

O AQUIFERO DE DUNAS DA REGIÃO DO MÉDIO SÃO FRANCISCO - BA

João Alberto Oliveira Diniz⁽¹⁾ & Josias Barbosa de Lima⁽²⁾

RESUMO

Na região do médio vale do rio São Francisco, no Estado da Bahia, entre as cidades de Barra e Pilão Arcado, ocorre expressivo campo de dunas fósseis, interpretadas como evidências de antigos climas mais áridos que os atuais existentes na área.

Normalmente interpretado do ponto de vista genético como resultante de feições hidrológicas pretéritas do rio São Francisco, que teria sistema de drenagem e capacidade de transporte de sedimentos em tudo diferentes dos atuais, este campo de dunas, tendo em vista suas consideráveis dimensões e constituição litológica, representa um aquífero de expressivo porte ocorrente dentro da região semi-árida.

Características sócio-ambientais de seu local de ocorrência – baixíssima densidade demográfica e localização em uma área de preservação ambiental – APA, fazem com que o mesmo não seja praticamente explorado, representando assim um imenso reservatório de águas subterrâneas praticamente sem utilização.

A intenção deste trabalho é definir sua área de ocorrência, dimensões e potencialidades, visando um aproveitamento futuro e gerenciado para as mais diversas formas de utilização, como irrigação ou abastecimento humano.

ABSTRACT

In the area of the medium it is worth of the river San Francisco, in the State of Bahia, between the cities of Barra and Pilão Arcado, it happens expressive field of fossil dunes, interpreted as you evidence of old more arid climates than the current ones existent in the area.

Usually interpreted of the genetic point of view as resultant of features past hydrologic of the river San Francisco, that would have drainage system and capacity of transport of sediments in everything different from the current ones, this field of dunes, tends in its view considerable dimensions and constitution litologic, it represents an aquifer of expressive it carries occurrence inside of the semi-arid area.

Partner-environmental characteristics of its occurrence place - low demographic density and location in an area of environmental preservation - APA, does with that the same is not explored practically, representing like this practically an immense reservoir of underground waters without use.

The intention of this work is to define its occurrence area, dimensions and potentialities, seeking a future use and management for the most several use forms, as irrigation or human provisioning.

Palavras-chave: Dunas, Vale do São Francisco, Hidrogeologia

(1) Hidrogeólogo, Mestre em hidrogeologia, CPRM/SERVIÇO GEOLÓGICO DO BRASIL - SUREG-RE – Av. . Sul, 2291 – Afogados – Recife – PE , Fone 81 – 33161472 e- mail: jdiniz@re.cprm.gov.br

(2) Engenheiro de Minas, Coordenador Executivo Departamento de Hidrologia, CPRM/SERVIÇO GEOLÓGICO DO BRASIL - SUREG-RE – Av. . Sul, 2291 – Afogados – Recife – PE , Fone 81 – 33161472 e- mail: josiaslima@re.cprm.gov.br

1.0.INTRODUÇÃO

No Estado da Bahia, entre as cidades de Barra e Pilão Arcado, em área delimitada pelo Rio São Francisco e a Serra do Estreito, ocorre expressivo campo de dunas que se espraia por cerca de 60 – 70 km de extensão na direção Este-Oeste, transversalmente ao leito do rio, com um comprimento total superior a 100 km ao longo de seu eixo principal, paralelo à direção do São Francisco.

Situa-se a NW do estado da Bahia, ao sul do Polígono das Secas, entre as latitudes de 10⁰⁰' e 11⁰⁰'S e longitudes 42⁰³⁰' e 43⁰²⁰'W (Figura 1). Ocupa parte dos municípios de Barra, Pilão Arcado e Xique-Xique, distando cerca de 700 km de Salvador. Devido a suas expressivas dimensões – ocupando uma área superior a 7.000 km², bem como às suas características litológicas e geométricas, esses depósitos constituem-se em um potencial sistema aquífero de grande importância regional. .

A intenção de presente estudo é efetuar um levantamento geral das principais feições litológicas e deposicionais destes sedimentos, bem como cadastrar e analisar os poços tubulares ali existentes, na tentativa de caracterizar essa ocorrência como um sistema aquífero de primeira importância dentro da região semi-árida nordestina.

