vegetação sobre as dunas, independentemente do aumento efetivo da precipitação.

As paleodunas do médio Rio São Francisco representam uma importante área de sedimentação eólica considerada como de idade neoceno-zóica, possivelmente quaternária e, embora já mencionadas em trabalhos publicados no exterior, a exemplo de Goudie (1983), ainda não haviam sido estudadas em detalhe. Estas paleodunas são importantes pela sua localização, no interior do continente, e pela extensão que ocupam, pois ocorrem em concentrações isoladas formando mares de areias (Glennie, 1970) e campos de dunas, estando a área mapeada na concentração de maior expressão com cerca de 5.000 km². Encontram-se localizadas numa vasta área de sedimentos arenosos, inconsolidados, superpostos a uma superfície bastante aplainada ao longo da planície aluvial do médio Rio São Francisco.

A datação absoluta é problemática no estudo dos depósitos eólicos, devida à ausência ou escassez de

FIGURA 1- Localização dos sistemas de dunas reliquias ou fósseis encontrados na literatura. 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; 7, Pantanal, 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 - Mallee - Strezelecki; 24, Oeste da Austrália; 25, Sul da Austrália; 26, Tasmânia. (Thomas & Shaw, 1991).

materiais usados nas técnicas radiométricas convencionais, tais como o radiocarbono (biodeétritos calcários ou carbonosos, concreções calcárias). Atualmente, estão sendo desenvolvidas várias pesquisas utilizando o Método da Termoluminescência em sedimentos arenosos (Universidades de Quebec, Canadá, e Camberra, Austrália, IF-USP) que trazem resultados satisfatórios.

Inseridas no Quaternário brasileiro, além das dunas fósseis do Rio São Francisco, são mencionadas as da região do Pantanal Matogrossense (Klamer, 1982), que também ainda não foram estudadas.

1.1. OBJETIVOS

A pesquisa aqui desenvolvida, tem como principal objetivo o estudo morfológico e sedimentológico do setor norte do mar de areias fóssil do médio Rio São Francisco, além de tentar contribuir para um melhor conhecimento do Quaternário continental brasileiro.

Através do estudo morfológico, pode-se caracterizar os tipos de depósitos eólicos, bem como as possíveis mudanças pós-deposicionais, além de permitir estimativas sobre os padrões de paleoventos geradores desses depósitos.

Com o estudo sedimentológico pretende-se chegar à(s) área(s)-fonte fornecedora(s) de areias, bem como obter subsídios, juntamente com os dados morfológicos, para caracterizações paleoambientais e de cronologia relativa dos eventos.

2. A ARRA DE ESTUDO

2.1. LOCALIZAÇÃO GEOGRAFICA

A região estudada está localizada a noroeste do estado da Bahia, no médio curso do Rio São Francisco, na porção sul da região denominada "Polígono das Secas" (figura 2). Situa-se entre as longitudes 40° 50' e 43° 30' Oeste, e as latitudes 9° e 11° 10' Sul, tendo sido mapeada a área limitada pelos paralelos de 10° a 10° 30' latitude sul, pelo meridiano 43° 20' de longitude Oeste e o Rio São Francisco.

A área estudada está situada dentro dos municípios ribeirinhos de Barra , Xique-Xique, Pilão Arcado, Remanso, Casa Nova e Sobradinho. Em 1975, este trecho do rio, em especial as zonas de planície aluvial, foi profundamente alterado em função da construção do Complexo Hidro Elétrico de Sobradinho. O lago do reservatório ocupou extensas áreas e afogou várias cidades situadas às margens do antigo curso do Rio São Francisco. Novos núcleos urbanos foram então construídos para abrigar as populações.

O acesso à área é bastante dificultado em virtude das condições fisiográficas e da pouca infraestrutura existente na região, havendo necessidade de meios de locomoção especiais, como veículo tipo "jipe" toyota com tração nas quatro rodas, ou transporte animal.

FIGURA 2 - Localização geográfica da área de estudo.

2.2. GEOMORFOLOGIA

A área pesquisada situa-se na unidade fisiográfica denominada Depressão Interplanáltica ou Periférica do Médio São Francisco (IBGE,1977), modelada em terrenos cristalinos que se estende da borda da Bacia do Parnaíba até a porção setentrional da Chapada Diamantina. Possui altitudes médias de 450 a 550 m.

As formas de relevo mais comuns são extensos pediplanos, contínuos até ambas as margens do Rio São Francisco, que avançam por mais de 90 km através dos terraços e planícies aluviais. A presença de relevo serrano, sob a forma de cristas alongadas de quartzitos, é também característica, estando representada pela Serra do Estreito e Chapada Diamantina que delimitam a área. Esta grande superfície aplainada, regionalmente é recoberta por areias que incluem as áreas de campos de dunas, correspondendo a um evento de pediplanação com idade inferida do Pleistoceno Inferior e, provavelmente, formada sob condições de clima seco, tão ou ainda mais rigoroso do que o atual. Tem sido citada com as denominações de Superfície Velhas (King, 1956) ou Superfície Sertaneja (Ab'Saber,1969).

As drenagens apresentam-se como cursos de água bem espaçados, sendo mais comuns os de caráter intermitente e temporário. Somente o Rio São Francisco e o Rio Grande (afluente do São Francisco), são perenes.

2.3. CLIMA

O clima da região é classificado como BSw^h (Koppen *in* Leal, 1970), quente, semi-árido com uma estação seca de grande duração (7 a 8 meses). As chuvas ocorrem no verão, de outubro a março, sendo a pluviosidade anual média de 400 a 800 mm. A temperatura do mês mais frio é superior a 18°C e as temperaturas médias anuais não são superiores a 27°C . A tabela 1 mostra os

dados de temperatura e precipitação nas estações meteorológicas mais próximas da área de estudo (em Remanso, Pilão Arcado, Xique-Xique e Barra).

CIDADES	ALTITUDES (m)	T.MÉDIAS (°C)	P R E C I P I T A Ç Ã O (mm)				
			MÉDIA ANUAL	JUNHO	JULHO	AGOSTO	SETEMBRO
REMANSO	---	26.8	400 - 600	< 10	< 10	< 10	< 10
PILÃO ARCANO	358	----	600 - 800	< 10	< 10	< 10	< 10
XIQUE-XIQUE	403	----	600 - 800	< 10	< 10	< 10	< 10
BARRA	408	26.2	600 - 800	< 10	< 10	< 10	< 10

TABELA 1- Altitudes, temperaturas médias anuais e índices pluviométricos de algumas cidades da região pesquisada (entre 1911 e 1967). Fonte: Silva (1974) e Pessoa (1979).

VENTOS

De forma geral, o comportamento das massas de ar é caracterizado por dois regimes diversos, o de inverno, que pode ser definido como seco (junho a setembro) e o de verão (outubro a março), que se apresenta chuvoso.

Durante o inverno verifica-se o predomínio da Massa Equatorial Atlântica e da Massa Tropical Atlântica. Neste período, a superfície marítima se aquece mais do que a continental e, como resultado, as massas que se deslocam para o continente sofrem o resfriamento de base, ocasionando condições de estabilidade.

No verão, observa-se maior expansão da Massa Equatorial Continental, verificando-se um recuo para o Atlântico da Massa Equatorial Atlântica e da Massa Tropical Atlântica. Tal situação decorre das baixas pressões que se formam devido ao grande aquecimento do trecho central e centro-oeste de todo o Planalto Brasileiro. A Massa Equatorial Continental, quente e úmida, dada à sua grande instabilidade convectiva, provoca em sua

expansão, com freqüência, precipitações, que ocorrem mais propiciamente entre outubro e março.

Os dados disponíveis relativos à direção e à velocidade de ventos são fornecidos pela SUDENE (Silva, 1974 e Pessoa, 1979) e pelo 4º Distrito de Meteorologia (Salvador). Estes dados, obtidos em duas estações, uma na cidade de Barra e outra na cidade de Remanso, apresentam direções predominantes NE e E, respectivamente. As velocidades médias dos ventos em ambas estações são baixas, variando entre 1,1 a 4,8 m/seg. e apresentando os maiores valores para os meses de estiagem (junho a setembro). A tabela 2 mostra as velocidades médias e os sentidos de ventos dos últimos anos, para as duas estações.

2.4. VEGETAÇÃO

Os dados relativos à vegetação da região são encontrados em Jacomine *et.al* (1976) e em Rodrigues (1991).

A caatinga é o tipo de vegetação predominante na área. Corresponde a formações lenhosas e espinhosas, onde se verifica, durante o período seco, a queda das folhas da quase totalidade dos seus componentes. Está associada a solos arenosos e pouco desenvolvidos. Na área, encontra-se dividida em hiperxerófila (caatinga arbustiva) e hipoxerófila (caatinga arbórea).

A caatinga hiperxerófila domina nas porções mais próximas ao Rio São Francisco e tem aspecto rasteiro e aberto, variando, às vezes, de densidade. São comuns a favela (*Chydioscolus phillacanthus*), o pinhão brabo (*Euphorbiaceae*), o araquá de boi (*Mirtaceae*), a caatinga rasteira (*Caesalpinia micriophylla* Mart), a macambira (*Bromélia sp.*) e as touceiras mistas de quipá (*Opuntia inamoena*).

A caatinga hipoxerófila ocorre extensivamente nos depósitos eólicos e se assemelha a uma vegetação de transição entre caatinga e Floresta Caducifólia. São típicas as Bombacaceae (*Pseudobombax*), *Celastraceae maytenus*, algumas cactáceas

	V E N T O S			
	DIREÇÃO		VELOCIDADE (m/s)	
	BARRA	REMANSO	BARRA	REMANSO
JANEIRO	C - NE	C - E	1.6	1.2
FEVEREIRO	C - NE	C - E	1.6	1.4
MARÇO	C - NE	C - E	1.6	1.1
ABRIL	C - SE - E	C - E	1.5	1.2
MAIO	C - NE	C - E	1.6	1.4
JUNHO	C - E	C - E	1.6	1.3
JULHO	C - E	C - E	1.8	1.6
AGOSTO	NE	C - E	2.0	1.5
SETEMBRO	NE	C - E	2.3	1.5
OUTUBRO	NE	C - E	2.4	1.5
NOVEMBRO	NE	C - E	2.0	1.3
DEZEMBRO	NE	C - E	1.7	1.4
MEDIA ANUAL	NE	C - E	1.8	1.4

A. Período: 1925 a 1942.

	V E N T O S			
	DIREÇÃO (AZIMUTE)		VELOCIDADE (m/s)	
	BARRA	REMANSO	BARRA	REMANSO
JANEIRO	50	90	2.1	2.8
FEVEREIRO	50	90	2.0	3.1
MARÇO	50	90	2.0	2.7
ABRIL	50	90	1.8	3.0
MAIO	50	90	1.8	3.2
JUNHO	50	90	1.8	3.5
JULHO	50	90	2.1	3.8
AGOSTO	50	90	2.7	3.9
SETEMBRO	50	90	3.1	4.1
OUTUBRO	50	90	3.0	3.8
NOVEMBRO	50	90	2.8	3.6
DEZEMBRO	50	90	2.4	3.1
MEDIA ANUAL	50	90	2.3	3.4

B. Período: 1979 a 1987.

TABELA 2 - Direção e velocidade dos ventos para as estações de Barra e Remanso. C = calmaria. Fonte: A. Silva (1974) e Pessoa (1979); B. 4º Distrito de Meteorologia (Salvador).

arborescentes (*Pilosocereus*), xique-xique (*Pilosocereus sp*) e a coroa de frade.

Margeando o Rio São Francisco, encontra-se a Floresta Ciliar de Carnaúba, com espécies do tipo: carnaúba (*Copernicia cerifera*), umari (*Palmae*), quixabeira (*Bromelia sartorum mart*). Nos leitos de pequenos rios e em baixadas interdunares, é comum uma vegetação típica de veredas, desenvolvida em solos hidromórficos. As espécies vegetais encontradas são, por exemplo, o buritizinho, pindaíba, buriti e taboa.

2.5. ASPECTOS GEOLÓGICOS REGIONAIS

Neste item, é feita uma abordagem sucinta sobre o contexto geológico regional no qual os sedimentos eólicos estão inseridos.

A área estudada situa-se na porção norte-noroeste do Cráton de São Francisco (Almeida, 1977), considerado uma das maiores unidades geotectônicas da Plataforma Sul-americana.

O mapa geológico simplificado da figura 3 mostra as unidades principais que ocorrem na porção centro-noroeste do Cráton de São Francisco, no Estado da Bahia, no qual estão destacados os sedimentos eólicos, objeto desse estudo. Estas unidades foram agrupadas da seguinte forma: Arqueano e Proterozóico (embasamento e cobertura cratônica) e Cenozóico.

2.5.1. ARQUEANO E PROTEROZOICO

Os terrenos granítico-gnáissico-migmatíticos de médio grau metamórfico, encontrados principalmente no setor N-NW do mapa da figura 3, são as litologias representativas do Arqueano e Proterozóico Inferior. Esta unidade apresenta também vários corpos graníticos e complexos metamórficos vulcano sedimentares.

FIGURA 3 - Mapa geológico simplificado da Região Nordeste do Estado da Bahia. (1) Arqueano/Proterozóico Inferior: (a) terrenos granito-gnáissico-migmatíticos; Complexos (b) Colônia-Salgueiro; (c) Xique-Xique; (d) Jacobina. (2) Proterozóico Médio/Superior: Supergrupo Espinhaço: (a) Grupo Chapada Diamantina; (b) Grupo Santo Onofre; (c) Supergrupo São Francisco (3) Intrusões graníticas. (4) Cenozóico (a) Cobertura arenosa detritica; (b) Formação Capim Grosso; (c) Formação Caatinga (d) Depósitos eólicos (Formação Uasantes/Casa Nova); (e) Depósitos fluviais atuais. Simplificado e modificado de Bruni et.al.(1974), Schobbenhaus (1976), Leal (1970) e Inda & Barbosa (1978).

Ao Proterozóico Médio e Superior correspondem as seqüências metassedimentares de cobertura cratônica: Grupo Chapada Diamantina (formações Caboclo, Tombador e Morro do Chapéu), Grupo Santo Onofre (Formação Santo Onofre) e Grupo Una, estando distribuídos respectivamente nos setores NE, extremo oeste e SE do mapa regional (figura 3).

2.5.2. CENOZÓICO

A. COBERTURA ARENOSA DETRÍTICA

A cobertura arenosa detrítica, considerada como do Terciário e/ou Quaternário, recobre cerca de 30% da área do Estado da Bahia (Inda & Barbosa, 1978), estando representada amplamente no mapa da figura 3.

Essa cobertura corresponde a depósitos pouco espessos de origem eluvial e subordinadamente aluvial, recobrando áreas aplainadas, tanto em tabuleiros como em extensos pediplanos. Litologicamente, predominam areias com argilas associadas, localmente lateríticas. Nas porções de afloramento rochoso ou em leitos de rios secos observam-se seixos e calhaus, principalmente de quartzo, formando "cascalheiras" isoladas.

A definição da cobertura arenosa detrítica como categoria estratigráfica ainda é incerta, existindo controvérsias se estes depósitos são entidades litoestratigráficas formalmente definíveis ou se constituem, em parte, unidade(s) aloestratigráfica(s). Sua cronologia também é duvidosa, tendo sido datada em termos relativos, com base em dados geomorfológicos precários (Inda & Barbosa, *op cit*).

Na área mapeada, a cobertura arenosa detrítica ocorre de forma restrita. Tendo em vista sua associação com os depósitos dunares, optou-se pela denominação dessa unidade de lençol de

areia (extensos corpos tabulares, livres de irregularidades topográficas notáveis).

B. FORMAÇÃO CAPIM GROSSO

A Formação Capim Grosso (Brito Neves, 1972), encontra-se representada no setor sul da figura 3 e corresponde a sedimentos detríticos eluvionares e aluvionares arenosos e inconsolidados, com argilas subordinadas e um nível basal conglomerático. Tem espessura máxima de 30 m e ocorre em áreas topograficamente planas. Não são conhecidos fósseis e a sua idade, baseada em aspectos geomorfológicos (depósitos correlativos da Superfície Velhas) é considerada como sendo Terciária Superior. Segundo ainda Brito Neves (*op.cit.*), a continuidade desta formação sob os demais sedimentos arenosos, no Estado da Bahia, é duvidosa dada a falta de estudos. Inda & Barbosa (1978) incluem esta formação na cobertura arenosa detrítica.

C. FORMAÇÃO CAATINGA

Esta formação calcária foi introduzida na literatura geológica no início do século por Branner (1911). Foi posteriormente estudada por vários autores e recebeu diferentes designações como: Calcário Vazantes, Calcário Massaroca, Formação Tiririca, Calcário Cacimba, etc. No entanto, Brito Neves (1967, *apud* Brito Neves, 1972), revalidou o conceito original de Branner (*op.cit.*), voltando a ser adotada a denominação "Caatinga".

A Formação Caatinga ocorre principalmente nos vales dos rios Salitre, Verde e Jacaré, afluentes da margem direita do Rio São Francisco. Constitui-se de calcário branco de textura fragmentária, maciça ou muito compacta, sendo localmente

explorado como mármore ornamental. Ocorrem variações faciológicas para argilas calcárias pulverulentas, conglomerados com seixos de quartzo e, ainda, brechas carbonáticas com blocos poliédricos de calcários dos grupos Bambuí ou Una.

O substrato desta formação, em geral, constitui-se de rochas carbonáticas dos grupos Bambuí ou Una (Supergrupo São Francisco). Estudos paleontológicos sugerem idade entre o Terciário Superior e o Quaternário (Leal, 1971 *apud* Brito Neves, 1972), e uma origem continental, inicialmente considerada como associada a ambiente lacustre ou fluvial. Suguio (1980), através de estudos da composição isotópica de carbono e oxigênio, confirmaram a origem continental. Além disto, estes autores, baseados em características petrográficas macroscópicas, situação de campo, como sua ocorrência sempre sobre rochas carbonáticas e a forma do litossoma, e tipo de argilomineral associado, consideram esses depósitos como sendo do tipo *calcrete*, ou seja, depósitos carbonáticos formados a partir de alteração de rochas carbonáticas preexistentes sob clima árido ou semi-árido.

D. FORMAÇÃO VAZANTES

A Formação Vazantes, definida por Moraes Rego (1926), compreende os depósitos aluviais do Rio São Francisco e eólicos associados bem desenvolvidos, principalmente, ao longo de seu curso médio, estando representada na porção SW e N da figura 3. Leal (1970) exclui desta formação os sedimentos eólicos, atribuindo-a somente aos depósitos aluviais antigos e recentes.

Os depósitos aluviais mais antigos são constituídos, predominantemente, de areias de granulação média a fina, intercaladas por lentes de silte e argila. Cascalhos e outros sedimentos grossos ocorrem esporadicamente no meio do pacote arenoso e, com mais freqüência, nas porções basais do conjunto. Nos terraços atuais e nas planícies de inundação, ocorrem depósitos silticos e argilosos, com pouca areia. As lagoas, nas

planícies aluviais são também constituídas por sedimentos finos e o conteúdo fossilífero, quando presente, indica idade pleistocênica (Campos & Campos *apud* Inda & Barbosa, 1978).

E. FORMAÇÃO CASA NOVA

Formação Casa Nova foi a denominação dada por Leal (1970) aos depósitos arenosos com nítidos traços de sedimentação eólica, que se desenvolvem na margem esquerda do Rio São Francisco, entre os municípios de Casa Nova e Remanso (N e NE da figura 3).

Leal (1970), embora reconhecendo que as maiores concentrações desses depósitos situavam-se ao sul, entre as cidades de Barra e Pilão Arcado, não as incluiu nessa formação por situar-se fora da área por ele estudada.

De menor extensão, e por isso não constando no mapa da figura 3, também ocorrem sedimentos eólicos junto à Lagoa de Itaparica, situada na margem direita do Rio São Francisco, próximo a cidade de Xique-Xique.

3. TRABALHOS PRÉVIOS SOBRE OS SEDIMENTOS EÓLICOS NEOCENOZOICOS DO MÉDIO RIO SÃO FRANCISCO (FORMAÇÕES VAZANTES/CASA NOVA)

Muito embora a primeira referência a esses sedimentos eólicos date da década de 20 (Williams, 1925), os trabalhos existentes até agora são apenas de mapeamento básico, portanto de caráter genérico, não contendo informações mais específicas.

Williams (*op.cit.*) foi o primeiro a mencionar os sedimentos eólicos, referindo-se a eles como "um pequeno Saara ao longo do Rio São Francisco". Observou que as dunas estão cobertas por vegetação, e que a provável área-fonte das areias seria a planície aluvial do Rio São Francisco. As areias, expostas durante as estiagens, seriam transportadas com facilidade pelos ventos alísios gerando as dunas.

Moraes Rego (1926) incluiu esses depósitos eólicos na Formação Vazantes ou das Vazantes, citando a existência de dunas ativas próximo ao Rio São Francisco e "extintas" em direção ao interior.

Domingues (1948) foi o primeiro a fazer interpretações paleoclimáticas sobre a área, considerando a região de dunas, entre a Serra do Estreito e o Rio São Francisco, testemunho de uma fase de acentuada aridez, associado ao último período glacial. O autor também fez considerações paleogeográficas sobre o Rio São Francisco, dizendo que no Pleistoceno o mesmo teria assumido um caráter senil, apresentando intensa sedimentação, com seu curso divagando devido à menor capacidade de transporte e maior de sedimentação. Sugeriu, também, que seu curso era ligeiramente diferente do atual, testemunhado pelos meandros abandonados e grandes lagos.

King (1956) considerou as areias eólicas do médio curso do Rio São Francisco como pertencentes a um ciclo de erosão pós "Superfície Velhas", (superfície de aplainamento de idade plio-pleistocênica). Também sugeriu mudanças no curso deste rio durante o final do Terciário, estando o canal principal a

noroeste seguindo até o rio Tocantins, tendo, por captura, chegado à posição atual.

Ricci & Petri (1965), analisando fotos aéreas da região próxima a Xique-Xique, fizeram as seguintes considerações: as dunas são extintas e fixadas por vegetação raquítica; têm morfologia de barcanas, estando parcialmente destroçadas; se transformaram em dunas longitudinais e os ventos predominantes, na ocasião em que se formaram, eram de SE-NW; devem ser referidas ao Quaternário, uma vez que as condições para a sua formação ainda persistem na região.

Leal (1970) denominou de Formação Casa Nova os depósitos arenosos com nítidos traços de ação eólica que se desenvolvem nas margens do Rio São Francisco, excluindo-os da Formação Vazantes. Segundo o autor, na região de Casa Nova, as areias são brancas, bem selecionadas, com espessura máxima de 30 m. Os ventos formadores das dunas apresentam a direção E-W.

Silva (1974) considerou como prováveis fontes dessas areias os arenitos e quartzitos do Grupo Santo Onofre e das formações Urucua e Tombador, ocorrendo atualmente retrabalhamento apenas em áreas restritas e próximas ao nível de base local.

Tricart (1974), utilizando-se de imagens de satélite e mosaicos de radar, sem efetuar trabalhos de campo, reconheceu três regiões na América do Sul, que testemunhariam a ocorrência de um clima mais árido do que o atual durante o Quaternário Superior, associado ao período glacial Wisconsiniano (18.000 AP): a) dunas fósseis na planície do Rio Orinoco (Venezuela e Colômbia); b) na região a oeste de Santarém e leste da Amazônia, área atualmente recoberta por floresta, mas com relevo bastante dissecado, típico de área com cobertura vegetal bem menos densa do que a atual; c) dunas fósseis do baixo-médio vale do Rio São Francisco. Corroborando as idéias de Domingues(1948), Tricart (*op.cit*) considera que a extensa área, onde atualmente ocorrem as dunas era recoberta por areias do rio, o qual durante o período de atividade eólica tinha uma drenagem interior e não fluía à

jusante, formando um grande lago. O autor não usa nenhuma base geológica para apoiar suas idéias.

Costa *et al.*(1976) consideraram as dunas como subatuais e atuais, destacando áreas com barcanas agrupadas e com barcanas isoladas, ambas com direção geral de vento WNW e sentido de leste para oeste, dada a ausência dessas feições na margem direita do rio. Os autores, no entanto, parecem ter confundido a morfologia dessas dunas, pois as mesmas, na área analisada, são essencialmente parabólicas. Por outro lado, se fossem barcanas, o sentido dos ventos deveria ser oposto ao colocado por eles. Esses mesmos autores referem-se ainda à presença de dunas ativas na área. Entretanto, as observações de campo durante a realização desse trabalho evidenciaram apenas remobilização de caráter restrito, mesmo em dunas com cobertura vegetal pouco expressiva.

Jacomine *et al.*(1976) encontraram na área, solos principalmente do tipo arenoquartzosos profundos não hidromórficos (dunas) e solos hidromórficos (brejos e interdunas).

Santos *et al* (1977), utilizando imagens de satélite e radar, observaram dunas longitudinais, alinhadas na direção NW-SE, formando elevações retilíneas e paralelas, com padrão subparalelo de drenagem indicado pelo alinhamento das mesmas. Os autores notaram duas manchas esbranquiçadas no limite norte da área mapeada e sugeriram que elas poderiam representar zonas desprovidas de vegetação e com remobilização de areia. Porém, conforme dito anteriormente não parece estar havendo remobilização de areia nesse local. Por sua vez, o padrão geral de drenagem também não parece estar associado à morfologia das dunas, visto que grande parte dela corta as feições eólicas.

Segundo Inda & Barbosa (1978), esses sedimentos eólicos quaternários se formaram em ambiente desértico que ocorreu na margem esquerda do Rio São Francisco, entre as cidades de Barra e Pilão Arcado, e possuem uma notável expressão morfológica.

Goudie (1983), baseado em Tricart (1974), incluiu as dunas em um mapa mundial onde apresenta a distribuição de áreas

com atividade eólica e glacial durante o último máximo glacial, com idade de 18.000 anos A.P.

Schobbenhaus (1984) descreveu a área como uma vasta região coberta por depósitos eólicos continentais, que representaria o único exemplo atual de formações dunares em ambiente desértico do Brasil.

Costa (1984) fez algumas considerações sobre as dunas: possuem morfologia do tipo longitudinal e parabólica com alturas de até 50 m; os ventos formadores foram de leste e sudeste; a granulação das areias varia entre 0,150 a 0,170 mm; e a sua origem está ligada à carga aluvial do Rio São Francisco e a depósitos de pediplanação durante os ciclos erosivos.

Mantovani & Riché (1987), estudando as formações superficiais do sub-médio Rio São Francisco, baseados na variação da cor das areias, sugeriram duas gerações de dunas: as mais antigas constituídas por areias de coloração amarela, e as mais novas apresentando as areias de cor branca, ambas com a morfologia de barcanas. Estas características de morfologia e de coloração, no entanto, não puderam ser comprovadas.

Rodrigues (1991), estudando a fauna de lagartos psamófilos que vivem nos sedimentos eólicos e nas areias da região, descobriu espécies novas e bastante especializadas, anteriormente apenas encontradas nos desertos australianos e sul-africanos. Comentou que as dunas na ilha fluvial do Gado Bravo e na margem direita do Rio São Francisco (proximidades da Lagoa de Itaparica), apresentam vegetação e formas idênticas às da margem esquerda do rio. Comparando fotos antigas obtidas num mesmo local por Williams (1925), Rodrigues (*op cit.*) concluiu que em 65 anos a intensidade dos ventos foi insuficiente para alterar a forma e a cobertura vegetal dessas dunas.

4. METODOLOGIA

O presente trabalho foi desenvolvido através de diversas etapas, conforme exposto a seguir.

4.1. TRABALHOS DE GABINETE

Esta etapa constou de trabalhos de revisão bibliográfica e compilação de documentos cartográficos e fotográficos da área.

Efetuuou-se uma revisão pormenorizada da bibliografia existente sobre os sedimentos cenozóicos do noroeste da Bahia, abrangendo, mais especificamente, os depósitos eólicos da região. Analisou-se também uma vasta e atualizada literatura relacionada a dunas e paleodunas em geral, incluindo-se aí outras ocorrências de paleodunas no Brasil e em outros países.

Para a confecção do mapa geológico-morfológico da área e o planejamento dos trabalhos de campo foram utilizados os documentos listados abaixo.

a. Fotográficos:

- fotografias aéreas do projeto USAF (1966), na escala 1:60.000;
- imagem de radar na escala 1:250.000.
- imagem de satélite LANDSAT-5, na escala 1:100.000 (26 de novembro, 1990), na Banda 4. A escolha desta banda baseou-se na sua sensibilidade às características espectrais do terreno, permitindo a obtenção de informações sobre solos, geomorfologia e vegetação.

b. Cartográficos:

- Carta Geológica de Xique-Xique e Barra, na escala 1:250.000 (Costa, 1976).
- Carta Geológica do Brasil ao Milionésimo-folhas Rio São Francisco-SC-23; e Aracaju-SC-24. (Bruni et al, 1974) .
- Mapa Geológico do Estado da Bahia, na escala 1:1000.000 (Inda & Barbosa, 1978).

- Cartas topográficas na escala 1:100.000-folhas Brejo da Serra, Campo Alegre de Lourdes, Campo Grande, Saldanha, Serra do Estreito e Remanso (IBGE, 1974).

4. 2. TRABALHOS DE CAMPO

Duas etapas de campo foram realizadas na região visando o reconhecimento das unidades cenozóicas, em especial dos sedimentos eólicos. Na primeira etapa efetuou-se uma amostragem sistemática na área de estudo. Na segunda, foram colhidas algumas amostras de interesse regional, principalmente na vizinhança do Rio São Francisco; e dentro da área mapeada, foram escavadas duas trincheiras (com largura de 1,5m e profundidade de 3,5m) em baixadas interdunares para estudo de detalhe, porém em ambas, não foram observadas quaisquer estruturas sedimentares ou variações litológicas.

Foram coletadas 170 amostras, sendo 107 de sedimentos de dunas e interdunas (Formações Vazantes/Casa Nova); 60 de sedimentos arenosos que ocorrem ao redor das dunas e interdunas (Cobertura arenosa Detrítica/Lençol de Areia); e 03 amostras do Rio São Francisco, sendo duas de leito e uma de terraço fluvial. As figuras 4 e 5 exibem os mapas de localização das amostragens realizadas nas áreas 1 e 2. Na área 1, coletou-se a maior parte das amostras para estudos sedimentológicos além de abertura de trincheiras com coleta de 3 amostras para datação pelo método de termoluminescência e elaboração de mapa geológico-morfológico com detalhe na escala 1:60.000 (anexo 1), e na área 2, as amostras de duna, interduna e lençol de areia foram obtidas aleatoriamente, efetuando-se apenas tratamento sedimentológico. O anexo 2 contém a relação das amostras coletadas e de todos os tratamentos de laboratório efetuados em cada uma.

FIGURA 5 - Mapa de amostragem da área 2.

4. 3. TRABALHOS DE LABORATORIO

Os trabalhos de laboratório constaram de: determinação da cor das areias, análise granulométrica, análise morfooscópica, análise mineralógica de leves e pesados e argilominerais.

As cores dos sedimentos foram descritas por comparação com a tabela de cores das rochas *The Rock-Color Chart* (Goddard, 1963).

Para a análise granulométrica as amostras foram inicialmente quarteadas em quarteador do tipo *Jones*, com a finalidade de obtenção de amostra final representativa com cerca de 100 gramas para areias e 50 a 80 gramas para argilas silticas.

Para o cálculo estatístico das análises granulométricas e de minerais pesados, utilizou-se os programas para microcomputadores LABSE e PESADOS (Conde, 1991) do laboratório de sedimentologia do IG-USP.

No processamento da análise granulométrica as amostras com mais de 5% de material siltico-argiloso, após a pesagem, foram desagregadas e colocadas em suspensão para pipetagem, seguida de peneiramento a seco. As amostras com menos de 5 % de silte e argila seguiram diretamente para o peneiramento, sendo as frações menores que 0,062 mm incluídas na fração silte grosso.

As amostras contendo fragmentos vegetais atuais foram previamente tratadas com água oxigenada a 50%, a quente. Efetuou-se o cálculo do teor de matéria orgânica, e posterior análise granulométrica.

As amostras de *calcrete* foram previamente tratadas, desta vez com ácido clorídrico, a frio, para a eliminação de carbonato de cálcio e cálculo do teor do mesmo, e posterior análise granulométrica.

O material selecionado para a análise morfooscópica (grau de arredondamento e de esfericidade, e textura superficial) foi previamente tratado com ácido oxálico a 5%, a quente, para a eliminação de películas ferruginosas impregnadas nos grãos de quartzo, que dificultam as análises em lupa binocular ou ao

microscópio. A fração analisada foi a de areia média (0,500-0,250 mm), por corresponder ao intervalo granulométrico das areias transportadas por tração (Visher, 1969 *apud* Suguio, 1973).

Para a análise do grau de esfericidade utilizou-se a tabela de Krumbein & Sloss (1963). O grau de arredondamento dos grãos foi analisado segundo a tabela de Powers (1953). Posteriormente, os dados de esfericidade e arredondamento obtidos foram agrupados em intervalos representativos dos graus baixo, médio e alto.

Para os estudos mineralógicos, foram selecionadas 23 amostras representativas de toda a área estudada. Os minerais leves foram separados dos minerais acessórios ou pesados através da técnica de líquidos densos, utilizando-se bromóformio (CHBr_3) de densidade $2,85 \text{ g/cm}^3$. Posteriormente, as amostras foram tratadas com ácido oxálico para eliminação de película ferruginosa.

Para o estudo dos minerais leves utilizou-se as frações areia fina (0,250-0,125 mm) e muito fina (0,125-0,062 mm) conjuntamente. Foram montadas lâminas das amostras em meio líquido de $n = 1,545$, não permanente, preparado à partir de Nujol e alfa-bromo-naftaleno. Para cada amostra, realizou-se uma contagem de 100 grãos, com a finalidade de se obter a relação quartzo/feldspato. Outros 100 grãos, apenas de quartzo, foram também analisados quanto à extinção, presença de vacúolos e/ou micrólitos e natureza dos grãos, esta última segundo a classificação de Folk (1974).

Para o estudo dos minerais pesados, foram usados os intervalos granulométricos de areia fina (0,250-0,125 mm) e muito fina (0,125-0,062 mm) denominados informalmente de frações grossa e fina respectivamente, analisadas separadamente. Estes intervalos foram escolhidos por apresentarem maior concentração de minerais pesados, devido à razão hidráulica e por facilitarem o estudo ao microscópio. Essas frações foram pesadas em balança analítica e, em seguida, foram retirados manualmente, os minerais opacos magnéticos por meio de um ímã. Após a separação foi feita a pesagem da fração magnética com a finalidade de facilitar a

análise microscópica dos pesados transparentes não micáceos, e conhecer a porcentagem dos minerais pesados magnéticos e não magnéticos na fração e na amostra total. Em seguida, foram montadas lâminas das frações grossa e fina, individualmente, conforme efetuado para os leves. Realizou-se uma contagem de 100 grãos de minerais pesados transparentes não micáceos. Segundo Yamamoto (1977), este número de grãos, por lâmina, é necessário e suficiente para uma determinação semi-quantitativa, tomando-se o cuidado de registrar os minerais traços (frequência <1,0 %) observados durante a varredura geral da lâmina. A fração magnética de maior porcentagem foi analisada em raios X.

A análise de argilominerais foi efetuada em todas as amostras com porcentagens de silte e argila superiores a 20 %, através de difratogramas de raios X . As lâminas foram preparadas, de maneira orientada, após 12 horas de decantação em proveta. Foi utilizado um aparelho do tipo IRIS, no laboratório de difração de raios X do IG-USP, com radiação de cobre e velocidade de varredura de 2°/min.

As amostras utilizadas para datação, pelo método da termoluminescência, foram coletadas entre 3 e 3,5 metros de profundidade, colocadas em sacos opacos, protegidas da radiação solar. No laboratório, a sistemática seguida é descrita em Ichikawa, 1965. As amostras passaram por peneiras entre 0.180-0.075 mm de diâmetro, em seguida foram tratadas com ácidos clorídrico e fluorídrico para atacar a camada mais superficial dos grãos de quartzo e remover outros minerais menos resistentes, sendo os pesados separados, em seguida, através da técnica dos líquidos densos, utilizando-se o bromofórmio. Foi usada uma fonte de ^{60}Co para irradiação e a luz solar para obter a termoluminescência residual das amostras. Nesse trabalho será apresentado o resultado final da amostra T2.

Em relação à análise granulométrica das três amostras de sedimentos fluviais do Rio São Francisco, apenas será apresentada a tabela para efeito de comparação, já que o número de amostras não é representativo para um estudo estatístico.

5. ESTUDO MORFOLOGICO

5.1. CONCEITOS BASICOS

5.1.1. MARES DE AREIA (*Sand Seas*)

Os mares de areia ou *ergs* são, por definição, extensas áreas (10^3 a 10^6 Km²) de acumulação de areias em superfícies planas. Formam-se em regiões topograficamente baixas, a favor do vento, sobre antigos depósitos aluviais ou lacustres. Estas areias, transportadas pelo vento, podem interferir no curso anterior fluvial, na localização do lago, ou podem ser removidas para longe da sua fonte (Glennie, 1970). McKee (1982) descreve os mares de areia como uma fácies eólica maior, formada por subfácies de dunas e interdunas. Para Lancaster (1988) correspondem às extensas e espessas acumulações resultantes do cavalgamento múltiplo e complexo de várias gerações de dunas eólicas.

Os mares de areia e campos de dunas geralmente apresentam um padrão morfológico de progressão típico, que varia entre formas dômicas, transversais, barcanas a parabólicas, com a diminuição do suprimento de areia e velocidade de ventos sob regime unidirecional (Fischer & Brown, 1972, *apud* Galloway & Hobbsday, 1983). Entretanto, padrões diferentes não são raros, a exemplo do deserto de Thar da Índia e Paquistão, onde predominam dunas parabólicas e longitudinais.

5.1.2. DRAAS, DUNAS E ONDULAÇÕES

Wilson (1972) mediu a frequência de diferentes comprimentos de onda observados em ondas arenosas, em 12 países e em mais de 270 localidades, e agrupou-os em três categorias: *draas*, dunas e ondulações (figura 6). O termo *draa*, de origem árabe, foi sugerido para descrever as grandes formas

ORDEM	1a	2a	3a	4a	
COMP. DE ONDA	300 - 5500 m	3 - 600 m	15 - 250 cm	0.5 - 2cm	1 - 3 cm
ALTURA	20 - 450 m	0.1 - 100 m	0.2 - 5 cm	0.05 - 100 cm	0.05 - 100 cm
ORIENTAÇÃO	LONGITUDINAL OU TRANSVERSAL	LONGITUDINAL OU TRANSVERSAL	LONGITUDINAL OU TRANSVERSAL	TRANSVERSAL	LONGITUDINAL
ORIGEM PROVAVEL	INSTABILIDADE AERODINAMICA PRIMARIA	INSTABILIDADE AERODINAMICA PRIMARIA	INSTABILIDADE AERODINAMICA PRIMARIA	MECANISMO DE IMPACTO	VÓRTICES SECUNDARIOS
NOME PROPOSTO	DRAAS	DUNAS	ONDULAÇÕES AERODINAMICAS	ONDULAÇÕES DE IMPACTO	ONDULAÇÕES DE SINUOSIDADE SECUNDARIA

FIGURA 6 - Classificação das formas de leito eólicas sindeposicionais segundo Wilson (1972).

eólicas, enquanto que dunas são as formas com dimensões intermediárias, e ondulações (*ripples*) as menores. As ondulações, em geral, se formam numa escala de tempo muito curta, tendo vida de horas ou dias e dependem de eventos dinâmicos individuais. As dunas, que normalmente refletem padrões sazonais de ventos, podem durar, em média, entre 10 e 100 anos. Já as formas maiores ou *draas*, respondem somente às mudanças no regime geomorfológico geral e necessitam de muito tempo para se desenvolverem, podendo sua persistência variar desde séculos até centenas de milhares de anos (Lancaster, 1988).