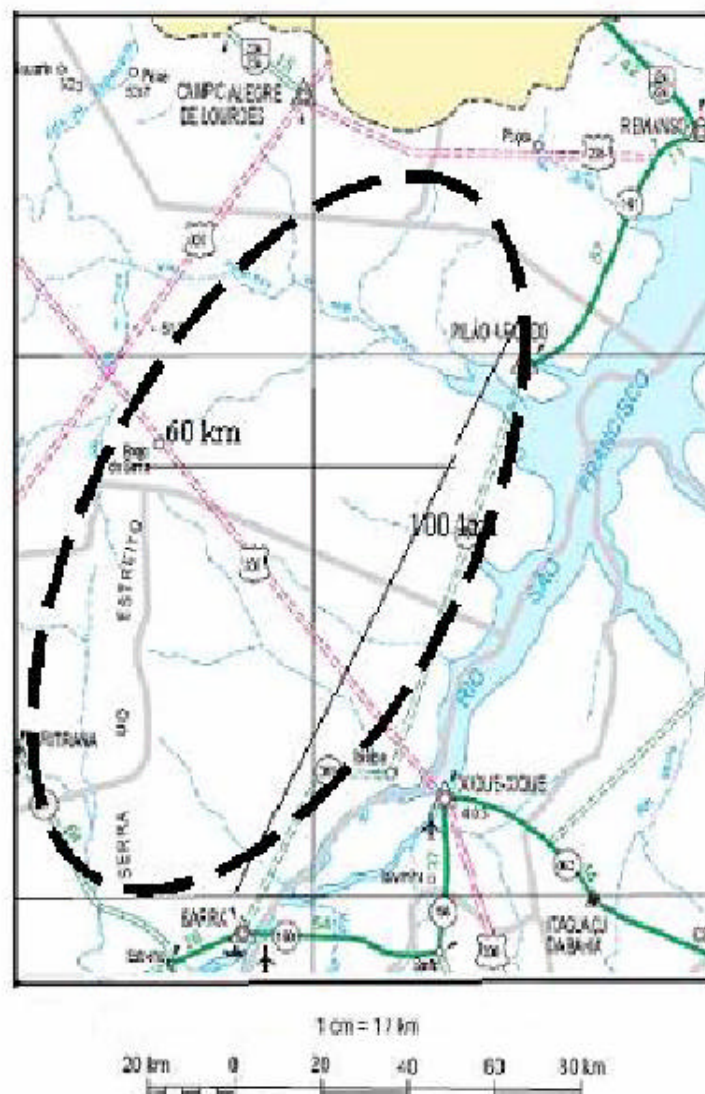


FIGURA 01 – LOCALIZAÇÃO DO CAMPO DE DUNAS DO SÃO FRANCISCO

2.0. AS DUNAS DO SÃO FRANCISCO – EVOLUÇÃO DO CONHECIMENTO

A área do médio-baixo São Francisco, compõe-se de areias, siltes argilosos e dunas quartzosas bem selecionadas, representando um campo de dunas inativas ou fósseis, de provável idade plio-pleistocênica, interpretado como evidência geomorfológica de clima pretérito mais seco que o atual, que teria existido durante o último máximo glacial (cerca de 18.000 anos AP). Nesta época existiria uma drenagem endorreica (drenagem que corre para o interior não atingindo o oceano, muito comum em regiões desérticas), enquanto que a atual característica exorreica do rio São Francisco teria sido adquirida no fim da última glaciação há cerca de 12.000 anos AP (Tricart, 1974).

Vários estudiosos detiveram-se sobre esta área, como Williams (1925), que a descreveu como um “*pequeno Saara ao longo do São Francisco*”, e considerava que suas areias, hoje estabilizadas pela vegetação, teriam sido supridas pelo Rio São Francisco, durante as estiagens, sendo a seguir transportadas pelo vento.

Moraes Rego (1926) incluiu os depósitos aluviais e eólicos, que margeiam o Rio São Francisco, em uma única formação, por ele denominada de Formação Vazantes.