Lancaster (*op cit*), medindo taxas de transporte e deposição de areias no deserto da Namíbia, sugere que as grandes dunas ocorrem em áreas onde a taxa anual de transporte de areia é baixa. As maiores espessuras acumuladas também correspondem a menores taxas de transporte, significando que, pelo menos, em regiões áridas, a formação de grandes dunas (*draas*) depende muito mais do padrão direcional de ventos (acumulando lentamente as areias em zonas de convergência ou anteparo das correntes eólicas) do que da própria energia e capacidade transportadora dessas correntes. Segundo o autor, a maioria dos *draas* se forma a partir da superposição ou coalescência de dunas.

McKee (1982) denomina as grandes dunas de complexas ou compostas. As complexas são aquelas formadas pela superposição ou fusão de dunas de morfologias diferentes, e estas são as mais facilmente encontradas. As compostas são formadas por superposição de dunas do mesmo tipo morfológico (figura 7a).

Para Kocurec (1981), *draa* é um termo genérico que engloba, ao mesmo tempo, cordões complexos e cordões compostos.

Em relação às dunas, diferentes tipos morfológicos têm sido reconhecidos ou descritos ao longo de várias décadas em diferentes contextos de sedimentação eólica. No entanto, será discutido aqui, apenas as formas parabólicas e lineares, uma vez que estas são as formas predominantemente observadas na área de estudo.

FIGURA 7 - Algumas variedades de dunas (parabólicas) compostas (A), parabólicas (B), e lineares (C), McKee (1979).

Dunas parabólicas são comumente definidas como dunas alongadas longitudinalmente ao vento e com o formato (em planta) em "U" ou em "V". A concavidade, voltada contra o vento, representa a porção que migra (nariz da parábola) em meio aos seus dois braços relativamente fixos (figura 7b). Constituem, por esta razão, um dos principais tipos morfológicos dentre as chamadas dunas de deflação (*blow-out dune*). A fixação dos braços da parábola deve-se, geralmente, à presença de vegetação nos seus flancos externos de sotavento (McKee, 1967). Por este motivo este tipo de duna não ocorre normalmente em regiões desérticas, as quais apresentam índices de precipitação tão baixos que não permitem o desenvolvimento de cobertura vegetal. Porém, pode-se citar dois exemplos de desertos interiores onde predominam grandes formas parabólicas e longitudinais associadas: o Deserto de Thar da Índia e Paquistão e, na planície do Rio Orinoco, entre a Venezuela e Colômbia (Breed & Grow, 1979, *apud* Greeley & Iverssen, 1985). Em ambos os locais, as dunas parabólicas têm extensões quilométricas, tendo sido descritas formas com até 12 km. Para o desenvolvimento de dunas parabólicas, também são necessários ventos com direção aproximadamente constante (unimodal) com a intensidade variando de suave a forte.

O termo linear foi empregado por alguns autores, para designar formas eólicas alongadas na direção do vento efetivo, características de regiões áridas. As dunas lineares são formadas por ventos com distribuição variável, de unimodal a polimodal (Fryberger & Dean, 1979). Estas dunas têm recebido ainda as denominações de *Seif* e Longitudinal (McKee, 1982). Esta última parece ser a mais adequada, uma vez que descreve a orientação da duna em relação ao vento efetivo (figura 7c).

5.1.3. PALEODUNAS DE DESERTOS INTERIORES

As denominações de paleoduna ou duna fóssil, reliquiar, inativa ou estabilizada são usadas para designar depósitos eólicos que estão fixados e não estão mais sujeitos à remobilização pelo vento. Porém, só a existência de uma cobertura vegetal não é diagnóstica de uma paleoduna, pois algumas dunas se movimentam mesmo sob uma determinada cobertura vegetal. A figura 1, citada anteriormente, mostra os sistemas de dunas fósseis encontrados em todo o mundo.

De acordo com Thomas & Shaw (1991), alguns critérios, agrupados como morfológicos, sedimentológicos/estratigráficos e biológicos, devem ser previamente aplicados para que uma duna possa ser definida ou qualificada como fóssil.

Os critérios morfológicos são baseados na degradação da morfologia original do depósito e, entre alguns desses critérios tem-se:

- a) redução da altura da duna;
- b) modificação dos ângulos de inclinação das encostas (barlavento e sotavento);
- c) ravinamento na superfície da duna;
- d) truncamento de formas por pequenas drenagens;
- e) dunas degradadas e recobertas por sedimentos lacustres ou costeiros.

Os critérios sedimentológicos/estratigráficos são baseados na modificação das características sedimentológicas ou estratigráficas intrínsecas dos depósitos eólicos, tendo-se entre os principais:

- a) ausência de selecionamento e granulometria típicos do sistema deposicional eólico, dentro do perfil da duna;
- b) alta porcentagem de silte e argila (até mais de 10%);
- c) desenvolvimento de solo na superfície da duna, ou presença de partes litificadas;
- d) dissipação das estruturas sedimentares.

Os critérios biológicos estão ligados ao desenvolvimento da cobertura vegetal, tendo-se entre os principais:

- a) presença de árvores na superfície da duna;
- b) desenvolvimento de vegetação do tipo savana ou similar;
- c) presença de superfície com desenvolvimento de crosta algálica.

Pode-se ainda incluir um critério, que normalmente é possível de ser analisado, que diz respeito ao padrão dos paleoventos. Embora não seja regra, as paleodunas formam-se sob condições de ventos diferentes do atual. Assim, a comparação entre as orientações dos paleoventos e ventos atuais, além de poder qualificar um sistema como reliquiar, também indicaria mudanças no padrão de circulação atmosférica (Melton, 1940).

5.2. CARACTERIZAÇÃO MORFOLÓGICA DA ÁREA MAPEADA

A caracterização morfológica da área mapeada (foto 1) pode ser vista no mapa do anexo 1. Este mapa foi elaborado a partir do traçado dos contornos das feições de relevo mais elevado (dunas), o que permitiu também, a discriminação dos depósitos interdunares e do lençol de areia. A área abrangida atinge cerca de 3.000 Km² que corresponde a mais de 1/2 da superfície total da maior concentração de sedimentos eólicos. A figura 8 a mostra o contorno das porções em relevo indicando os tipos mais comuns de dunas, e a 8 b representa o provável traçado das cristas das mesmas formas para comparação. Nesse trabalho, optou-se pelo traçado do contorno das das porções em relevo por melhor representar as modificações pós-deposicionais.

FOTOGRAFIA 1 - Vista geral da porção norte do mar de areia fóssil do médio Rio São Francisco. Imagem de radar. Escala aproximada 1: 700.000.

FIGURA B - Representação das morfologias mais comuns na área napeada, orientadas com os paleoventos dominantes. (A) traçado mais provável das cristas; (B) Contorno das porções em relevo.

5.2.1. DRAAS E DUNAS

Na área mapeada, encontra-se o predomínio de grandes formas parabólicas e longitudinais que se apresentam agrupadas e subordinadamente isoladas (anexo 1). Suas alturas variam de poucos metros até 50-60 m, sendo a média de 15-30 m. Suas extensões também variam de cerca de 500 m até 14 km, sendo mais comum as de 1 a 3 km. As formas maiores parecem ter sido originadas pela superposição ou agrupamento de formas menores.

Não considerando aqui as mudanças pós-deposicionais, que serão tratadas no item seguinte, são comuns também as formas denominadas de parabólicas modificadas. Elas apresentam-se com dois subtipos: a) formas parabólicas com um dos braços mais alongados, passando à morfologia de dunas lineares; b) parabólicas com a parte central interrompida, sugerindo também morfologia linear. Estes tipos de alterações na morfologia parabólica foram também verificados em outros mares de areia, sendo descritos como correspondentes a estágios avançados de formação de grandes dunas (DeMartonne, 1947, Verstappem, 1968 e Wells et al., 1990).

Regionalmente, o padrão morfológico das paleodunas (na área mapeada) é aproximadamente constante, ocorrendo grandes formas parabólicas (e parabólicas modificadas) e longitudinais associadas desde a margem do Rio São Francisco até as porções mais interiores afastadas de 80 a 100 Km da margem do rio e próximas à Serra do Estreito. Localmente, ocorrem formas agrupadas e com menos modificações pós-deposicionais nas proximidades da margem do rio.

A predominância de *draas*, em toda a extensão da área mapeada, pode está relacionada a baixa taxa de transporte de areia e aos ventos constantes unimodais, durante as fases secas de atividade eólica .

5.2.2. INTERDUNAS

O espaçamento interdunar é bastante variável uma vez que os *draas* e dunas ocorrem de modo agrupado e isolado. Através das fotografias aéreas e das imagens de satélite pode-se diferenciar dois tipos de depósitos na região interdunar: a) com tonalidade fotográfica mais escura (fotografias 2, 3 e 4), devido, aparentemente, a uma maior retenção de umidade, apresentando solos mais desenvolvidos e cobertura vegetal mais densa do que nas dunas; b) depósitos onde ocorre inversão de tonalidade fotográfica (fotografias 5 e 6) indicando maior cobertura vegetal nas dunas, as quais devem representar uma geração (ou gerações) mais antiga. As interdunas com menos vegetação podem corresponder as áreas com deposição de sais. Durante os trabalhos de campo, não foi possível coletar amostras desses depósitos pela falta de acesso.

5.2.3. RIOS

5.2.3.1. RIO SÃO FRANCISCO

O Rio São Francisco é o rio de maior caudal do nordeste brasileiro, possuindo uma área total de bacia com 490.770 km² (Silva, 1973), a qual está quase completamente situada dentro dos limites do Cráton de São Francisco. Desde a sua nascente, na Serra da Canastra (sul de Minas Gerais), até aproximadamente a cidade de Barra (noroeste da Bahia), este rio está de acordo com a estruturação geral N-S do cráton (Loczy & Ladeira, 1981). No médio curso, entre as cidades de Barra e Casa Nova, ocorre inflexão para nordeste, trecho esse onde o seu canal apresenta algumas características de rio com padrão entrelaçado (*braided*), desenvolvendo extensas planícies e ilhas fluviais, como por exemplo a Ilha do Gado Bravo (figura 2). Esta mudança no

FOTOGRAFIA 2 - *Draas* e dunas com formas menos modificadas indicadas por tonalidades mais claras (1) e regiões de interdunas representadas por tonalidades mais escuras (2). Escala aproximada 1: 100.000. A seta mostra o sentido dos paleoventos (NW). Localização no anexo 3.

FOTOGRAFIA 3 - *Draas* e dunas com formas menos modificadas indicadas por tonalidades mais claras (1), regiões de interdunas representadas por tonalidades mais escuras (2), rochas do Complexo de Xique-Xique alinhadas N-S (3) e o Rio São Francisco (4). Escala aproximada 1:100.000. A seta mostra o sentido dos paleoventos (NW). Localização no anexo 3.

FOTOGRAFIA 4 - *Draas* e dunas com formas menos modificadas indicadas por tonalidades mais claras (1), regiões de interdunas representadas por tonalidades mais escuras (2), e paleodrenagens (3). Escala aproximada 1:100.000. A seta mostra o sentido dos paleoventos. Localização no anexo 3.

FOTOGRAFIA 5 - *Draas* e dunas modificadas indicadas por tonalidades mais escuras (1), regiões de interdunas representadas por tonalidades mais claras (2). Escala aproximada 1: 100.000. A seta mostra o sentido dos paleoventos (NW). Localização no anexo 3.

FOTOGRAFIA 6 - *Draas* e dunas modificadas indicadas por tonalidades mais escuras (1), regiões de interdunas representadas por tonalidades mais claras (2), dunas com a morfologia muito modificada no centro (3) e, paleodrenagens (4). Escala aproximada 1: 100.000. Localização no anexo 3.

padrão de drenagem parece estar antes relacionada com a topografia local, bastante plana, e o caráter arenoso dos sedimentos inconsolidados nessa região, do que às condições climáticas atuais, uma vez que os índices de precipitação locais (600-800 mm) são mais altos do que os observados à jusante (400-600 mm), onde, aparentemente, o rio segue encaixado. No segmento entre Casa Nova (Ba) até a sua foz no Oceano Atlântico, no limite entre os estados de Alagoas e Sergipe, o rio apresenta-se fortemente encaixado e orientado segundo E-W.

O Rio São Francisco e seus afluentes foram, provavelmente, os principais fornecedores das areias que, depositadas na bacia sedimentar situada entre Barra e Pilão Arcado, posteriormente retrabalhadas pelo vento, geraram os depósitos eólicos. Atualmente, no médio Rio São Francisco, devido a provável inversão de relevo e/ou mudança climática, as paleodunas estão sendo erodidas pelo ciclo erosivo atual (Ciclo Paraguaçu).

5.2.3.2 AFLUENTES DO RIO SÃO FRANCISCO

As pequenas e médias drenagens apresentam-se com padrão subparalelo, orientadas aproximadamente N60°W, caracterizado principalmente por rios conseqüentes que também estão refletindo lineamentos estruturais (falhas ou fraturas do embasamento). Apresentam geralmente os canais bastante escavados e depósitos essencialmente arenosos, por vezes areno-argilosos, ocorrendo localmente carbonato de cálcio, sob a forma de crostas duras ou *calcretes*, de origem pedogenética, estes com espessuras decimétricas e provavelmente recentes. O conteúdo de carbonato de cálcio encontrado nesses depósitos varia entre 9 e 70%.

Na parte centro-norte da área mapeada nota-se, através de fotografias aéreas, a ocorrência de paleodrenagens ou feições fluviais fósseis (Lowe & Walker, 1984), que podem ser observadas nas fotografias 4 e 6, por exemplo. Estas drenagens, são

suspensas e de pequeno porte, parecem constituir antigos afluentes de drenagens maiores, estas atualmente ativas, aparentemente, por possuírem canais mais escavados.

LINEAMENTOS

Durante a confecção do mapa geológico-morfológico, observou-se que as drenagens sobrepostas aos depósitos eólicos apresentam-se orientadas, possivelmente refletindo estruturas localizadas no seu embasamento. No mapa do anexo 1 estão representados os principais lineamentos fotogeológicos verificados ao longo das principais drenagens. O termo *lineamento* é aqui empregado com o mesmo sentido utilizado por Sabins Jr.(1978), ou seja, feição linear topográfica ou tonal, expressa no terreno, imagens ou mapas, que pode representar uma zona de fraqueza estrutural. Com o intuito de verificar a possível relação entre os lineamentos observados na cobertura eólica com o seu embasamento, foram analisados os lineamentos encontrados nas drenagens da área sedimentar e no embasamento mais próximo, no caso, a Serra do Estreito, feição topográfica marcante, de direção N-S, cortada por fraturas de direção NW e NE, localizada a oeste da área estudada e constituída de quartzitos do Grupo Santo Onofre (Inda & Barbosa, 1978). Esse procedimento foi realizado empregando-se cenas TM-LANDSAT-5 em 1:100.000, e mosaico semi-controlado de radar de visada lateral do Projeto RADAMBRASIL, folha SC.23-Z-B, em 1:250.000, para comparação, uma vez que existem diferenças de realce estrutural em função das alterações de elevação e azimuth solar, provocando sombreamentos diferenciados que podem realçar ou mascarar determinados *trends* estruturais.

O mosaico semi-controlado de radar empregado apresenta rumo de visada N-S para a porção leste, área de ocorrência da cobertura sedimentar eólica em estudo; enquanto que, próximo à borda oeste, onde está localizada a Serra do Estreito, a iluminação se dá segundo E-W. Dessa forma, a tendência de maior realce seria segundo a direção E-W, com decréscimo para N-S, na

área sedimentar, e N-S, com decréscimo para E-W no embasamento. Já para as imagens TM-LANDSAT, com azimutes de N51°E e N72°E, a tendência é para realce segundo as direções NNW a NW.

Nas imagens de satélite foram obtidas 84 medidas de lineamentos na área sedimentar, e, 86 no embasamento, perfazendo um total de 170. Para o mosaico de radar, os lineamentos perfazem um total de 125, sendo, 66 nos rios e 59 no embasamento (figura 9).

Ao nível geral, para a área do embasamento podem ser verificados dois sistemas principais de lineamentos orientados segundo NW a WNW e NE a ENE, visíveis nos produtos de radar e satélite. Para a cobertura sedimentar eólica, foram constatados três sistemas principais de lineamentos, segundo as direções NW a NNW, NE-ENE e E-W.

Como se vê, os lineamentos NW a WNW e NE-ENE estão presentes no embasamento e na cobertura, podendo tratar-se de estruturas do embasamento, reativadas, afetando os sedimentos.

Com respeito à direção E-W, esta encontra-se particularmente bem realçada no mosaico de radar, na porção sedimentar, talvez devido ao ângulo de visada favorável, muito embora alguns lineamentos nesta direção também puderam ser detectadas na imagem TM-LANDSAT.

Os sistemas de lineamentos NW-WNW e NE-ENE verificados, presumíveis reflexos de feições estruturais, são aparentemente compatíveis com esforços compressivos, de direção E-W, já verificados na região leste e sudeste do Brasil (Riccomini *et al.*, 1989; Assumpção, 1992). O sistema E-W, menos característico, pode eventualmente estar assinalando a direção desta compressão, representando, neste caso, prováveis fraturas de tração.

FIGURA 9 - Representação gráfica da orientação preferencial dos lineamentos na cobertura sedimentar e no embasamento conforme as medidas obtidas no mosaico de radar e nas imagens de satélite. () = número de medidas; — = número máximo de medidas por classe.

5.3. MUDANÇAS NA MORFOLOGIA ORIGINAL DAS DUNAS

Todas as dunas, dentro da área mapeada, encontram-se fixadas ou imóveis e apresentam sua morfologia original modificada em diferentes intensidades que, por comparação, podem ser agrupadas em: a)muito modificadas, onde é impossível a determinação da morfologia inicial (fotografias 5 e 7); b)modificadas (fotografias 5 e 6); c)pouco modificadas (fotografias 2, 3 e 4).

As modificações observadas compõem uma vasta lista e estão baseadas em observações de campo, fotografias aéreas, imagens de satélite e dados analíticos. São elas:

- achatamento da morfologia original;
- modificação dos ângulos de declividade do barlavento e sotavento;
- ravinamento na superfície da duna e, às vezes, formação de cones de dejeção (fotografia 8);
- truncamento de formas por pequenas e médias drenagens;
- dissipação das estruturas sedimentares primárias;
- presença de vegetação;
- desenvolvimento de solo;
- presença de finos (silte e/ou argila) no perfil da duna. Os finos são encontrados em porcentagens que vão de 1 a 12%.

Essas mudanças estão relacionadas à maior ou menor intensidade de cobertura vegetal, processos pedológicos, pluviais e fluviais. Estes fatores estão associados às variações climáticas ocorridas dentro da área desde o início da sedimentação eólica até o presente.

FOTOGRAFIA 7 - *Draas* e dunas muito modificadas em toda extensão, entretanto em (1), nota-se as com morfologia menos modificada. Localização no anexo 3.

FOTOGRAFIA 8 - Dunas com a morfologia original modificada apresentando vegetação pobremente desenvolvida. Em (1) observa-se cones de dejeção. Localização no anexo 3.

6. PALEOVENTOS

As direções e sentidos dos ventos formadores de dunas e paleodunas podem ser obtidos, no campo, através de medidas em estruturas sedimentares (estratificações cruzadas e marcas onduladas eólicas) e, também, em fotografias aéreas e imagens de satélite, a partir de medidas da morfologia das feições eólicas. Na área mapeada, foi possível apenas usar o segundo método, uma vez que não foram observadas quaisquer estruturas sedimentares nos locais visitados.

De acordo com Spearing (1974), em formas parabólicas a direção e o sentido dos ventos são dados pela orientação do nariz ou ápice da duna. Nas formas lineares ou longitudinais, a direção dos ventos é aproximadamente paralela ao corpo linear principal.

6.1. APRESENTAÇÃO DOS RESULTADOS

Utilizando imagens de satélite da área, foram realizadas 161 medidas de direção/sentido de paleoventos. Obteve-se uma concentração de valores no quadrante NW, variando entre 280° e 312°, com dispersão de 32°.

As medidas foram tratadas estatisticamente através do programa ROSETA (gentilmente cedido pela CPRM, Salvador), sendo agrupadas em 4 classes com intervalos de 10°. Obteve-se uma predominância da classe entre 290°-299° (52% das medidas), sendo a média correspondente a 294°. Portanto, os paleoventos provinham de sudeste com direção/sentido de N66°W. A figura 10 apresenta os resultados obtidos.

FIGURA 10 - Representação gráfica da orientação preferencial dos paleoventos formadores das dunas na área estudada, conforme as 161 medidas obtidas.

7. ANALISES SEDIMENTOLÓGICAS

7.1. COLORAÇÃO DAS AREIAS

A cor dos sedimentos eólicos tem sido utilizada por alguns autores no sentido de estabelecer diferenças cronológicas entre gerações de dunas, principalmente em áreas costeiras. No entanto, de acordo com Walker (1979, *apud* McKee, 1979) a coloração dos sedimentos nos desertos arenosos varia em função de diversos fatores como: disponibilidade de minerais que contêm ferro; quantidade e tipo de argilas presentes nos interstícios dos grãos de areia; variação da umidade disponível; tamanho e forma dos grãos; tempo e distância de transporte; e porcentagem de grãos derivados de antigas camadas vermelhas (*red beds*). Há ainda um outro fator que, embora não citado por esse autor, verificou-se ser de grande importância na área de estudo - o teor de matéria orgânica contido nas areias.

7.1.1. APRESENTAÇÃO DOS RESULTADOS

O anexo 2 mostra a relação da cor de todos os sedimentos coletados e a figura 11 mostra a distribuição geral e a variação de cor dentro da área mapeada.

As colorações das areias variam de branca, cinza, amarela, laranja, marrom a preta. Observa-se uma maior frequência de areias brancas e com diferentes tons de cinza na porção norte e oeste, enquanto que, na parte leste, próximo à margem do Rio São Francisco, tem-se o predomínio de cores amareladas a castanhas. Os tons de cinza escuro a preto são encontrados nas baixadas interdunares e nas pequenas drenagens.

FIGURA - 11 MAPA DE DISTRIBUIÇÃO DA VARIAÇÃO DE COR DA AREIA NOS PONTOS AMOSTRADOS DA ÁREA 1

● BRANCO A CINZA CLARO ■ CINZA MÉDIO ▲ AMARELO A CASTANHO

Os tons mais escuros estão, em geral, associados à presença de matéria orgânica, cujos teores nas amostras são listados na tabela 3.

7.2. ANÁLISE GRANULOMÉTRICA

A análise granulométrica objetiva a obtenção da distribuição do tamanho das partículas clásticas como elas foram depositadas, visando o reconhecimento dos processos operantes na área fonte e no ambiente deposicional.

No anexo 2 podem ser identificadas aquelas amostras analisadas quanto à granulometria.

7.2.1. TRATAMENTO DOS DADOS

Os resultados obtidos com a análise granulométrica das amostras foram tratados estatisticamente segundo:

- parâmetros granulométricos de Folk & Ward (1957) nas amostras para distribuição total e areia (amostras com mais de 50% de fração areia);
- porcentagens das classes granulométricas - grânulos, areia, silte e argila, pelitos (silte + argila);
- classificação textural de Shepard (1954);
- número de classes texturais conforme a escala de Wentworth (1922).
- histogramas de classes texturais.

7.2.2. APRESENTAÇÃO DOS RESULTADOS

As amostras foram tratadas separadamente de acordo com o ambiente/subambiente. A figura 12 mostra a variação da

AMOSTRA	(%)
PA-31	1.6
PA-32	4.3
PA-43	1.3
PA-44	5.0
PA-50	4.1
PA-53	2.4
PA-57	2.5
PA-61	2.9
PA-65	1.1
PA-74	1.8
PA-81	1.0
PA-82	1.1
PA-84	1.2
PA-94	1.3
PA-95	1.7
PA-96	2.4
PA-97	1.4
PA-99s	4.0
PA-99a	7.2
PA-102	1.2
PA-103	1.9
PA-104	1.2
PA-105	1.4
PA-108	3.1
PA-109	1.2
PA-114	20.3
PA-118	5.1
PA-124	2.8
PA-126	3.1
PA-142	2.1

TABELA 3 - Teor de matéria orgânica.

FIGURA 12 - Distribuição geral da variação percentual das classes texturais na área mapeada. G = grânulos, AMG = areia muito grossa, AG = areia grossa, AM = areia média, AF = areia fina, AMF = areia muito fina, S = silte, e, A = argila.

distribuição percentual das classes texturais do sedimento na área mapeada. O anexo 4 mostra os resultados das análises granulométricas, porcentagens das classes texturais e classificação textural de Shepard (1954), para as amostras do lençol de areia, dunas, interdunas e Rio São Francisco, as quais perfazem um total de 163. O anexo 5 exhibe a média aritmética e desvio padrão dos parâmetros estatísticos de Folk & Ward (1957). O anexo 6 mostra as freqüências percentuais segundo os parâmetros de Folk & Ward (1957), obtendo-se os seguintes resultados:

Lençol de Areia-distribuição total: predominam as areias finas (89%); pobremente selecionadas (51%) a moderadamente selecionadas (30%); quanto a assimetria, 44% apresentam-se aproximadamente simétricas seguidas de tendências positivas (32%) a muito positivas (21%); apresentam curvas muito leptocúrticas (46%), com tendências a leptocúrticas (32%) e a mesocúrticas (21%). Para a distribuição areia: nota-se também o predomínio de areias finas (95%); melhor selecionamento, apresentando-se 79% moderadamente selecionadas a bem selecionadas (21%); curvas aproximadamente simétricas (61%), com tendências à assimetria negativa (39%) e; mesocúrticas (66%) a leptocúrticas (29%).

Dunas-distribuição total: predominam as areia finas (64%) e médias (36%); moderadamente selecionadas (54%) a bem selecionadas (36%), aproximadamente simétricas (65%) seguidas de assimetria positiva (23%), com pouca dispersão para assimetrias negativa e muito positiva (6%); curvas mesocúrticas (52%), seguidas de leptocúrticas (32%) e platicúrticas (12%). Para a distribuição areia: também predominam as areias finas (60%) e médias(40%); pequeno aumento percentual no grau de seleção, apresentando-se 53% moderadamente selecionadas, 42% bem selecionadas e 5% muito bem selecionadas; para assimetria e curtose não ocorrem mudanças significativas.

Interdunas-distribuição total: predominam as areias finas (52%) e médias(30%); moderadamente selecionadas (79%) seguidas de muito pobremente selecionadas (15%) e pobremente selecionadas; apresentam assimetrias aproximadamente simétricas (48%), positiva (26%) a muito positiva (22%); curvas

predominantemente mesocúrticas. Para a distribuição areia, o fato mais relevante é a melhoria no grau de selecionamento.

7.3. ANALISE MORFOSCÓPICA

A morfoscopia compreende três características texturais dos grãos: esfericidade, grau de arredondamento e textura superficial.

A esfericidade ou forma da partícula é um reflexo de muitos fatores, tais como: forma original do fragmento; durabilidade do material; estrutura do mineral (fraturas e clivagens); natureza do agente geológico e o seu rigor de atuação e tempo ou distância através da qual a ação é estendida. Já o arredondamento reflete essencialmente a distância percorrida, o meio; o modo e o tempo de transporte do grão, sendo controlado principalmente pela dureza, tamanho e forma original desse grão mineral. Portanto, o grau de arredondamento pode ser utilizado como índice de maturidade textural do sedimento (Folk, 1974).

A textura superficial representa os detalhes mais íntimos da superfície dos grãos, independente da forma, tamanho ou composição mineralógica, podendo apresentar-se de forma polida, fosca ou corroída (Suguio, 1980). Esta propriedade é importante como evidência de abrasão sofrida pelo grão durante o transporte. No entanto, segundo Suguio (*op.cit*) existem limitações a esta interpretação, principalmente porque o mesmo resultado pode ser alcançado por processos diferentes. Assim, por exemplo, superfícies foscas podem resultar da ação rigorosa do vento, corrosão química ou crescimento mineral incipiente.

7.3.1. APRESENTAÇÃO DOS RESULTADOS

Os resultados das análises morfoscópias, efetuadas nas 23 amostras escolhidas de maneira a representar toda a área de estudo, encontram-se na tabela 4 e nas figuras 13 e 14. A análise de esfericidade, dos grãos de quartzo, revelou uma homogeneidade no comportamento dos sedimentos, predominando os valores médios, variando entre 51 a 77% dos grãos analisados. As esfericidades altas atingiram, em média, cerca de 30% dos grãos.

O estudo do grau de arredondamento (tabela 4 e figura 13) mostrou a predominância dos grãos de quartzo subarredondados/subangulosos nas amostras, representando, em média, 52% dos grãos analisados. Valores altos de arredondamento ocorreram apenas em 6 amostras (PA-74, 81, 92, 94, 105 e 119), as quais encontram-se distantes do Rio São Francisco. Por outro lado, algumas amostras mais próximas do rio como AL-02, LI-05, PA-01, PA-13, PA-22, apresentaram mais de 20% de grãos angulosos, porcentagem considerada alta dentro desta classe.

Em relação à textura superficial dos grãos de quartzo (tabela 4 e figura 14), em média, 48% apresentaram-se foscos, e 52%, polidos. Notou-se que, em geral, as amostras mais afastadas do Rio São Francisco contêm predominância de grãos foscos, enquanto nas mais próximas dominaram os polidos.

7.4. ANALISES MINERALÓGICAS

7.4.1. MINERAIS LEVES

O estudo dos minerais leves, especialmente o quartzo e o feldspato, visa a caracterização da natureza da área-fonte e a maturidade mineralógica dos sedimentos.

AMOSTRA	ESFERICIDADE (%)			ARREDONDAMENTO (%)			TEXT. SUPERFICIAL (%)	
	BAIXA (até .5)	MÉDIA (>.5 a .8)	ALTA (> .8)	ANG. SANG/SARRED ARRED			FOSCA	POLIDA
PA-01	14	63	23	22	67	11	16	84
PA-13	7	71	22	24	60	16	16	84
PA-22	6	77	17	27	64	9	23	77
PA-48	10	51	39	6	50	44	74	26
PA-52	8	54	38	14	49	37	73	27
PA-66	10	59	31	9	49	42	87	13
PA-70	4	60	36	11	46	43	80	20
PA-81	3	65	32	3	25	72	89	11
PA-92	7	55	38	3	48	49	84	16
PA-94	14	58	28	4	49	47	84	16
PA-99m	13	67	20	1	39	60	87	13
PA-105	2	69	29	1	46	53	88	12
PA-119	3	68	29	3	52	45	84	16
PA-122	5	67	28	14	49	37	20	80
PA-127	6	57	37	8	44	48	58	42
PA-138	7	70	23	10	60	30	17	83
PA-139	1	58	41	5	49	46	44	56
PA-140	6	62	32	7	56	37	25	75
PA-143	2	63	35	5	56	39	33	67
AL-02	6	61	33	20	73	7	16	84
LI-05	3	69	28	32	60	8	37	63
XX-05	9	59	32	17	69	14	18	82
BA-13	5	69	26	11	67	22	25	75

TABELA 4 - Esfericidade, arredondamento e textura superficial em grãos de quartzo.

A maturidade mineralógica, no caso de minerais leves, é obtida pela relação quartzo/feldspato. A quantidade de feldspato pode fornecer indicações sobre o grau de maturidade do sedimento, devido à alta instabilidade deste mineral. A sua abundância pode indicar que o tempo de transporte e sedimentação foram rápidos o suficiente para permitir sua preservação ou, ainda, que o clima na área-fonte e no sítio deposicional era seco. A sua ausência, porém, não indica diretamente a maturidade de um sedimento, uma vez que o mesmo pode não estar presente na área fonte. A caracterização da área-fonte pode ser feita também através da análise dos tipos de quartzo presentes na amostra. Folk (1974) classifica e dá as características dos vários tipos de grão de quartzo.

7.4.1.1 APRESENTAÇÃO DOS RESULTADOS

Os resultados obtidos para cada item analisado encontram-se nas tabelas 5 e 6.

Todas as amostras estudadas apresentaram alta relação quartzo/feldspato (tabela 5), com valores superiores a 94% de quartzo. Dentre elas, 6 amostras não continham feldspato algum. Os feldspatos encontrados são do tipo microclínio e plagioclásio geralmente bastante alterados.

De acordo com a tabela 6, em 61% das amostras predominaram grãos com extinção ondulante fraca a moderada, enquanto, no restante, predominaram as extinções homogêneas.

Quanto à natureza dos grãos, são essencialmente simples (>90%), tendo sido encontrados poucos grãos compostos (máximo de 8%), dentre os quais apenas 2 eram muito alongados.

Os vacúolos e micrólitos estão sempre presentes nas amostras, predominando os grãos com poucas inclusões (1-10).

AMOSTRA	RELAÇÃO QUARTZO/FELDSPATO (%)	
	QUARTZO	FELDSPATO
PA-01	97	03
PA-13	99	01
PA-22	95	05
PA-48	98	02
PA-52	97	03
PA-66	99	01
PA-70	98	02
PA-81	99	01
PA-92	100	-
PA-94	100	-
PA-99 _m	100	-
PA-105	99	01
PA-119	98	02
PA-122	97	03
PA-127	97	03
PA-138	98	02
PA-139	98	02
PA-140	98	02
PA-143	98	02
AL-02	100	-
LI-05	100	-
XX-05	100	-
BA-13	100	-

TABELA 5 - Relação Quartzo/Feldspato.

AMOSTRA	E X T I N Ç Ã O (%)			MAT. DOS GRÃOS DE QZ. (%)			VACUÓLOS E MICRÓLITOS (%)		
	HOMOG.	ONBULANTE		SIMPLES	COMPOSTO		SEM POUCOS MUITOS (0) (1-10) (>10)		
		FRACA A MOD. FORTE			MET.REC.MET.ALONG				
PA-01	22	66	12	97	3	-	3	52	45
PA-13	42	42	12	94	6	-	3	76	21
PA-22	35	52	13	96	3	1	3	85	12
PA-48	54	33	13	94	6	-	7	59	34
PA-52	51	39	10	97	3	-	7	60	33
PA-66	23	55	22	94	6	-	4	63	33
PA-70	33	50	17	98	2	-	3	66	31
PA-81	26	44	30	93	7	-	3	69	28
PA-92	35	53	12	98	2	-	7	61	32
PA-94	55	33	12	96	4	-	10	65	25
PA-99a	16	54	30	94	6	-	8	67	25
PA-105	55	43	02	99	1	-	9	68	23
PA-119	57	40	03	98	2	-	8	71	21
PA-122	38	54	08	95	5	-	7	73	20
PA-127	39	53	08	96	4	-	5	67	28
PA-138	60	31	09	91	8	1	10	74	16
PA-139	63	30	07	94	6	-	10	66	24
PA-140	77	20	03	98	2	-	7	71	22
PA-143	61	34	05	99	1	-	12	63	25
AL-02	15	73	12	97	3	-	3	52	45
LI-05	23	60	17	97	3	-	2	50	48
XX-05	26	54	20	92	8	-	-	35	65
BA-13	33	49	18	95	5	-	5	57	38

TABELA 6 - Tipo de extinção, natureza (segundo Folk, 1974) e porcentagem de vacúolos e micrólitos em grãos de quartzo.

7.4.2. MINERAIS PESADOS

Os minerais pesados são definidos normalmente como aqueles que possuem peso específico superior a $2,85\text{g/cm}^3$. Este valor corresponde ao peso específico do bromofórmio, normalmente utilizado no processo de separação entre minerais pesados e leves comuns (quartzo e feldspato).

Em geral, os minerais pesados são divididos em cinco grupos (Suguio, 1980): opacos; micas; grupo dos ultraestáveis (zircão, turmalina e rutilo); grupo dos semiestáveis (apatita, cianita, sillimanita, andaluzita e estauroлита) e grupo dos instáveis (olivina, piroxênio, hornblenda, granada e epidoto).

Os minerais pesados ocorrem comumente como acessórios, formando, em média, 0,1 a 0,5% da fração terrígena dos sedimentos. Apesar de presentes sempre em pequenas quantidades, são de grande importância nos estudos relacionados à proveniência, transporte, erosão, intemperismo e correlação paleogeográfica, principalmente em arenitos maduros, nos quais faltam fragmentos de rochas e grãos minerais leves diagnósticos de proveniência. Suguio (1980), baseado em Hubert (1971) e Pettijohn (1975), dá a relação entre os tipos de minerais pesados e a litologia da área fonte.

Folk (1974) considera a ocorrência e o conteúdo dos minerais pesados como função de cinco variáveis:

- a) litologia da área-fonte;
- b) estabilidade diferencial dos minerais submetidos ao intemperismo;
- c) durabilidade diferencial ou resistência física dos minerais submetidos a processos contínuos de abrasão;
- d) comportamento hidráulico do mineral, associado ao tamanho, à forma e ao peso específico dos grãos ou fragmentos.
- e) fatores pós-deposicionais relacionados aos processos diagenéticos.

7.4.2.1. APRESENTAÇÃO DOS RESULTADOS

A tabela 7 mostra os resultados de freqüências (em peso e porcentagem) obtidos com as separações de minerais leves e pesados (opacos/transparentes).

A tabela 8 exhibe as freqüências percentuais, índices de ZTR e classificação de maturidade mineralógica dos minerais pesados transparentes não micáceos, encontrados nas amostras analisadas.

A tabela 9 mostra as freqüências totais dos minerais pesados transparentes não micáceos. A freqüência média corresponde à média aritmética das freqüências de um determinado mineral em todas as amostras. A freqüência de ocorrência é a presença de um determinado mineral no conjunto de amostras e a freqüência de classes está baseada na tabela de classificação de Coutinho & Coimbra (1974), onde o mineral é considerado como super-abundante quando ocorre com freqüência superior a 50%, abundante entre 10 e 50%, comum entre 2 e 10% e raro entre 0 e 2%.

Os minerais encontrados nas amostras analisadas são descritos a seguir:

Epídoto - Apresenta-se incolor (zoisita ou clinozoisita) ou amarelo esverdeado (pistachita). Os grãos são irregulares e predominantemente arredondados, sendo poucos os alongados e com bordas arredondadas, exibindo freqüentemente superfície de dissolução bem desenvolvida.

Anfibólios - Ocorrem nas variedades tremolita (incolor) e hornblenda (verde escuro a pardo). Os grãos são principalmente de forma irregular e arredondada sendo poucos os alongados. São comuns superfícies de dissolução e inclusões.

Cianita - Ocorre como grãos incolores prismáticos subangulosos, sendo também comuns os grãos irregulares e arredondados. Apresentam inclusões carbonosas e superfícies de dissolução.

AMOSTRA	MIN.LEVES + PESADOS NAS FRAÇÕES ANALISADAS EM RELAÇÃO A AM.TOTAL		MINERAIS PESADOS						% DE MIN.PES. NA AMOSTRA TOTAL
			FRAÇÃO GROSSA (g) (0.250 - 0.125 mm)		FRAÇÃO FINA (g) (0.125 - 0.062)		TOTAL		
	(g)	(%)	MAG.	NÃO MAG.	MAG.	NÃO MAG.	(g)	(%)	
PA-01	46.53	46.43	0.032	0.060	0.033	0.042	0.167	0.358	0.357
PA-13	49.88	57.86	0.040	0.018	0.006	0.007	0.035	0.070	0.081
PA-22	55.07	64.08	0.005	0.025	0.004	0.026	0.060	0.109	0.126
PA-48	22.49	26.75	0.001	0.008	0.001	0.002	0.012	0.053	0.063
PA-52	33.91	41.04	0.020	0.009	0.007	0.007	0.043	0.017	0.153
PA-66	57.62	57.76	0.007	0.035	0.016	0.027	0.085	0.147	0.147
PA-70	53.64	65.93	0.011	0.042	0.018	0.028	0.099	0.184	0.226
PA-81	58.21	56.53	0.008	0.057	0.017	0.024	0.106	0.182	0.176
PA-92	55.39	67.20	0.013	0.044	0.016	0.002	0.075	0.135	0.176
PA-94	72.68	72.21	0.033	0.059	0.050	0.076	0.218	0.299	0.297
PA-99a	18.23	41.55	0.006	0.010	0.014	0.015	0.045	0.246	0.560
PA-105	69.42	69.06	0.030	0.060	0.014	0.014	0.118	0.169	0.168
PA-119	56.92	68.22	0.022	0.036	0.038	0.058	0.154	0.270	0.335
PA-122	50.55	61.37	0.019	0.034	0.010	0.009	0.072	0.142	0.172
PA-127	55.60	66.95	0.007	0.044	0.021	0.022	0.094	0.169	0.203
PA-138	43.05	52.59	0.034	0.033	0.076	0.042	0.185	0.429	0.524
PA-139	57.60	70.56	0.037	0.066	0.086	0.069	0.258	0.447	0.540
PA-140	74.22	90.42	0.049	0.106	0.169	0.126	0.450	0.606	0.738
PA-143	56.27	67.45	0.019	0.040	0.017	0.018	0.094	0.167	0.200
AL-02	58.88	72.69	0.006	0.026	0.032	0.036	0.100	0.169	0.200
LI-05	78.59	98.23	0.002	0.007	0.022	0.047	0.078	0.100	0.125
XX-05	51.01	63.76	0.001	0.006	0.003	0.019	0.029	0.056	0.070
BA-13	69.03	86.28	0.007	0.049	0.004	0.014	0.074	0.106	0.132

TABELA 7- Peso e porcentagem dos minerais pesados magnéticos e não magnéticos nas frações analisadas e na amostra total.