Para King (1956) as areias eólicas do médio Rio São Francisco seriam resultantes de ciclo erosivo posterior à Superfície Velhas, que teria originado o aplainamento pliocênico-pleistocênico. Este autor admitiu que o canal principal do rio seguia para NW e desembocava no Rio Tocantins mas, por captura fluvial (desvio natural das águas do leito de um rio para outro), teria chegado à posição atual.

Leal (1968) também descreve essas ocorrências, propondo para elas a denominação de “Formação Casa Nova”, reafirmando a sua origem eólica.

Silva (1973) descreve as ocorrências dunares na região de Pilão Arcado-BA, como constituídas de areias brancas, bem selecionadas, com eixos de ondulações de direções predominantemente este-oeste.

Afirma uma origem a partir do retrabalhamento eólico de material detrítico oriundo principalmente dos arenitos e quartzitos do Grupo Santo Onofre, do Urucuaia e do Tombador.

Pessoa (1979) também afirma uma origem eólica para esses depósitos, por ele identificados entre as cidades de Casa Nova e Remanso, também no estado da Bahia.

A idéia de origem eólica para este campo de dunas preponderou ao longo dos anos, tanto que Goudie (1983) o incluiu em um mapa mundial de distribuição de áreas submetidas a atividades eólicas durante o último máximo glacial.

Na opinião de Costa (1984), essas dunas longitudinais e parabólicas, atingindo até 50 m de altura, teriam sido depositadas por ventos de SE e E. As areias deste campo de dunas seriam provenientes do Rio São Francisco e da Serra do Estreito que, como barreira topográfica, limitou a expansão do campo para W. No fim do último estágio glacial do hemisfério norte, teria ocorrido uma umidificação do clima, propiciando a modificação da drenagem endorreica para exorreica.

Schobbenhaus *et al.* (1984) no livro intitulado “Geologia do Brasil”, página 242, também aceitaram a interpretação de Tricart (*op. cit.*) e admitiram ser este o “*único exemplo de formações dunares de ambiente desértico quaternário no Brasil*”, classificando esses depósitos no campo dos “depósitos eólicos pleistocênicos” do cráton do São Francisco.

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

Ab'Sáber (2006), refere-se a um grande campo de dunas quaternárias fixas que documentariam a ocorrência de climas e processos eólicos de um passado relativamente recente, reportando-se à área como “o paleodeserto de Xique-Xique”. Trata de aspectos geográficos, sociais e preservacionais da área, discutindo a evolução da ação antrópica na região.

Finalmente Barreto (1996) e Barreto et al (2007), obtiveram dados sedimentológicos indicando que o Rio São Francisco teria sido praticamente a única fonte de areias para o campo de dunas.

Segundo esses autores, as alturas das dunas são variáveis entre 5-10 m até 50-60 m, com a média entre 15 m. e 25 m, enquanto que suas dimensões horizontais situam-se comumente entre 1-3 km, ainda que algumas dunas parabólicas possam ter mais de 10 km. Aplicando-se a classificação de **Pye (1993)** foi constatada a ocorrência de grande variedade de dunas parabólicas compostas e simples. As formas mais comuns são: aninhadas (*nested*), escalonadas (*echelon* ou *rake-like*), digitadas (*digitate*) e superimpostas (*superimposed*). A diversidade de formas parabólicas pode ser atribuída à variabilidade de rumos de paleoventos em escala regional (figura 02).