AMOSTRA-FRAÇÃO	EPÍDOTO	ZIRCON	TURMALINA	CIANITA	EST.	RUTILO	ANFIB.	TR.	ZTR	CLASSIFICAÇÃO (*)
PA-01 G	0	17	27	13	37	6	0	0	50	SUBMATURO
F	0	33	20	9	24	14	0	0	67	MATURO
PA-13 G	0	19	51	3	21	6	0	0	76	MATURO
F	0	51	19	1	21	8	0	0	78	MATURO
PA-22 G	2	11	67	4	12	1	3	0	79	MATURO
F	6	39	29	1	13	8	4	0	76	MATURO
PA-48 G	0	28	29	14	29	0	0	0	57	SUBMATURO
F	0	50	15	12	23	0	0	D	65	MATURO
PA-52 G	0	18	33	10	39	0	0	M	51	SUBMATURO
F	0	28	29	15	24	4	0	G	61	MATURO
PA-66 G	0	20	29	14	37	0	0	0	49	SUBMATURO
F	0	29	25	4	40	2	0	G	56	SUBMATURO
PA-70 G	0	27	31	11	31	0	0	0	58	SUBMATURO
F	0	51	16	8	19	6	0	0	73	MATURO
PA-81 G	0	13	33	17	34	3	0	0	49	SUBMATURO
F	0	47	23	10	17	3	0	0	73	MATURO
PA-92 G	0	13	25	8	51	3	0	0	41	SUBMATURO
F	0	54	19	7	14	6	0	0	79	MATURO
PA-94 G	0	11	36	6	46	1	0	0	40	SUBMATURO
F	0	49	21	5	23	2	0	0	72	MATURO
PA-99m G	0	27	37	7	27	2	0	0	83	MATURO
F	0	41	20	7	25	2	0	0	68	MATURO
PA-105 G	0	9	28	10	53	0	0	0	37	IMATURO
F	0	35	19	9	29	8	0	0	62	MATURO
PA-119 G	0	18	20	15	46	1	0	0	39	IMATURO
F	0	54	17	7	17	5	0	0	76	MATURO
PA-122 G	0	4	41	16	35	2	2	0	47	SUBMATURO
F	0	40	19	4	31	5	1	0	64	MATURO
PA-127 G	0	11	32	4	51	2	0	0	45	SUBMATURO
F	0	43	18	10	16	9	4	0	70	MATURO

TABELA 8 - Frequência percentual, índice de ZTR e classificação de maturidade mineralógica dos minerais pesados transparentes não nicáceos. (*) modificado de Coimbra (1976). Fração grossa (G) = 0,250-0,125 mm; fração fina (F)=0,125-0,066 mm; TR = mineral traço; D = dunortierita; M = monazita; G= granada; ANDAL= andaluzita.

Continuação

AMOSTRA-FRAÇÃO	EPIDOTO	ZIRCÃO	TURMALINA	CIANITA	EST.	RUTILO	ANFIB.	TR.	ZTR	CLASSIFICAÇÃO (*)
PA-138 G	0	5	33	10	46	5	1	0	43	SUBMATURO
F	0	60	22	1	10	7	0	0	89	MATURO
PA-139 G	2	11	21	13	45	5	3	0	37	IMATURO
F	2	46	15	12	18	5	2	0	66	MATURO
PA-140 G	2	12	29	6	39	6	6	0	47	SUBMATURO
F	2	55	16	5	10	6	6	0	77	MATURO
PA-143 G	0	3	35	11	47	3	1	0	41	SUBMATURO
F	0	65	11	3	14	6	1	0	82	MATURO
AL-02 G	0	2	79	3	8	8	0	0	89	MATURO
F	0	25	45	7	8	15	0	0	85	MATURO
LI-05 G	1	8	84	3	3	1	0	0	93	SUPERMATURO
F	6	21	46	7	5	5	0	0	72	MATURO
XX-05 G	0	7	86	0	2	5	0	0	98	SUPERMATURO
F	0	41	45	3	6	5	0	ANDAL	91	SUPERMATURO
BA-13 G	7	4	36	9	38	4	2	0	44	SUBMATURO
F	5	22	15	10	36	9	3	0	46	SUBMATURO

TABELA 8 - Frequência percentual, índice de ZTR e classificação de maturidade mineralógica dos minerais pesados transparentes não nicáceos. (*) Modificado de Coimbra (1976). Fração grossa (G) = 0.250 - 0.125 mm, fração fina (F) = 0.125 - 0.062 mm; TR= mineral traço; D = dumortierita; M = monazita; G = granada; ANDAL = andaluzita.

MINERAL - FRAÇÃO		FREQ. MÉDIA	FREQ. DE OCORRÊNCIA	FREQUÊNCIA DE CLASSE (*)			
				SUPER ABUNDANTE	ABUNDANTE	COMUM	RARO
EPIBOTO	G	8.6	21.7	0.0	0.0	4.3	95.6
	F	8.9	21.7	0.0	0.0	13.0	87.0
ZIRCAO	G	13.3	100.0	0.0	65.2	30.4	4.3
	F	42.6	100.0	30.4	69.6	0.0	0.0
TURMALINA	G	40.5	100.0	21.7	78.3	0.0	0.0
	F	23.0	100.0	0.0	100.0	0.0	0.0
CIANITA	G	9.1	95.6	0.0	39.1	56.5	4.3
	F	6.8	100.0	0.0	13.0	73.9	13.0
ESTAUROLITA	G	34.1	100.0	13.0	73.9	8.7	4.3
	F	19.7	100.0	0.0	82.6	17.4	0.0
BUTILO	G	2.8	78.3	0.0	0.0	47.8	52.2
	F	6.1	95.6	0.0	8.7	73.9	17.4
ANFIBÓLIO	G	0.8	30.4	0.0	0.0	13.0	87.0
	F	0.9	30.4	0.0	0.0	17.4	82.6

TABELA 9 - Análise de frequência dos minerais pesados transparentes não micáceos.
 (*) Coutinho & Coimbra (1974).

Estauroлита - Apresenta em geral forte pleocroísmo, e as suas cores variam de amarela clara, alaranjada a castanha, raramente encontrando-se incolor. Os grãos têm formas irregulares, normalmente subangulosos ou arredondados, com raros cristais euedrais. Apresentam superfície de dissolução bem desenvolvida.

Rutilo - Aparece com coloração vermelha, predominando a forma alongada com bordas arredondadas, sendo poucos os irregulares com bordas subangulosas ou angulosas.

Zircão - Ocorre incolor ou nas cores amarela e castanha. As formas dos grãos são alongadas ou irregulares, ambas com bordas arredondadas, e menos freqüentemente euedrais. A presença de inclusões é comum.

Turmalina - Predominam os grãos com forte pleocroísmo de castanho claro a escuro, embora também ocorram as variedades de turmalina: incolor (acroíta), verde (elbaíta) e azul (indigolita), sendo essas duas últimas (apesar de raras) encontradas em quase todas as amostras analisadas. Os grãos são alongados com bordas arredondadas, irregulares e arredondados, ocorrendo secundariamente grãos prismáticos e angulosos. É comum a presença de inclusões e grãos com crescimento secundário, às vezes arredondados.

Granada - Mineral traço, de cor verde, na forma de grãos irregulares e arredondados.

Andaluzita - Mineral traço, apresenta forte pleocroísmo de amarelo a verde (viridina). Os grãos são irregulares e arredondados.

Dumortierita - Mineral traço, com forte pleocroísmo e cor castanha, ocorrendo como grãos irregulares e subarredondados.

Monazita - Mineral traço, de cor amarela, formas irregulares e arredondadas.

Os minerais com maiores freqüências médias são, em ordem decrescente:

fração grossa (0,250 - 0,125 mm) - turmalina, estauroлита, zircão, cianita, rutilo, anfibólios e epídoto.

fração fina (0,125 - 0,062 mm) - zircão, turmalina, estaurolita, cianita, rutilo, anfibólios e epídoto.

Em todas as amostras, ocorrem o zircão, turmalina, estaurolita e cianita. Esta última está presente apenas na fração fina. O zircão, a turmalina e a estaurolita chegam a ser superabundantes em algumas amostras, mas em geral, são abundantes, tanto na fração grossa como na fina. A cianita é um mineral comum nas frações grossa e fina.

Em análise obtida com difratograma de raios X na amostra PA-140, que continha a maior quantidade de minerais magnéticos (0,7%), foram identificados os seguintes minerais: ilmenita (>), hematita (<) e traços de goethita.

A tabela 8 e a figura 15 mostram os índices ZTR obtidos em cada amostra estudada e classificação do grau de maturidade mineralógica. O índice ZTR (zircão-turmalina-rutilo) representa a somatória das porcentagens destes minerais nas amostras analisadas. O grau de maturidade foi obtido através da subdivisão das frequências nos seguintes intervalos (modificado de Coimbra, 1976):

- 0 - 10% = muito imaturo
- 11 - 40% = imaturo
- 41 - 60% = submaturo
- 61 - 90% = maturo
- 91 - 100% = supermaturo

Assim, dentre as amostras analisadas, obteve-se: na fração grossa-60% de grãos submaturos, seguidos de 17% de maturos, 13% de imaturos e 8,6% de supermaturos; na fração fina-87% de grãos supermaturos, 9% de submaturos e 5% de maturos.

7.4.3. ARGILOMINERAIS

A determinação dos argilominerais pode ser feita através do método de difração de raios X, a partir do valor médio da distância interplanar basal (Bradley, 1937 *apud* Alves, 1987). Quando a amostra a ser analisada contém mais de um argilom mineral, caso da maioria das rochas sedimentares, recomenda-se que a sua identificação seja feita por mais de um método analítico (microscopia eletrônica de varredura, análise química etc). Porém, para a classificação dos grupos dos argilominerais (esmectitas, cloritas, illitas e caulinitas) costuma-se utilizar apenas um método. No presente estudo, utilizou-se a difração de raios X para a determinação dos grupos. Foram analisadas 8 amostras, sendo 5 do lençol de areia (PA-23, PA-26, PA-108, PA-114 e XX-02) e 3 dos depósitos de interdunas (PA-57, PA-99i e BA-12). Obtendo-se os difratogramas das amostras sem tratamento e, posteriormente, tratadas com etilenoglicol para identificação mais segura.

7.4.3.1. APRESENTAÇÃO DOS RESULTADOS

Os grupos dos argilominerais identificados são os da caulinita, esmectita e da mica (illita). Outros minerais encontrados nessa fração são o quartzo, goethita e material amorfo. Todas amostras, em geral, apresentam a mesma mineralogia, não havendo mudança nos diferentes subambientes.

Os minerais do grupo da caulinita apresentam-se com alto grau de cristalinidade, enquanto que os do grupo da esmectita mostram baixo grau de cristalinidade.

8. DATAÇÃO DE SEDIMENTOS ARENOSOS PELO MÉTODO DA TERMOLUMINESCÊNCIA

A ação da radioatividade sobre certos minerais induz o fenômeno da termoluminescência, que se traduz por uma liberação de energia, em forma de luz, quando sujeitos a um aquecimento devidamente programado. O quartzo, feldspato e fluorita apresentam esta propriedade ao serem irradiados continuamente pelos elementos radioativos naturais presentes nas rochas e nos raios cósmicos (Martin, 1986).

Segundo o autor *op cit*, as radiações alfa, beta e gama emitidas por estes elementos ionizam os átomos do mineral provocando a liberação de elétrons que posteriormente vão se colocar em defeitos cristalinos chamados *armadilhas*. O número desses elétrons é função do tempo de irradiação. Durante o aquecimento, os elétrons recebem energia e abandonam suas posições nas *armadilhas* retornando aos átomos aos quais estavam inicialmente ligados. No decorrer desta reorganização ocorre uma emissão de luz, cuja intensidade é diretamente proporcional à quantidade de radiação recebida, sendo portanto função do tempo durante o qual a amostra foi irradiada.

A obtenção da idade através da termoluminescência (TL), em sedimentos arenosos, utiliza o princípio de que os grãos de quartzo perdem a maior parte de sua TL adquirida durante a sua história geológica devido a exposição a luz solar, durante os processos de erosão e transporte, até um nível de TL residual. A acumulação de TL inicia-se novamente sobre o nível de TL residual quando o sedimento é depositado, soterrado e blindado da luz solar, devido a irradiação de radioatividade ambiente. Esse crescimento continua até o momento em que ele é posto novamente em contato com a radiação solar. Assim, a idade pode ser determinada conhecendo-se a dose adquirida desde o soterramento do sedimento (D.A), e a taxa de dose anual de irradiação natural (D), através da equação:

$$\text{idade TL (anos)} = \frac{D \cdot A}{D}$$

8.1. APRESENTAÇÃO DOS RESULTADOS

As datações estão sendo realizadas no laboratório do Instituto de Física da USP, por Arenas, MatsuoKa e Watanabe (no prelo). Até o momento obteve-se o resultado final para a amostra T₂ (localização na figura 4).

A figura 16 A, mostra a curva de emissão de TL da amostra natural (T₂) em função do aumento da temperatura. Em a nota-se dois picos, aproximadamente, entre 600° e 750° K. Em b, tem-se o comportamento da amostra *branqueada* (exposta a luz solar durante diferentes tempos), mostrando a curva de emissão de TL residual. Na figura 16 B, mostra-se a forte dependência da intensidade de TL com o tempo de exposição a luz solar.

Para a determinação da dose acumulada foi usado amostras naturais e branqueadas que foram irradiadas (figuras 16 C e D). A figura 16 E mostra as curvas de calibração obtidas das figuras 15 C e D, e a partir dela determinou-se as doses acumuladas coincidentes.

Os valores determinados para a dose acumulada pelos dois métodos utilizados são de $(11,83 \pm 1,16)$ Gy e $(11,85 \pm 1,18)$ Gy. Sendo a estimativa da taxa da dose anual, para a região estudada, de $1,6 \times 10^{-3}$ Gy/ano, a idade da amostra é avaliada em $(7,4 \times 10^3 \pm 0,7 \times 10^3)$ anos, para ambos os métodos.

Portanto, fica caracterizado que a amostra analisada, localizada a 3,5 metros de profundidade, apresentava-se na superfície do terreno, exposta a luz solar a cerca de 7.400 anos, indicando, esta idade, uma fase em que o clima era mais seco, apresentando atividade eólica, com o desenvolvimento de dunas.

FIGURA 16 - Resultado da datação pelo método de termoluminescência para a amostra T₂. (A), curva de emissão de TL em função do aumento da temperatura; (B), variação da intensidade de TL em função do tempo de exposição a luz solar; (C) determinação das doses acumuladas na amostra natural e (D) branqueada; (E) curva de calibração.

9. SIGNIFICADO GEOLÓGICO DOS RESULTADOS ANALÍTICOS

9.1. ANÁLISES SEDIMENTOLÓGICAS

Comparando-se os resultados obtidos das análises de freqüência entre as amostras dos diferentes subambientes (lençol de areia, duna e interduna) foi possível estabelecer algumas considerações, conforme seguem abaixo:

- Em relação ao diâmetro médio, as amostras de dunas e de interdunas apresentam-se predominantemente no intervalo de areia fina e média (podendo aí refletir a bimodalidade), sendo as de interdunas diferenciadas da duna por conter maiores porcentagens de finos (silte ou argila), sendo em média de 1% nas dunas e de 8% nas interdunas. As do lençol de areia tem predominância da fração areia fina porém contém grânulos e praticamente não contém areia média. Estas observações são válidas para as distribuições total e areia. A ausência, quase total (3,5%), da fração areia média na unidade denominada de lençol de areia, indica que ela provavelmente teve uma área fonte distinta daquela das areias das dunas. Ela foi assim denominada principalmente pela sua localização, em contato com as dunas, e por representar áreas de relevo plano, de cotas relativamente baixas.

- Para o grau de seleção granulométrica, as amostras de dunas mostram-se, no geral, moderadamente selecionadas (54%) a bem selecionadas (36%); as de interdunas, moderadamente selecionadas (70%); enquanto que as do lençol de areia, apresentam-se pobremente selecionadas (51%).

- Para o grau de assimetria, todas as amostras são aproximadamente simétricas, com tendência às assimetrias positiva a muito positiva, indicando uma tendência para granulometrias média e fina.

- Em relação à curtose, predominaram as curvas mesocúrticas.

- Quanto à coloração das areias, notou-se o predomínio de cores amarelas a castanhas nas amostras que estão mais próximas ao Rio São Francisco e aos afloramentos do embasamento (Serra Preta) que correspondem às rochas do Complexo de Xique-Xique (quartzitos ferríferos). Esta coloração deve estar relacionada a maior quantidade de ferro disponível nas rochas pré-cambrianas e/ou às oscilações do nível do lençol freático, mais alto junto ao rio.

- A análise morfooscópica mostrou que os grãos de quartzo apresentam-se com valores médios para esfericidade. Em relação ao arredondamento, predominam os grãos subarredondados/subangulosos, notando-se aumento percentual de grãos arredondados nas amostras localizadas nos depósitos dunares das porções mais interiores da área, portanto, mais afastadas do Rio São Francisco, sugerindo aumento do grau de retrabalhamento de leste para oeste. Em relação à textura superficial, os grãos de quartzo do lençol de areia e dos sedimentos fluviais do Rio São Francisco, apresentaram-se com maior porcentagem de grãos brilhantes, como esperado. Os grãos das dunas têm textura predominantemente fosca. Observa-se aumento na porcentagem destes grãos, de leste para oeste. Isto pode significar que os sedimentos mais próximos à margem do rio estão menos retrabalhados pelo vento. Este fato corrobora com os dados de paleocorrentes dos ventos.

- A análise mineralógica dos grãos de quartzo, mostrou que eles são principalmente monocristalinos, apresentando extinção ondulante fraca a moderada, contendo poucos a muitos vacúolos e micrólitos. Aparentemente, não existem diferenças significativas entre as amostras dos distintos ambientes ou subambientes.

- A relação quartzo/feldspato indica que os sedimentos apresentam uma supermaturidade mineralógica (> 95% de quartzo). Por outro lado, o índice ZTR indica que, em geral, os sedimentos são supermaturos a submaturos. Esta diferença em relação aos índices pode ser explicada pela ausência de feldspato nas rochas da área fonte, ou sua eliminação durante o transporte.

- A análise das assembléias dos minerais pesados transparentes não micáceos e dos grãos de quartzo, revelam a influência de rochas metamórficas de baixo a médio grau e sedimentares para a área fonte. O caráter metamórfico é identificado pela presença de altas porcentagens de estaurolita e cianita e pela presença de grãos de quartzo com extinção ondulante. A forte influência sedimentar é sugerida por toda a área devido à maturidade mineralógica e textural, em especial, a presença de grãos de quartzo, zircão, turmalina e rutilo arredondados e pela presença de turmalina com crescimento secundário arredondado. Vale salientar a presença da dumortierita, que embora encontrada apenas em uma amostra, como traço (PA-48), trata-se de um mineral raro em sedimentos. Localmente, ela é encontrada em forma de mineralização nas rochas do Grupo Santo Onofre (Fleischer, 1971), as quais estão localizadas próximas a afluentes do Rio São Francisco, situados a montante da área mapeada. Esse fato sugere que os metassedimentos desse grupo, retrabalhados pelo Rio São Francisco e afluentes, contribuíram como fonte das areias.