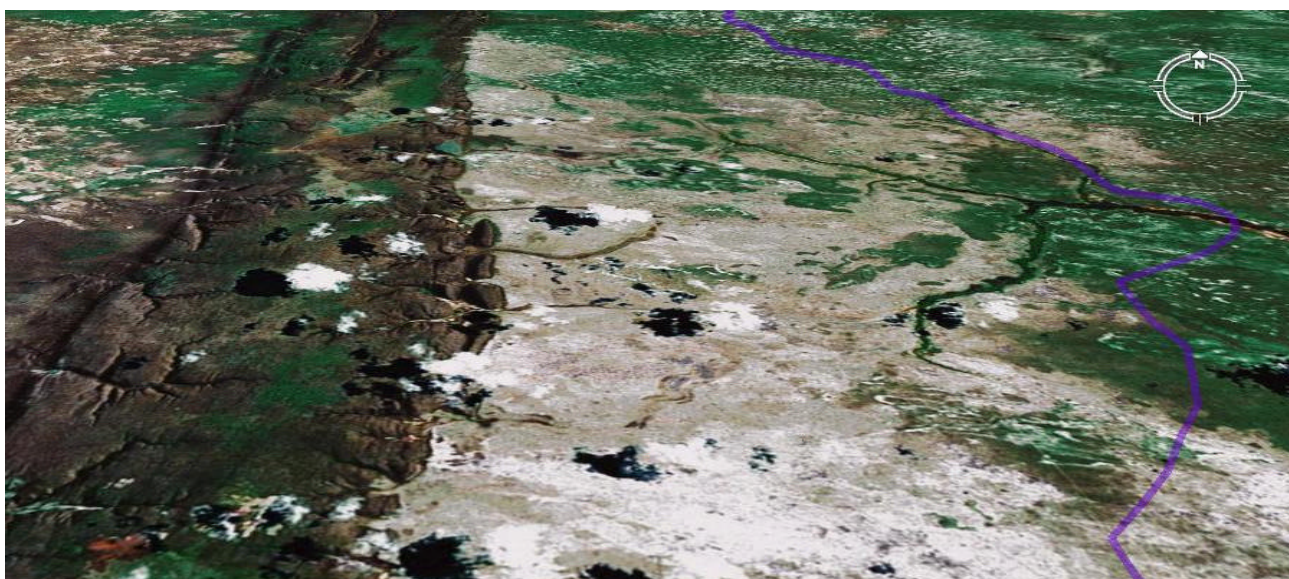


FIGURA 02 – DUNAS DO SÃO FRANCISCO, COM LIMITE OROGRÁFICO (SERRA DO ESTREITO) À ESQUERDA DA IMAGEM.

Fonte: google earth

3.0. ASPECTOS FISIAGRÁFICOS

3.1. Pluviometria

Na área estudada, verifica-se um máximo de chuvas em dezembro, janeiro e fevereiro, sendo o restante do ano quase que totalmente seco, exceto novembro, com freqüentes trovoadas, março e abril, que sempre proporcionam chuvas finas.

Na figura 03 é apresentado um mapa de isoietas elaborado pela SUDENE, na escala de 1:2.500.000, para o período de 1938-1958. Nota-se claramente um considerável aumento no valor das isoietas de

leste para oeste, apresentando valores desde 500 mm a mais de 1.000 mm. O valor de 700 mm pode ser adotado como médio para as precipitações dentro da área.

3.2. Temperatura

Os dados disponíveis sobre temperaturas na região são muito escassos, restritos apenas aos postos de Barra, Ibipetuba e Remanso.

Observa-se que as temperaturas médias mensais mantêm-se elevadas durante todo o ano, com pequena amplitude térmica, não atingindo 5°C a diferença entre o mês mais quente e o mais frio. A média das máximas varia entre $32,2^{\circ}$ - $33,3^{\circ}\text{C}$, enquanto que as médias mínimas situam-se entre $17,4^{\circ}$ - $23,6^{\circ}\text{C}$. O mês mais quente é setembro, enquanto que o mais frio é março.

3.3. Insolação, e umidade relativa do ar

Os dados existentes, obtidos para as estações de Bom Jesus e Remanso, referentes aos períodos entre 1972/76 e 1928/42, de acordo com as “Normais Climatológicas da Área da SUDENE”, indicam uma insolação média de 2.846,7 horas, atingindo valores mínimos nos meses de fevereiro e março; a umidade relativa do ar varia desde valores próximos a 50% na região de Remanso a próximos aos 70% em Bom Jesus. Atinge valores mínimos entre agosto e setembro.

3.4. Evaporação e evapotranspiração

A variação mensal da evaporação é muito grande, sendo mais intensa no período de julho a outubro, com máxima média, em Barra de 229,3 mm, aumentando sempre para a porção oriental da área. A menor média, durante o período de 1912 a 1942, foi de 33,5 mm, medida na estação de Ibipetuba.

A evapotranspiração real, calculada pela fórmula de Turc é de 760,6 mm em Barra, 992 mm em Bom Jesus, 507 mm em Remanso e de 958,4 mm em Ibipetuba, respectivamente.