Ainda em relação à assembléia de minerais pesados, embora não ocorram grandes variações, notou-se a presença de representantes do grupo dos instáveis (epídoto, anfibólios), apenas nas amostras localizadas próximas ao Rio São Francisco. Essas amostras correspondem, principalmente, às dunas que apresentam morfologia original menos modificada e, portanto, provavelmente mais jovens.

- Os argilominerais encontrados no lençol de areia e nas interdunas são do grupo das caulinitas, esmectitas e illitas. A presença das esmectitas deve refletir o regime de pouca circulação de água do clima semi-árido, e as caulinitas, a alteração intempérica posterior das esmectitas ou dos feldspatos.

9.2. IDADE E PALEOGEOGRAFIA

Pouco se sabe, de concreto, sobre a possível idade de formação dos sedimentos eólicos estudados. Pesquisadores do Projeto Radam encontraram, em um furo de sondagem efetuado nas proximidades da cidade de Remanso, depósitos eólicos intercalados com calcários da Formação Caatinga, considerando-os em parte contemporâneos, com idade variável entre Terciário Superior e o Pleistoceno. Este fato parece ser coerente, dadas às condições climáticas necessárias à formação dos depósitos carbonáticos da Formação Caatinga, definidos por Suguio et.al.(1980), como sendo do tipo *caliche* ou *calcrete*, contudo, essas associações carecem de estudo estratigráfico detalhado. Tricart (1974), corroborando as idéias de Domingues (1948), e sem ter efetuado quaisquer datações absolutas, associou os sedimentos eólicos ao último máximo glacial ocorrido no Hemisfério Norte, há cerca de 18.000 anos A.P. Porém, acredita-se ser mais prudente primeiro obter datações absolutas para depois fazer associações a evento, ou eventos, glaciais/interglaciais.

Embora reconhecendo que apenas uma datação absoluta obtida através da TL não seja suficiente para definir a idade desses depósitos eólicos, admitimos que a idade obtida, de 7.400, anos represente, uma fase seca, com atividade eólica.

Através do estudo morfológico encontrou-se o predomínio de grandes formas de leito eólicas parabólicas que não são típicas de desertos interiores (geralmente com índices de precipitação que não permitem o crescimento de vegetação), pois as dunas parabólicas se desenvolvem em ambiente onde existe certa quantidade de cobertura vegetal. Por outro lado, levando-se em conta a extensão desse *mar de areia*, pode-se imaginar que essas morfologias observadas correspondam apenas a uma evolução final de um sistema geomórfico desértico o qual, inicialmente com índices de precipitação mais baixos, tinha o predomínio de outras formas dunares como barcanas e transversais, mas com o início de uma melhoria climática geral, talvez no Holoceno, teve as suas

formas evoluídas para parabólicas. Durante essa fase final de *parabolização* das formas dunares os índices pluviométricos não deveriam ser muito baixos, provavelmente semelhantes aos índices atuais.

As morfologias parabólica e longitudinal também estão associadas as áreas onde o suprimento de areia é relativamente restrito.

A presença das feições fluviais fósseis (fotografias 4 e 7) indicam haver ocorrido na área, pelo menos, outra fase mais úmida, bastante recente.

Algumas modificações pós-deposicionais observadas nos *Draas* e dunas são: achatamento da morfologia original; modificação dos ângulos de barlavento e sotavento; ravinamentos, as vezes, formando cones de dejeção; truncamento de formas por pequenas e médias drenagens; dissipação das estruturas sedimentares primárias; desenvolvimento de solo; crescimento de arbustos e até árvores em cima das dunas e; presença de finos (silte e/ou argila). Estas mudanças na morfologia original das dunas apresentam-se com intensidade variável e, por isso, sugerem mais de uma fase de atividade eólica, de desenvolvimento das mesmas.

Assim como hoje, os ventos eram provavelmente unidirecionais no entanto, com direções diferentes e com maior intensidade, pois em relação às direções, os dados de ventos atuais mostram ser NE em Barra e E em Remanso, porém a orientação das paleodunas indica que os ventos vinham de SE. Em relação à intensidade, Fryberger (*apud* McKee, 1979), concluiu que areias compostas por grãos de quartzo com diâmetro médio de 0,30 mm necessitam de ventos com velocidade superior a 6m/seg para iniciar seu transporte eólico, e como as velocidades médias mensais ou anuais obtidas em ambas as estações correspondem a valores bastante inferiores, pode-se concluir que atualmente os ventos com intensidade capaz de iniciar o transporte eólico, movimentando as areias são raros. Isto corrobora com as observações de campo onde foram encontradas dunas fixas.

Os vários dados analisados sugerem que a sedimentação eólica do médio Rio São Francisco tenha sido policíclica, composta por alternância de fases mais secas (com desenvolvimento de dunas) e mais úmidas (com dissecação das dunas e formação de pequenas e médias drenagens), ocorridas provavelmente durante o Terciário Superior e o Pleistoceno.

Somente a datação absoluta dos eventos e estudos morfológicos, sedimentológicos e estratigráficos de maior detalhe permitirão melhor reconstituição paleogeográfica e paleoclimática da área pesquisada.

10. CONSIDERAÇÕES FINAIS

O principal tipo morfológico observado regionalmente consiste de grandes dunas (*draas*) parabólicas compostas e complexas, associadas às formas longitudinais. Atualmente, esses *draas* e dunas encontram-se em franco processo de dissecação pelo ciclo erosivo atual (Ciclo Paraguaçu), apresentando a morfologia original modificada em vários graus, só ocorrendo remobilização pelo vento em áreas bastante restritas. Esta paisagem observada, deve corresponder a uma fase evolutiva final de um sistema geomórfico desértico que, provavelmente, passou por uma melhoria climática, podendo ter sido consequência de um aumento efetivo da precipitação, diminuição da temperatura, menor intensidade dos ventos, ou da associação desses fatores.

A sedimentação eólica do médio Rio São Francisco, ocorreu provavelmente, de maneira policíclica, com alternância de fases mais secas, com desenvolvimento de dunas, e mais úmidas, com dissecação das mesmas e formação de pequenas e médias drenagens.

Através de datação pelo método da termoluminescência, estabeleceu-se, para a área pesquisada, uma fase de atividade eólica, a cerca de 7.400 anos. Esta é a única referência cronológica absoluta disponível até o presente momento. Estudos complementares encontram-se em desenvolvimento pelo grupo de pesquisa chefiada pelo Prof.Dr. Shigueo Watanabe do Instituto de Física da USP.

As fases mais áridas, ou secas, podem estar associadas aos períodos glaciais ou a outras perturbações meteorológicas, como por exemplo, paleo *El Niños*, uma vez que, atualmente, no nordeste os anos de seca mais intensos correspondem a aqueles em que se observa tal fenômeno. Os *El Niños* estão relacionados às alterações na pressão atmosférica que ocorrem sobre o Oceano

Pacífico, acarretando aquecimento nas águas deste oceano e, por conseqüência, maior evaporação e formação de nuvens e chuvas no Peru e Equador, provocando seca no nordeste do Brasil.

Assim como hoje, os ventos eram predominantemente unimodais, porém, com direções diferentes (considerando-se escalas locais) e de maior intensidade. Os paleoventos vinham de sudeste, com sentido médio de 294° (N66W).

A análise dos dados granulométricos dos sedimentos da área mapeada, como também o aumento do grau de seleção granulométrica, a porcentagem dos grãos arredondados e presença de textura superficial fosca, indicam que o grau de retrabalhamento dos sedimentos cresce do leste (Rio São Francisco) para o oeste. Estes dados corroboram com os dados de paleoventos que eram, de SE-NW.

A assembléia de minerais pesados mostrou-se relativamente pobre, constituída predominantemente pelos ultraestáveis (zircão, turmalina e rutilo) e estáveis (estauroлита, cianita) e, em menores proporções, dos instáveis (epídoto e anfibólios), sendo que esses últimos foram encontrados apenas próximo do Rio São Francisco. A presença do epídoto e anfibólios pode estar associada, também, ao menor retrabalhamento do sedimento nesta porção da área ou talvez refletindo mudança na área fonte.

Em relação à nomenclatura da unidade litoestratigráfica estudada existem algumas restrições no que diz respeito a sua utilização. Moraes Rego (1926) denominou inicialmente de Formação Vazantes, sendo que esta atualmente é muito pouco empregada tendendo a ser suprimida, pois está em desacordo com os mais recentes códigos estratigráficos internacionais, além de ter sido utilizada para denominar metassedimentos do Grupo Bambuí, no Estado de Minas Gerais (Brito Neves, comunicação verbal). Informalmente, Leal (1970) utilizou a denominação de Formação

Casa Nova para caracterizar os depósitos eólicos neocenozóicos que ocorrem entre as cidades de Casa Nova e Remanso. Entretanto, Souza (1979) (*apud* Souza, 1981) empregou o termo estratigráfico de Complexo Casa Nova para designar os metassedimentos proterozóicos da Faixa ou Sistema de Dobramento Riacho do Pontal, que ocorrem no noroeste da Bahia nas cidades de Remanso e Casa Nova e no Piauí. Visto que não há uma nomenclatura adequada estabelecida para tal unidade, sugere-se informalmente, a denominação de Formação Rio Icatú para os depósitos eólicos neocenozóicos, encontrados em quase todo o médio Rio São Francisco, estando a sua localidade tipo situada ao longo do Rio Icatú. Esse rio é afluente da margem esquerda do São Francisco e encontra-se a norte da cidade de Barra. A formalização da Formação Rio Icatú será feita posteriormente à defesa da dissertação em revista de circulação mais ampla e adequada.

Lineamentos orientados segundo NW-WNW e NE-ENE, estão presentes tanto nas rochas do embasamento, como no próprio mar de areia, podendo tratar-se de estruturas do embasamento, reativadas afetando os sedimentos. Esses sistemas de lineamentos encontrados na área, são aparentemente compatíveis com esforços compressivos, de direção E-W, já verificados na região leste e sudeste do Brasil (Riccomini *et al.*, 1989; Assumpção, 1992).

Sabendo-se que entre as diversas características particulares do Quaternário, especialmente para sedimentos continentais, encontra-se o de ser representado por pacotes geralmente distribuídos de maneira descontínua sob as múltiplas formas de relevo, os depósitos estudados não se enquadram neste contexto, uma vez que tratam-se de mais de 5.000km² de extensão, de sedimentação contínua.

Na tentativa de explicar a extensão da deposição e preservação desses sedimentos, sugere-se duas hipóteses:

1 - Que o início da sedimentação tenha sido mais antiga do que o Período Quaternário, e

2 - Atuação de controles sedimentológicos e tectônicos/estruturais.

Para a confirmação da primeira hipótese seria necessário um maior detalhamento através de determinações da idade absoluta. Entretanto, em relação a segunda, algumas observações de cunho regional (figura 3) e local (anexo 1) foram obtidas que a enfatizam, tais como:

1 - Os contatos, dos depósitos eólicos, são definidos pelo Rio São Francisco, a leste e ao sul, e por altos topográficos a norte (terrenos granítico-gnaissico-migmatíticos) e a oeste (Serra do Estreito), que resultam numa forma aproximadamente triangular, coincidente com as direções gerais do embasamento;

2 - Deposição e/ou preservação dos sedimentos quase restrita à margem esquerda do São Francisco;

3 - Rios orientados, em parte por estruturas (falhas, fraturas etc.) encontradas no embasamento, com possibilidade de reativação das mesmas;

4 - Traçado extremamente reto entre o contato dos depósitos dunares e o lençol de areia (podendo ser observado na parte leste do mapa do anexo 1), apresentando orientação também coincidente com as direções gerais dos lineamentos encontrados nos rios e no embasamento;

Essas observações citadas, sugerem a possibilidade da existência de uma bacia sedimentar intracratônica (*tableland*, *dala*), apresentando relativamente, grande extensão e pouca espessura.

Por outro lado, fatores meteorológicos e orográficos locais podem ter sido ativos e terem atuado, em parte, como controladores da deposição e preservação dos sedimentos em questão. A Serra do Estreito (Grupo Santo Onofre), que apresenta cotas de 200-250 m, superiores ao nível de base local, pode ter atuado como barreira geográfica, gerando condições mais propícias para o desenvolvimento de forte atividade eólica, intensificando localmente a velocidade dos ventos e, ao mesmo tempo, atuado como obstáculo, impedindo a propagação das areias, para oeste.

Estudos posteriores fundamentados na estratigrafia e geofísica, apoiados em trabalhos de detalhes e maior número de datações absolutas deverão complementar esse trabalho, e solucionar os problemas pendentes para a compreensão da evolução paleogeográfica cenozóica do médio Rio São Francisco.

11. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AB'SABER, A. N. (1969) Participação das superfícies aplainadas nas paisagens do nordeste brasileiro. Geomorfologia, 9: 1-38.
- AITKEN, (1985) Thermoluminescence Dating, England, Academic Press. 357 p.
- ALMEIDA, F. F. (1977) O Craton do São Francisco. Revista Brasileira de Geociências, 7 (4): 349-367.
- ALVES, D. B. (1987) Desenvolvimento da metodologia de preparação de amostras para análise difratométrica de argilas no centro de pesquisa da Petrobrás. Boletim Geociências PETROBRAS, 1 (2): 157-175.
- ASSUMPÇÃO, M. (1992) The regional intraplate stress field in South America. Journal of Geophysical Research, 97 (11): 889-903.
- BAGNOLD, R. A. (1954) The physics of blown sand and desert dunes. London, Methuen. 265 p.
- BARRETO, A. M. F. & SUGUIO, K. (1992) Morfologia das paleodunas do médio Rio São Francisco e os paleoventos. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE GEOLOGIA, 37, São Paulo, 1992. Boletim de resumos expandidos. 301-302.
- BIGARELLA, J. J. (1971) The dune sediments-Their characteristics, recognition and importance. RIGBY, J. K. & Hamblin, W. K. (eds) Criteria for recognizing ancient environments, Tulsa, S.E.P.M. p. 12-62 (Society of Economic Paleontologists and Mineralogists, Special Publication, 16).

- BRANNER, J.C.(1911) Aggraded limestone plains of the interior of Bahia and climatic changes suggested by them. Geological Society of America Bulletin, 22 (2): 187-206
- BRITO NEVES, B. B. & FEITOSA, E. (1969) Proposição e estudos geológicos da Formação Capim Grosso. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE GEOLOGIA, 23, . Salvador, 1969. Resumos das conferências e das comunicações. Salvador, SBG. n. 1, p 60.
- BRITO NEVES, B. B. (1972) Inventário Hidrogeológico básico do Nordeste. Folha 24 Aracaju. SO. SUDENE. Superintendência do Desenvolvimento do Nordeste. Série Hidrogeologia, (26): 1-284.
- BROOKFIELD, M. E. & AHLBRANDT, T. S. (1983) Eolian sediments and processes. Amsterdam, Elsevier 660 p. (Developments in sedimentary, 38).
- BRUNI, M. A; ALMEIDA, J.T.; BRUNI, E. C. (1974) Carta geológica do Brasil ao milionésimo, folha Rio São Francisco SC 23. Brasília, MME/DNPM. 57 p.
- COIMBRA, A. M. (1976) Arenitos da Formação Bauru. Estudo de áreas fontes. São Paulo, 2 V. (Dissertação de mestrado - Instituto de Geociências (USP)).
- CONDE, R. P. (1991) Desenvolvimento de programas de computador para sedimentologia em micro computadores nacionais. Relatório final de iniciação científica. CNPq. Processo nº 800464/87-7 GI.
- COSTA, L. A. M. (1976) Projeto Leste do Tocantins-Oeste do rio São Francisco. DNPM/CPRM 11. Relatório final PROSPEC.
- 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.
- COUTINHO, J. M. V. & COIMBRA, A. M. (1974) Os pesados do Barreiras na costa Oriental brasileira: estudo de áreas-fontes. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE GEOLOGIA, 28, Porto Alegre, 1974. Anais Porto Alegre, SBG. V 5, p. 27-41.
- DOMINGUES, A. J. P. (1948) Contribuição a geologia do sudeste da Bahia. Revista Brasileira de Geografia, 10: 255-287.
- DOMINGUEZ, J. M. L. & ROCHA, A. G. M. F. (1989) Seqüências deposicionais do Espinhaço Setentrional na região Sudeste do Estado da Bahia. Uma margem continental Proterozóica? In: SIMPÓSIO DE GEOLOGIA NÚCLEO MINAS GERAIS, 5, SIMPÓSIO DE GEOLIGIA NÚCLEO BRASÍLIA, 1, Belo Horizonte, 1989. Anais Belo Horizonte, SBG. p 190-194.
- FLEISCHER, R. (1971) Observações geológicas sobre a dumortierita da Serra das Veredas, Bahia. Mineração e metalurgia, 54 (319): 21-24.
- FOLK, R. L. & WARD, W. C. (1957) Brazos river bar: a study in the significance of the grain size parameters. Journal of Sedimentary Petrology, 22 (3): 125-145.
- FOLK, R. L. (1971) Longitudinal dunes of the northwestern edge of the Simpson Desert, Northerm territory, Australia, 1, geomorfology and grain size relationships: Sedimentology, 5 (16): 5-54.
- FOLK, R. L. (1974) Petrology of sedimentary rocks. Austin, Hemphill's. 185 p

- FRYBERGER, S. G. & AHLBRANDT, T. S. (1979) Mechanism for the formation of aeolian sand seas. Zeitschrift für geomorphologie, (23): 440-460.
- GALLOWAY, W. E. & HOBDAV, D.K.(1983) Terrigenous Clastic depositional Systems. New York, Springer Verlag, 423 p.
- GAYLORD, D. R. (1990) Holocene paleoclimatic fluctuations revealed from dune and interdune strata in Wyoming. Journal of Arid Environments (18): 123-138.
- GIANNINI, P. C. F. (1990) Depósitos eólicos costeiros: uma revisão de aspectos de morfodinâmica e classificação. Seminários gerais II curso de Pós- graduação, área de geologia sedimentar, Instituto de Geociências (USP). 12 p.
- GLENNIE, K. W. (1970) Desert sedimentary environments. Amsterdam, Elsevier. 222 p. (Developments in sedimentology, 14)
- GODDARD, E. N; TRASK, P. D; DE FORD, R. K; ROVE, O. N; SINGEWALD JR, J; OVERBECK, R. M. (1963) Rock Color Chart. New York. The Geological Society of America sp.
- GOUDIE, A.(1983) Environmental Change. 2. ed. Oxford, Clarendon. 258 p.
- GREELEY, R. & IVERSSEN, J. D. (1985) Wind as geological process on Earth, Mars, Venus and Titan. Cambridge, University Press. 333 p (Cambridge planetary science series,4).
- GROVE, A. T. (1958) The ancient ergs of Hausaland and similar formations on the South side of Sahara. Geographical Journal. (139): 243-257.
- IBGE (1977) Geografia do Brasil. Rio de Janeiro. SERGRAF/IBGE. V. 2.

- ICHICAWA, (1965) Dating of ancient ceramics by termoluminescence. Bulletn of the institute of chemical research. Kyoto University. (43), 1-16.
- INDA, H. A. V. & BARBOSA, J. F. (1978) Mapa geológico do Estado da Bahia .Texto explicativo. Salvador, SME/CPM. 122p.
- IRONDIO, M. & SUGUIO, K. (1981) Neotectonics of the Amazon Plain. Bulletin of the INQUA Neotectonics Comission, (4): 72-78.
- JACOMINE, P. K. T.; CALVACANTI, 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, (38): 1-404.
- JENNINGS, J. N. (1957) On the orientation of parabolic or U-dunes. Geographical Journal, (123): 474-480.
- JODHPUR, A. K. (1987) Origin and transformation of longitudinal sand dunes in the Indian desert. Zeitschrift für Geomorphologie, 31 (3): 311-337.
- KAR, A. (1987) Origin and transformation of longitudinal sand dunes in the Indian desert. Zeitschrift für Geomorphologie, 31 (3): 311-337.
- KLAMER, G. (1982) Die Palaeowustre des Pantanal Von Mato Grosso und die Pleistozone klimageschichte der brasilianischen randtropen. Zeitschrift für Geomorphologie, 26 (4): 393-416.
- KING, L. G. (1956) A Gemorfologia do Brasil Oriental Revista Brasileira de Geografia, 18 (2) 147-265.