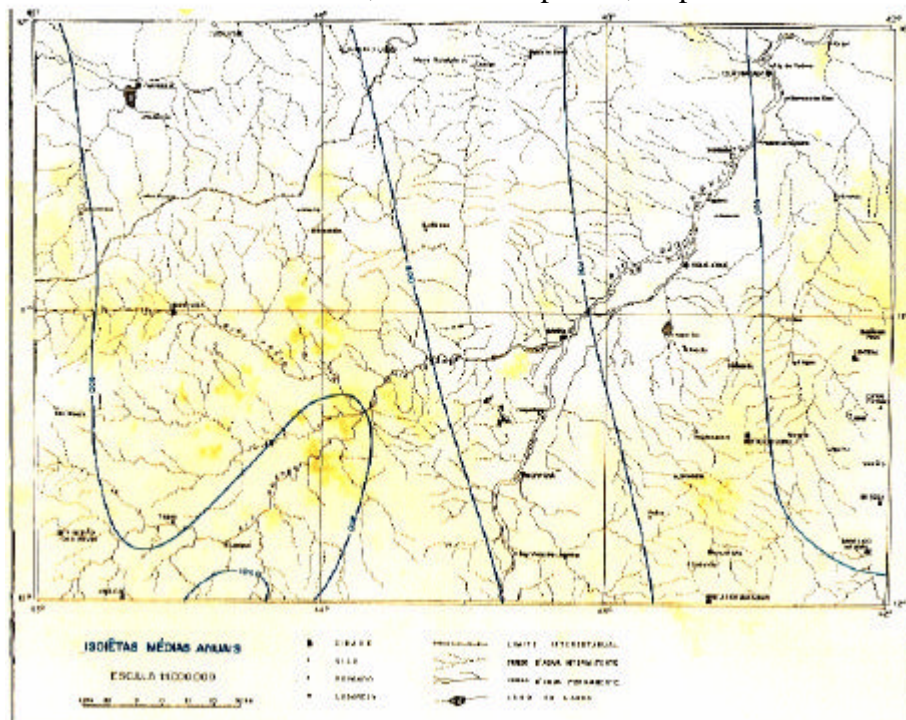


FIGURA 03 – ISOEITAS MÉDIAS ANUAIS
FONTE: INVENTÁRIO HIDROGEOLÓGICO DO NORDESTE
FOLHA 23 – SÃO FRANCISCO - SE

3.5. Hidrologia de superfície

O nível de base principal da área, como não podia deixar de ser, é o Rio São Francisco, que apresenta direção aproximadamente norte/sul até próximo à cidade de Pilão Arcado, onde sofre forte vergência para nordeste.

Possui afluentes perenes pelo lado esquerdo – rios Grande e Preto, enquanto que pela margem direita todos os seus afluentes são intermitentes, como o Paramirim, Verde e Jacaré.

4.0. GEOLOGIA E GEOMORFOLOGIA

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

Barreto (1996, op cit), afirma que as feições relacionadas à sedimentação eólica quando analisadas quanto às características sedimentológicas e morfológicas, modificações pósdeposicionais e padrões pretéritos de paleoventos, permitem a caracterização de cinco domínios geomorfológicos, conforme descritos na tabela 1:

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






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

TABELA 01 - Caracterização dos Domínios Geomorfológicos.

O gigantismo das dunas poderia ser atribuído ao efeito combinado de alta energia (velocidade) dos ventos, aliada ao abundante suprimento de areia e à resistência local à migração oferecida pelos obstáculos como vegetações e afloramentos rochosos. No atual estado dos conhecimentos, existem muitas dúvidas quanto às relações entre os padrões de paleoventos e as diferentes gerações de dunas; porém, do Pleistoceno-tardio até hoje podem ser reconhecidos, pelo menos, os três episódios seguintes (Barreto et al, 2007, op cit):

A. Entre 28.000 e 15.000 anos AP - Neste intervalo de tempo foram geradas as principais dunas parabólicas compostas e aninhadas, com tendência a formas de “V” fechadas, a formas parabólicas simples e alongadas, com ventos de SE para NW, refletindo regimes unimodais com pequena dispersão.