- KOCUREC, G. (1981) Significance of interdune deposits and bounding surfaces in aeolian dune sands. Sedimentology, 28, (6): 753-780 p.
- KRUMBEIN, W. C. & SLOSS, L. L. (1963) Stratigraphy and Sedimentation. 2. ed. San Francisco, Farman. 660 p.
- LANCASTER, N. (1988) The development of large aeolian bedforms. Sedimentary Geology, 55 (1-2): 69-89.
- LANGFORD, R. P. (1989) Fluvial aeolian interactions. Part I, Modern Systems. Sedimentology, 36 (6): 1023-1036.
- LEAL, A. DE S. & BRITO NEVES, B. B. (1968) Elementos de estratigrafia do Médio São Francisco. In: SIMPÓSIO DE GEOLOGIA DO NORDESTE, 4., Recife, 1968. Resumo das Comunicações. Recife, SBG. p. 17-19.
- LEAL, A. DE S. (1970) Inventário hidrogeológico básico do nordeste. Folha 19-Aracajú. NO. SUDENE. Superintendência do Desenvolvimento do Nordeste. Série Hidrogeologia, (33): 1-157.
- LOCZY, L. & LADEIRA, E. A. (1976) Geologia estrutural e introdução à geotectônica. São Paulo, Edgard Blücher. 528 p.
- LOWE, J. J. & WALKER, M. J. E. (1984) Reconstructing Quaternary Environments. London, Longman. 389 p.
- MABESOONE, J. M. & DE CASTRO (1975) Desenvolvimento geomorfológico do nordeste brasileiro. Recife. Boletim do Núcleo do Nordeste, (3) :5-13.
- MANTOVANI, L. E. & RICHÊ, G. R. (1987) Formações Superficiais da Região do Sub-Médio São Francisco. In: CONGRESSO DA

- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE ESTUDOS DO QUATERNÁRIO, 1, Porto Alegre, 1987, Anais Porto Alegre, ABEQUA. p. 409-420.
- MARTIN, L.; MÖRNER, N. A.; FLEXOR, J.M.: SUGUIO, K. (1986) Fundamentos e reconstruções de antigos níveis marinhos do Quaternário. Boletim IG-USP. Publicação Especial n 4. 1-161.
- MCKEE, E. D. (1979) A study of Global Sand Seas. U. S. Geol. Survey Professional Paper (1052): 1-423.
- MCKEE, E. D. (1982) Sedimentary structures in dunes of the Namib Desert, South West Africa. The Geological Society of America. Special Paper (188): 1- 64.
- 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 Occidental do Estado da Bahia. Boletim do Serviço Geológico. e Mineralógico. (17):33-54.
- O'LEARY, D. W.; FRIEDMAN, S. D; POHN, H. A. (1976) Lineament, linear, lineation: some propused new standards for old terms. Geological Society of America Bulletin, 87 (10): 1463-1469.
- PYE, k. (1981) Rate of dune reddening in a humid tropical climate. Nature. 290 (5807): 582-582.
- PYE, K. (1982) Thermoluminescence dating of coastal dunes. Nature. 299 (5881): 376.
- PEDREIRA, A. J.; KISHIDA, A.; TORQUATO, J. R. E MASCARENHAS, J. E. (1978) Inventário e reavaliação do conhecimento geologico da parte central do Cráton de São Francisco. In: REUNIÃO PREPARATÓRIA PARA O SIMPÓSIO SOBRE O CRATON DE SÃO FRANCISCO

E SUAS FAIXAS MARGINAIS, 1, Salvador 1977. Anais Publicação Especial. SBG (3): 67-136.

PEDREIRA, A. J. & ROCHA, A. J. D. (1990) Coberturas Cratônicas Pré-cambrianas e mineralizações do Nordeste da Bahia - S. de Jacobina, Chapada Diamantina, Bacia de Irecê. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE GEOLOGIA, 36., Natal, 1990. Roteiro de Excursão Natal, SBG/SME. n. 6, p 1-31.

PESSOA, M. D. (1979) Inventário Hidrogeológico Básico do Nordeste. Folha nº 18 São Francisco NE. SUDENE. Superintendência do Desenvolvimento do Nordeste. Série Hidrogeologia (59): 1-237.

POWERS, M. C. (1953) A new roundness scale for sedimentary particles. Journal of Sedimentary and Petrology. (23): 117-119.

REGENSBURG, J.V. & BONN, J.G. (1990) To the problem of dune formation and dune weathering during the late Pleistocene and Holocene in the Southern Sahara and Sahel. Zeitschrift für. Geomorphologie, 34. (1): 1-17.

RICCI, M. & PETRI, S. (1965) Princípios de Aerofotogrametria e Interpretação Gelógica. São Paulo, Nacional. 226 p.

RICCOMINI, C. & CRÓSTA, A. P. (1988) Análise preliminar de lineamentos em imagens de sensores remoto aplicada à prospecção mineral na área dos granitóides Mandira, SP. Boletim IG-USP. Série Científica. (19): 23-37.

RICCOMINI, C. ; PELOGGIA, A. V. G.; SALONI, J. C. L.; KOHNKE, M. W.; FIGUEIRA, R. M. (1989) Neotectonic activity in the Serra do Mar Rift System (Southeastern Brazil). Journal of South America Eath Sciences, 2. (2): 191-197.

- RODRIGUES, M. T. (1991) Herpetofauna das dunas interiores do Rio São Francisco, Bahia, Brasil. In: Papéis Avulsos de Zoologia, 37 (19): 285-320.
- SABINS JR., F. F. (1978) Remote Sensing: principles and interpretation. San Francisco, Freeman. 464 p.
- SANTOS, A. R. DOS; MENEZES, P. R. & PORTO DOS SANTOS, U. (1977) Sensoriamento remoto aplicado ao mapeamento geológico regional. Relatório do INPE. n. 1111-TPT/064. Secretaria de Planejamento da Presidência da República. CNDCT.
- SANTOS, P. S. (1975) Tecnologia de argilas aplicadas às argilas brasileiras. São Paulo, Edgard Blücher/EDUSP. V 1.
- SCHOBENHAAUS, C. F. (1984) Carta geológica do Brasil ao milionésimo. Folha Aracajú SC-24. Brasília. MME/DNPM. 227.
- SCHOBENHAAUS, C.; ALMEIDA CAMPOS, D.; DERZE, G. R.; ASMUS, N. E. (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.
- SEPLANTEC/CEPLAB (1978) Atlas Climatológico do estado da Bahia. Salvador. Documento final. 191 p
- SHEPARD, F. P. (1954) Nomenclature based on sand-silt-clay rations. Journal of Sedimentary Petrology, 24 (3): 151-158.
- SILVA, A. B. (1974) Inventário Hidrogeológico Básico do Nordeste. Folha nº 23 São Francisco. SUDENE. Superintendência do Desenvolvimento do Nordeste. Série Hidrogeologia (50): 1-160
- SOUZA, J.D. (1981) Projeto Colômi. Salvador, DNPM/CPRM/DGM.

- SOUZA, W. S.T . & GUERRA, G. T. (1986) Estudo Geológico da Chapada Diamantina - Setentrional a partir do emprego do conceito de unidade deposicional. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE GEOLOGIA, 34, Goiânia, 1986. Anais Goiânia, SBG. V. 1, p 377-390.
- SPEARING, D. R. (1974) Sumary Sheets of Sedimentary Deposits. Geological Society of America. (7 folhetos).
- SUGUIO, K. (1973) Introdução à Sedimentologia. São Paulo Edgard Blücher/EDUSP. 317 p.
- SUGUIO, K. (1980) Rochas Sedimentares. São Paulo, Edgard Blücher/EDUSP. 500 p.
- SUGUIO, K.; BARCELOS, J. N.; MATSUI, E. (1980) Significados paleoclimáticos e paleoambientais das rochas calcárias da Formação Caatinga (BA) e do Grupo Bauru (MG/SP). In: CONGRESSO BRASILEIRO DE GEOLOGIA, 31., Camboriú, 1980. Anais Camboriú, SBG. V. 1, p. 607-617.
- THOMAS, D. S. G. & SHAW, P. A. (1991) "Relict" desert dune systems: interpretations and problems. Journal of Arid Environments. (20) 1-14.
- THOMAS, D. S. G. (1992) Desert dune activity: concepts and significance. Journal of Arid Envoronments, (22): 31-38.
- TRICART, J. (1974) Existence de Périodes Seches au Quaternaire en Amazonie et dans les Régions Voisines Revue Geomorphologie Dynamique. (4): 145-158.
- VERSTAPPEN, H. T .(1968) On the origin of longitudinal (seif) dunes. Zeitschrift Geomorphologie 12 (2) 200-220.

- VOLKEL, J. & GRUNET, J. (1990) To the problem of dune formation and dune weathering during the Late Pleistocene and Holocene in the southern Sahara and Sahel. Zeitschrift für Geomorphologie, 34 (1): 1-17.
- YAMAMOTO, J. K. (1977) Perfil geológico entre Franca e Rifaina. 33 p. (Relatório de Iniciação Científica- FAPESP-USP. n. do processo 08-Geologia 75/0083).
- WELLS, S. G. , MCFADDEN, L. D. & SCHLTZ, J.D. (1990) Eolian landscape evolution and soil formation in the Chaco dune field, Southern Colorado Plateau, New Maxico. Geomorphology, (3): 517-543.
- WILLIAMS, H. E. (1925) Notas Geológicas e Econômicas sobre o Vale do rio São Francisco. Boletim do Serviço Geológico e Mineralógico 12, 56 p.
- WILSON, I. G. (1972) Aeolian Bedforms, Their Developments and origins. Sedimentology, 19 (2): 173-210 p.

ANEXO - 1

Mapa geológico-morfológico da porção norte do Mar de Areia Fossil do médio Rio São Francisco, Bahia. Veja atrás na contracapa.

ANEXO 2

Tabela de amostragem, unidade e/ou subunidade, determinação de cor (*) e análises realizadas na área de estudo. LA = lençol de areia; U/R = vereda/rio; D = duna; I = interduna; LF = leito do Rio São Francisco; TF = terraço do São Francisco; FLI = fundo da lagoa de Itaparica; G = análise granulométrica; M = análise mineralógica e morfoscópica; X = análise de raios X; Mo = análise do teor de matéria orgânica; Cc = análise do teor de carbonato de cálcio; IL = datação por termoluminescência; (*) segundo *The Rock Color Chart* (Goddard *et al*, 1963).

AMOSTRA	UNIDADE E/OU SUBUNID.	COR	ANALISES REALIZADAS
PA-01	LA, U/R	5YR 4/4	G, M
PA-02	LA, U/R	10YR 5/4	G
PA-03	LA, U/R	10YR 5/4	G
PA-05	LA, U/R	10YR 7/4	G
PA-07	LA	10YR 7/4	G
PA-08	LA, U/R	5YR 5/6	G
PA-09	LA, U/R	10YR 5/4	G
PA-10	LA	10YR 6/6	G
PA-11	LA	10YR 6/6	G
PA-12	LA	10YR 6/6	G
PA-13	LA	10YR 5/4	G, M
PA-14	LA, U/R	10YR 5/4	G
PA-15	LA, U/R	10YR 5/4	G
PA-15	LA, U/R	10YR 5/4	G
PA-16	LA	10YR 5/4	G
PA-17	LA	10YR 5/4	G
PA-18	LA	10YR 5/4	G
PA-19	LA, U/R	10YR 7/4	G
PA-20	LA	10YR 7/4	G
PA-21	LA	10YR 7/4	G
PA-22	LA	10YR 7/4	G, M
PA-23	LA, U/R	10YR 8/2	G, X
PA-24	LA, U/R	10YR 7/4	G
PA-25	LA	10YR 7/4	G
PA-26	LA, U/R	10YR 8/2	G, X
PA-27	LA, U/R	10YR 7/4	G
PA-28	LA	10YR 7/4	G
PA-29	LA	10YR 7/4	G
PA-30	B	10YR 6/2	G
PA-31	I	10YR 2/2	G, Mo
PA-32	I	10YR 2/2	G, Mo
PA-33	B	10YR 4/2	G
PA-34	B	10YR 4/2	G
PA-35	B	10YR 4/2	G
PA-37	B	10YR 4/2	G
PA-38	B	10YR 8/2	G
PA-39	B	10YR 6/2	G
PA-40	B	9	G
PA-41	B	10YR 6/2	G
PA-42	B	5YR 8/1	G
PA-43	I	10YR 4/2	G, Mo
PA-44	I	10YR 2/2	G, Mo

AMOSTRA	UNIDADE E/OU SUBUNID.	COR	ANALISES REALIZADAS
PA-45	D	10YR 6/2	G
PA-46	D	10YR 6/2	G
PA-47	D	10YR 6/2	G
PA-48	D	10YR 6/2	G, M
PA-49	D	5YR 8/1	G
PA-50	I	5YR 3/4	G, Mo
PA-51	D	10YR 6/2	G
PA-52	I	5YR 8/1	G, M
PA-53	I	10YR 6/2	G, Mo
PA-54	D	5YR 8/1	G
PA-55	D	5YR 8/1	G
PA-56	D	10YR 4/2	G
PA-57	I	10YR 4/2	G, Mo, X
PA-58	D	10YR 6/2	G
PA-59	D	5YR 8/1	G
PA-60	D	5YR 8/1	G
PA-61	I	9	G
PA-62	D	10YR 6/2	G
PA-63	I	10YR 6/2	G
PA-64	I	10YR 4/2	G
PA-65	I	10YR 4/2	G, Mo
PA-66	I	5YR 8/1	G, M, Mo
PA-67	I	5YR 8/1	G
PA-68	LA	10YR 7/4	G
PA-69	LA	10YR 7/4	G
PA-70	LA	10YR 7/4	G, M
PA-71	LA	10YR 7/4	G
PA-72	LA, U/R	5YR 6/4	G
PA-73	D	5YR 5/6	G
PA-74	D	5YR 3/4	G, Mo
PA-76	D	5YR 7/2	G
PA-77	D	5YR 7/2	G
PA-78	I	5YR 7/2	G
PA-79	D	5YR 7/2	G
PA-80	D	5YR 5/2	G
PA-81	I	10YR 4/2	G, M, Mo
PA-82	D	10YR 4/2	G, Mo
PA-83	I	5YR 4/1	G
PA-84	I	10YR 4/2	G, Mo
PA-85	I	10YR 6/2	G
PA-87	D	10YR 6/2	G
PA-88	LA	10YR 2/2	G

AMOSTRA	UNIDADE E/OU SUBUNID.	COR	ANALISES REALIZADAS
PA-89	LA	5YR 7/2	G
PA-90	LA	10YR 6/2	G
PA-91	B	5YR 7/2	G
PA-92	B	10YR 6/2	G, M
PA-93	B	10YR 6/2	G
PA-94	LA	10YR 4/2	G, M, Mo
PA-95	LA	5YR 3/2	G, Mo
PA-96	LA	10YR 4/2	G, Mo
PA-97	LA	5YR 4/2	G, Mo
PA-98	B	5YR 7/2	G
PA-99i	I	5YR 6/1	G, Mo, Cc
PA-99m	I	5YR 6/1	G, M, Mo, Cc
PA-99s	I	5YR 3/2	G, X, Cc
PA-100	B	10YR 6/2	G
PA-101	LA	5YR 7/2	G
PA-102	LA	10YR 4/2	G, Mo
PA-103	LA	5YR 5/2	G, Mo
PA-104	LA	5YR 5/2	G, Mo
PA-105	LA	10YR 6/2	G, M, Mo
PA-106	LA	10YR 6/2	G
PA-107	LA	10YR 6/2	G
PA-108	LA, U/R	5YR 4/1	G, Mo, Cc, X
PA-109	LA	10YR 6/2	G, Mo
PA-110	LA	5YR 8/1	G
PA-111	B	5YR 8/1	G
PA-112	B	10YR 6/2	G
PA-113	B	10YR 6/2	G
PA-114	I	5YR 2/1	Mo, X
PA-115	B	10YR 6/2	G
PA-116	B	10YR 6/2	G
PA-117	B	5YR 8/1	G, Mo
PA-118	I	10YR 6/2	G, Mo
PA-119	B	10YR 6/2	G, M
PA-120	B (Topo)	10YR 7/4	G
PA-121	B (Meio)	10YR 7/4	G
PA-122	B (Base)	10YR 7/4	G, M
PA-123	B	10YR 7/4	G
PA-124	B	10YR 7/4	G, Mo
PA-125	LF	10YR 6/6	G
PA-126	I	10YR 7/4	G, Mo, Cc
PA-127	B	5YR 8/1	G, M
PA-128	B	10YR 5/4	G

AMOSTRA	UNIDADE E/OU SUBUNID.	COB	ANALISES REALIZADAS
PA-129	B	10YR 7/4	G
PA-130	B	10YR 8/2	G
PA-131s	I	5YR 6/4	G
PA-131i	I	5YR 5/4	G
PA-132	B (Topo)	10YR 5/4	G
PA-133	B (Meio)	10YR 7/4	G
PA-134	B (Base)	10YR 7/4	G
PA-135	B	5Y 5/6	G
PA-136	B	5Y 5/6	G
PA-137	B	10Y 5/4	G
PA-138	B (Base)	10Y 5/4	G, M
PA-139	LF	10Y 7/4	G, M
PA-140	B (Topo)	10Y 7/4	G, M
PA-141	B (Meio)	10Y 7/4	G
PA-142	B (Base)	10Y 7/4	G, Mo
PA-143	TF	10Y 6/6	G, M
PA-143s	B	5Y 6/6	G
PA-144	B	10Y 5/4	G
T ₁	I	10Y 5/4	TL
T ₂	I	10Y 5/4	TL
AL-01	B	10Y 7/4	G
AL-02	B	10Y 7/2	G, M
LI-01	B	5Y 7/2	G
LI-02	B	5YR 8/2	G
LI-04	B	10Y 8/6	G
LI-05	FLI	10Y 7/4	G, M
XX-01	LA	5Y 8/1	G
XX-02	LA	5Y 8/1	G, X
XX-03	LA	10YR 7/4	G
XX-04	LA	5YR 4/4	G
XX-05	LA	10YR 6/2	G, M
XX-08	LA	10YR 6/2	G
BA-01	LA	10Y 7/4	G
BA-06	LA	10Y 7/4	G
BA-07	B	5Y 6/4	G
BA-08	I	10Y 4/2	G
BA-12	I	10Y 4/2	G, X
BA-13	B (Ativa)	10Y 8/2	G, M
BA-14	B	5Y 8/1	G
BA-15	B	10Y 8/2	G

ANEXO - 3

Localização das fotografias.

CENÓZÓICO

- DEPÓSITOS ALUVIAIS RECENTES
- DEPÓSITOS DUNARES
- LENÇOL DE AREIA
- ARQUEANO/PROTEROZÓICO
- COMPLEXO DE XIQUE-XIQUE

LOCALIZAÇÃO DA ÁREA

CONVENÇÕES CARTOGRÁFICAS

- TELÉGRAFO
- ESTRADA NÃO PAVIMENTADA
- ESTRADA CARROÇÁVEL OU CAMINHO
- RIACHO
- LAGOA
- POVOADO

CONVENÇÕES GEOLÓGICAS-MORFOLÓGICAS

- CONTATO
- CONTATO INFERIDO
- LINEAMENTO
- LINEAMENTO INFERIDO
- DUNAS COM MORFOLOGIAS MUITO ALTERADA E ALTERADA
- DUNAS COM MORFOLOGIA MENOS ALTERADA

ANEXO - 4

Resultado das análises granulométricas, porcentagens das classes texturais e classificação textural de Shepard (1954) para as amostras do lençol de areia, duna, interduna e Rio São Francisco.

AMOSTRA	% GRANULOS	% AREIA	% DE SILTE + ARGILA	% ARGILA	CLASSES TEXTURAIS	CLASSIFICAÇÃO DE SHEPARD (1954)
PA-01	1.2	87.4	11.4	5.5	9	AREIA
PA-03	0.0	92.7	7.3	4.6	6	AREIA
PA-04	0.0	90.6	9.4	5.4	6	AREIA
PA-05	0.4	83.0	16.6	6.5	9	AREIA
PA-06	0.3	87.3	12.4	5.7	7	AREIA
PA-07	0.1	85.5	14.4	2.1	10	AREIA
PA-08	0.4	83.4	16.2	4.6	10	AREIA
PA-09	0.3	85.6	14.1	5.6	8	AREIA
PA-10	0.1	92.1	7.8	2.6	7	AREIA
PA-11	0.2	85.5	14.2	5.5	8	AREIA
PA-12	0.1	89.5	10.4	3.9	8	AREIA
PA-13	0.3	87.2	12.5	2.8	6	AREIA
PA-14	0.3	91.3	8.4	3.1	6	AREIA
PA-15	0.0	92.2	7.8	3.0	7	AREIA
PA-16	0.1	93.3	6.6	4.2	5	AREIA
PA-17	0.0	95.5	4.5	2.3	5	AREIA
PA-18	0.0	89.2	10.8	5.4	7	AREIA
PA-19	0.0	93.5	6.5	4.3	5	AREIA
PA-20	0.0	93.3	6.6	3.2	6	AREIA
PA-21	0.0	91.4	8.5	3.3	7	AREIA
PA-22	0.2	91.4	8.4	3.7	6	AREIA
PA-23	0.0	75.8	24.2	4.5	9	AREIA
PA-24	0.7	87.5	11.8	4.3	8	AREIA
PA-25	0.8	86.0	13.2	6.9	8	AREIA
PA-26	0.0	71.4	28.6	4.7	7	AREIA SILTICA
PA-27	0.5	85.9	13.5	4.7	10	AREIA
PA-28	0.4	88.9	10.7	4.2	7	AREIA
PA-29	0.4	87.1	12.5	5.2	7	AREIA
PA-68	0.0	99.2	0.8	0.0	4	AREIA
PA-69	0.0	99.2	0.8	0.0	4	AREIA
PA-70	0.0	99.2	0.7	0.0	4	AREIA
PA-71	0.0	99.2	0.8	0.0	4	AREIA
PA-72	0.2	93.8	5.9	2.0	6	AREIA
PA-88	0.0	99.4	0.6	0.0	3	AREIA
PA-89	0.0	99.6	0.3	0.0	3	AREIA
PA-90	0.0	99.5	0.5	0.0	3	AREIA
PA-94	0.0	99.7	0.2	0.0	3	AREIA
PA-95	0.0	99.2	0.7	0.0	3	AREIA
PA-96	0.0	99.3	0.7	0.0	3	AREIA
PA-97	0.0	99.7	0.3	0.0	3	AREIA

Resultado das análises granulométricas para as amostras do lençol de areia

AMOSTRA	% GRANULOS	% AREIA	% DE SILTE + ARGILA	% ARGILA	CLASSES TEXTURAIS	CLASSIFICAÇÃO DE SHEPARD (1954)
PA-98	0.0	99.3	0.6	0.0	3	AREIA
PA-101	0.0	99.4	0.6	0.0	3	AREIA
PA-102	0.0	99.3	0.7	0.0	3	AREIA
PA-103	0.0	99.4	0.6	0.0	3	AREIA
PA-104	0.0	99.5	0.5	0.0	3	AREIA
PA-105	0.0	99.3	0.7	0.0	3	AREIA
PA-106	0.0	99.5	0.5	0.0	3	AREIA
PA-107	0.0	99.3	0.7	0.0	3	AREIA
PA-108	0.0	18.8	81.15	31.1	8	SILTE ARGILOSO
PA-109	0.0	99.4	1.0	0.0	3	AREIA
PA-110	0.0	97.9	2.1	0.0	4	AREIA
XX-01	0.0	98.9	1.1	0.0	4	AREIA
XX-02	0.0	72.9	9.4	2.7	8	AREIA SILTICA
XX-03	0.0	93.3	6.7	13.9	5	AREIA
XX-04	0.0	87.2	9.9	5.4	8	AREIA
XX-05	0.0	94.9	4.8	0.0	5	AREIA
XX-08	0.0	95.7	4.0	0.0	5	AREIA

Resultados das análises granulométricas para as amostras do lençol de areia

AMOSTRA	% AREIA	% DE SILTE + ARGILA	% ARGILA	CLASSES TEXTURAS	CLASSIFICAÇÃO DE SHEPARD (1954)
PA-30	99.4	0.6	0.0	4	AREIA
PA-33	98.4	1.5	0.0	5	AREIA
PA-34	99.8	0.2	0.0	4	AREIA
PA-35	99.7	0.2	0.0	4	AREIA
PA-37	99.6	0.3	0.0	3	AREIA
PA-38	99.2	0.8	0.0	4	AREIA
PA-39	99.6	0.4	0.0	3	AREIA
PA-40	99.8	0.2	0.0	4	AREIA
PA-41	99.9	0.1	0.0	3	AREIA
PA-42	99.9	0.1	0.0	4	AREIA
PA-45	99.8	0.2	0.0	3	AREIA
PA-46	99.5	0.5	0.0	4	AREIA
PA-47	99.9	0.1	0.0	2	AREIA
PA-48	99.9	0.1	0.0	3	AREIA
PA-49	99.7	0.3	0.0	3	AREIA
PA-51	99.4	0.6	0.0	4	AREIA
PA-54	99.8	0.2	0.0	3	AREIA
PA-55	99.9	0.1	0.0	4	AREIA
PA-56	99.5	0.5	0.0	4	AREIA
PA-58	94.6	5.4	2.4	3	AREIA
PA-59	99.7	0.3	0.0	4	AREIA
PA-60	99.7	0.3	0.0	4	AREIA
PA-62	99.7	0.3	0.0	3	AREIA
PA-73	99.5	0.5	0.0	4	AREIA
PA-74	99.6	0.4	0.0	4	AREIA
PA-76	99.9	0.1	0.0	4	AREIA
PA-77	99.9	0.1	0.0	2	AREIA
PA-79	99.9	0.1	0.0	2	AREIA
PA-80	99.5	0.5	0.0	3	AREIA
PA-87	98.9	1.1	0.0	3	AREIA
PA-91	99.7	0.3	0.0	3	AREIA
PA-92	99.3	0.7	0.0	3	AREIA
PA-93	99.6	0.6	0.0	3	AREIA
PA-100	99.2	0.8	0.0	3	AREIA
PA-111	98.2	1.7	0.0	4	AREIA
PA-112	98.7	1.2	0.0	4	AREIA
PA-113	97.8	2.2	0.0	4	AREIA
PA-115	99.0	1.0	0.0	3	AREIA
PA-116	99.0	1.0	0.0	4	AREIA

Resultados das análises granulométricas para as amostras de dunas

ANEXO - 4 Continuação

AMOSTRA	% AREIA	% DE SILTE + ARGILA	% ARGILA	CLASSES TEXTURAIS	CLASSIFICAÇÃO DE SHEPARD (1954)
PA-117	99.2	0.8	0.0	3	AREIA
PA-119	98.5	1.5	0.0	4	AREIA
PA-120	99.9	0.1	0.0	4	AREIA
PA-121	99.8	0.2	0.0	3	AREIA
PA-122	99.7	0.3	0.0	4	AREIA
PA-123	99.6	0.4	0.0	3	AREIA
PA-124	98.9	1.0	0.0	4	AREIA
PA-127	98.6	1.4	0.0	5	AREIA
PA-128	99.5	0.5	0.0	3	AREIA
PA-129	99.8	0.2	0.0	3	AREIA
PA-130	99.5	0.5	0.0	3	AREIA
PA-132	99.8	0.2	0.0	3	AREIA
PA-133	99.9	0.1	0.0	3	AREIA
PA-134	99.9	0.1	0.0	3	AREIA
PA-135	97.6	2.4	0.0	5	AREIA
PA-136	99.3	0.7	0.0	4	AREIA
PA-137	99.1	0.9	0.0	3	AREIA
PA-138	87.5	12.5	3.3	7	AREIA
PA-140	99.7	0.3	0.0	3	AREIA
PA-141	99.9	0.5	0.0	2	AREIA
PA-142	99.9	0.1	0.0	3	AREIA
PA-143s	91.8	8.2	4.8	5	AREIA
PA-144	99.4	0.6	0.0	3	AREIA
AL-01	94.1	5.6	0.0	5	AREIA
AL-02	98.4	1.6	0.0	5	AREIA
LI-01	93.0	6.9	3.0	7	AREIA
LI-02	96.7	3.2	0.0	6	AREIA
LI-04	98.7	1.3	0.0	6	AREIA
BA-07	94.8	5.2	0.0	5	AREIA
BA-13	100.0	0.0	0.0	3	AREIA
BA-14	99.6	0.4	0.0	3	AREIA
BA-15	99.4	0.3	0.0	3	AREIA

Resultado das análises granulométricas para as amostras de dunas.

AMOSTRA	% AREIA	% DE SILTE + ARGILA	% ARGILA	CLASSES TEXTURAS	CLASSIFICAÇÃO DE SHEPARD (1954)
PA-78	99.8	0.2	0.0	3	AREIA
PA-81	99.6	0.4	0.0	4	AREIA
PA-82	99.4	0.6	0.0	3	AREIA
PA-83	99.1	0.9	0.0	3	AREIA
PA-84	99.6	0.4	0.0	3	AREIA
PA-85	99.7	0.2	0.0	3	AREIA
PA-99i	75.5	24.5	13.2	7	AREIA
PA-99n	65.4	34.6	18.4	7	AREIA ARGILOSA
PA-99s	69.4	30.6	16.6	9	AREIA ARGILOSA
PA-118	99.1	0.8	0.0	3	AREIA
PA-126i	84.2	15.8	9.1	7	AREIA
PA-31	96.3	3.7	0.0	4	AREIA
PA-32	98.2	1.8	0.0	5	AREIA
PA-43	98.7	1.3	0.0	4	AREIA
PA-44	99.0	1.0	0.0	4	AREIA
PA-50	99.7	0.3	0.0	4	AREIA
PA-52	99.6	0.4	0.0	4	AREIA
PA-53	98.5	0.5	0.0	4	AREIA
PA-57	34.0	66.0	18.3	8	SILTE ARENOSO
PA-61	99.5	0.5	0.0	4	AREIA
PA-63	99.3	0.7	0.0	4	AREIA
PA-64	99.0	1.0	0.0	4	AREIA
PA-65	98.8	1.2	0.0	4	AREIA
PA-66	98.9	1.1	0.0	5	AREIA
PA-67	98.7	1.3	0.0	5	AREIA
PA-88	88.9	11.1	4.1	6	AREIA
PA-12	76.2	23.8	3.2	8	AREIA

Resultados das análises granulométricas para as amostras de interdunas

ANEXO - 4

AMOSTRA	% AREIA	% DE SILTE + ARGILA	% ARGILA	CLASSES TEXTURAIS	CLASSIFICAÇÃO DE SHEPARD (1954)
PA-125	99.8	0.2	0.0	3	AREIA
PA-139	98.5	1.4	0.0	5	AREIA
PA-143	91.6	8.4	4.6	5	AREIA

Resultados das análises granulométricas para as amostras do Rio São Francisco.

ANEXO - 5

Média aritmética e desvio padrão ($\bar{X}$) dos parâmetros estatísticos de Folk & Ward (1957), para as amostras de lençol de areia, duna e interduna.

LENÇOL DE AREIA

MÉDIA ARITMÉTICA E DESVIO PADRÃO DOS PARÂMETROS ESTATÍSTICOS DE FOLK & HARD (1957)			
		DISTRIBUIÇÃO TOTAL	DISTRIBUIÇÃO AREIA
DIÂMETRO MÉDIO	VALOR MÉDIO	2.5	2.1
	DESVIO PADRÃO	0.6	0.4
DESVIO PADRÃO	VALOR MÉDIO	1.0	0.7
	DESVIO PADRÃO	0.5	0.2
ASSIMETRIA	VALOR MÉDIO	0.1	-0.1
	DESVIO PADRÃO	0.2	0.1
CURTOSE	VALOR MÉDIO	1.6	1.0
	DESVIO PADRÃO	0.5	0.2

DUNAS

MÉDIA ARITMÉTICA E DESVIO PADRÃO DOS PARÂMETROS ESTATÍSTICOS DE FOLK & HARD (1957)			
		DISTRIBUIÇÃO TOTAL	DISTRIBUIÇÃO AREIA
DIÂMETRO MÉDIO	VALOR MÉDIO	2.1	2.1
	DESVIO PADRÃO	0.2	0.2
DESVIO PADRÃO	VALOR MÉDIO	1.5	0.5
	DESVIO PADRÃO	0.2	0.1
ASSIMETRIA	VALOR MÉDIO	0.1	0.0
	DESVIO PADRÃO	0.1	0.1
CURTOSE	VALOR MÉDIO	1.1	1.0
	DESVIO PADRÃO	0.3	0.1

INTERDUNAS

MÉDIA ARITMÉTICA E DESVIO PADRÃO DOS PARÂMETROS ESTATÍSTICOS DE FOLK & HARD (1957)			
		DISTRIBUIÇÃO TOTAL	DISTRIBUIÇÃO AREIA
DIÂMETRO MÉDIO	VALOR MÉDIO	2.5	2.0
	DESVIO PADRÃO	0.9	0.5
DESVIO PADRÃO	VALOR MÉDIO	1.0	0.6
	DESVIO PADRÃO	0.7	0.1
ASSIMETRIA	VALOR MÉDIO	0.2	0.0
	DESVIO PADRÃO	0.2	0.1
CURTOSE	VALOR MÉDIO	1.1	1.0
	DESVIO PADRÃO	0.5	0.2

Média aritmética e desvio padrão (ϕ) dos parâmetros estatísticos de Folk & Hard (1957) para as amostras do lençol de areia, dunas e interdunas.

ANEXO - 6

Frequências percentuais, segundo os parâmetros estatísticos de Folk & Ward (1957), para as amostras de lençol de areia, duna e interduna.

ANÁLISE DE FREQUÊNCIA			
		DISTRIBUIÇÃO TOTAL	DISTRIBUIÇÃO AREIA
DIÂMETRO MÉDIO	GRANULOS	0.0	
	AREIA MUITO GROSSA	0.0	0.0
	AREIA GROSSA	0.0	0.0
	AREIA MÉDIA	3.5	3.6
	AREIA FINA	89.7	94.6
	AREIA MUITO FINA	5.3	1.8
	SILTE GROSSO	0.0	
	SILTE MÉDIO	0.0	
	SILTE FINO	1.7	
	SILTE MUITO FINO	0.0	
	ARGILA	0.0	
SELEÇÃO	MUITO BEM SELECIONADO	0.0	0.0
	BEM SELECIONADO	17.5	21.4
	MODERADAMENTE SELECIONADO	29.8	78.6
	POBREMENTE SELECIONADO	50.9	0.0
	MUITO POBREMENTE SELECIONADO	1.7	0.0
	EXTREMAMENTE MAL SELECIONADO	0.0	0.0
ASSIMETRIA	ASSIMETRIA MUITO NEGATIVA	1.7	0.0
	ASSIMETRIA NEGATIVA	1.7	39.3
	APROXIMADAMENTE SIMÉTRICA	43.9	60.7
	ASSIMETRIA POSITIVA	31.6	0.0
	ASSIMETRIA MUITO POSITIVA	21.0	0.0
CURTOSE	MUITO PLATICÚRTICA	0.0	0.0
	PLATICÚRTICA	1.7	5.4
	MESOCÚRTICA	21.0	66.1
	LEPTOCÚRTICA	31.6	28.6
	MUITO LEPTOCÚRTICA	45.6	0.0
	EXTREMAMENTE LEPTOCÚRTICA	0.0	0.0

Análise de frequência para as amostras do lençol de areia.

ANÁLISE DE FREQUÊNCIA			
		DISTRIBUIÇÃO TOTAL	DISTRIBUIÇÃO AREIA
DIÂMETRO MÉDIO	GRANULOS	0.0	
	AREIA MUITO GROSSA	0.0	0.0
	AREIA GROSSA	0.0	0.0
	AREIA MÉDIA	36.1	40.3
	AREIA FINA	63.9	59.7
	AREIA MUITO FINA	0.0	0.0
	SILTE GROSSO	0.0	
	SILTE MÉDIO	0.0	
	SILTE FINO	0.0	
	SILTE MUITO FINO	0.0	
	ARGILA	0.0	
SELEÇÃO	MUITO BEM SELECIONADO	5.6	5.6
	BEM SELECIONADO	36.1	41.7
	MODERADAMENTE SELECIONADO	54.2	52.8
	POBREMENTE SELECIONADO	4.2	0.0
	MUITO POBREMENTE SELECIONADO	0.0	0.0
	EXTREMAMENTE MAL SELECIONADO	0.0	0.0
ASSIMETRIA	ASSIMETRIA MUITO NEGATIVA	0.0	0.0
	ASSIMETRIA NEGATIVA	5.6	6.9
	APROXIMADAMENTE SIMÉTRICA	65.3	66.7
	ASSIMETRIA POSITIVA	23.6	23.6
	ASSIMETRIA MUITO POSITIVA	5.6	2.8
CURTOSE	MUITO PLATICÚRTICA	0.0	0.0
	PLATICÚRTICA	12.5	15.3
	MESOCÚRTICA	52.8	59.7
	LEPTOCÚRTICA	31.9	25.0
	MUITO LEPTOCÚRTICA	1.4	0.0
	EXTREMAMENTE LEPTOCÚRTICA	1.4	0.0

Análise de frequência para as amostras de dunas.

ANÁLISE DE FREQUÊNCIA			
		DISTRIBUIÇÃO TOTAL	DISTRIBUIÇÃO AREIA
DIÂMETRO MÉDIO	GRANULOS	0.0	
	AREIA MUITO GROSSA	0.0	0.0
	AREIA GROSSA	0.0	0.0
	AREIA MÉDIA	29.6	30.8
	AREIA FINA	51.8	69.23
	AREIA MUITO FINA	7.4	0.0
	SILTE GROSSO	7.4	
	SILTE MÉDIO	3.7	
	SILTE FINO	0.0	
	SILTE MUITO FINO	0.0	
	ARGILA	0.0	
SELEÇÃO	MUITO BEM SELECIONADO	0.0	0.0
	BEM SELECIONADO	3.7	7.7
	MODERADAMENTE SELECIONADO	70.4	92.3
	POBREMENTE SELECIONADO	11.1	0.0
	MUITO POBREMENTE SELECIONADO	14.8	0.0
	EXTREMAMENTE MAL SELECIONADO	0.0	0.0
ASSIMETRIA	ASSIMETRIA MUITO NEGATIVA	0.0	0.0
	ASSIMETRIA NEGATIVA	3.7	11.5
	APROXIMADAMENTE SIMÉTRICA	48.1	61.5
	ASSIMETRIA POSITIVA	25.9	23.1
	ASSIMETRIA MUITO POSITIVA	22.2	3.8
CURTOSE	MUITO PLATICÚRTICA	0.0	0.0
	PLATICÚRTICA	18.5	11.5
	MESOCÚRTICA	63.0	80.8
	LEPTOCÚRTICA	3.7	7.7
	MUITO LEPTOCÚRTICA	11.11	0.0
	EXTREMAMENTE LEPTOCÚRTICA	3.7	0.0

Análise de frequência para as amostras de interdunas.

MAPA GEOLÓGICO — MORFOLÓGICO DA PORÇÃO NORTE DO MAR DE AREIA FÓSSIL DO MÉDIO RIO SÃO FRANCISCO, BAHIA

- CENOZÓICO**
- DEPÓSITOS ALUVIAIS RECENTES
 - DEPÓSITOS DUNARES
 - LENÇOL DE AREIA
- ARQUEANO/PROTEROZÓICO**
- COMPLEXO DE XIQUE-XIQUE

0 1 2 3 4 Km

CONVENÇÕES CARTOGRÁFICAS

- TELEGRÁFO
- ESTRADA NÃO PAVIMENTADA
- ESTRADA CARROÇÁVEL OU CAMINHO
- RIACHO
- LAGOA
- POVOADO

CONVENÇÕES GEOLÓGICAS — MORFOLÓGICAS

- CONTATO
- CONTATO INFERIDO
- LINEAMENTO FOTOGEOLÓGICO
- DRAAS E DUNAS COM MORFOLOGIA MUITO MODIFICADA E MODIFICADA
- DRAAS E DUNAS COM MORFOLOGIA MENOS MODIFICADA