B. Entre 9.000 e 4.000 anos AP - Neste intervalo de tempo foram originadas dunas parabólicas, compostas e aninhadas, além de escalonadas superimpostas e digitadas, com formas predominantemente fechadas de “U”, em resposta a ventos de E a SE para W a NW. Nesta época, embora ainda fossem unimodais, os ventos apresentaram maior dispersão, favorecendo a ocorrência de variedade de formas parabólicas.

C. Entre 4.000 e 900 anos AP - Uma nova geração de dunas superimpostas às mais antigas, constituída por dunas parabólicas aninhadas e alongadas assimétricas de menores tamanhos, refletindo possivelmente ventos de SE para NW com menor dispersão, foi originada.

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

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

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

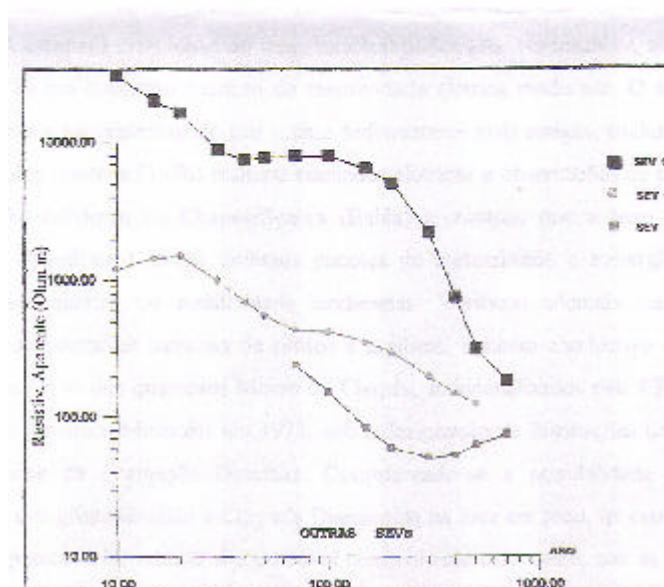
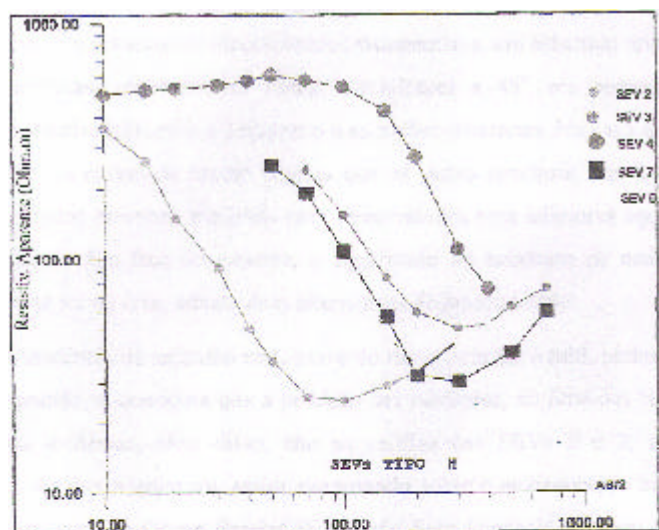
5.0. HIDROGEOLOGIA

5.1. CARACTERÍSTICAS ESTRATIGRÁFICAS E DIMENSIONAIS

Os sedimentos dunares ora estudado, constituem um sistema aquífero do tipo livre, tendo no embasamento cristalino ondulado, nos calcários compactos do Grupo Bambuí, ou nos metassedimentos do Grupo Chapada Diamantina, seu substrato.

Com base no estudo de sete sondagens elétricas verticais realizadas na área (Barreto *et al.*, 2007, *op cit*), atêm-se detalhadamente sobre o horizonte geoeletrico 5, que representaria o substrato resistivo da área, afirmando que “as rochas cristalinas mostram sempre resistividades altíssimas, geralmente superiores a 20.000 ohm.m, razão porque, em presença de recobrimentos sedimentares, um substrato cristalino traduz-se nas sondagens elétricas por ramos ascendentes a 45⁰, em consequência do enorme contraste de resistividade entre o sedimento e as rochas cristalinas. No caso da área das

dunas, o ajuste teórico às curvas de campo revelou que os ramos terminais, em alguns casos, “parecem ascender a ângulos menores, tendendo para resistividades inferiores àquelas esperadas para rochas cristalinas” (ver figuras 04 e 05).



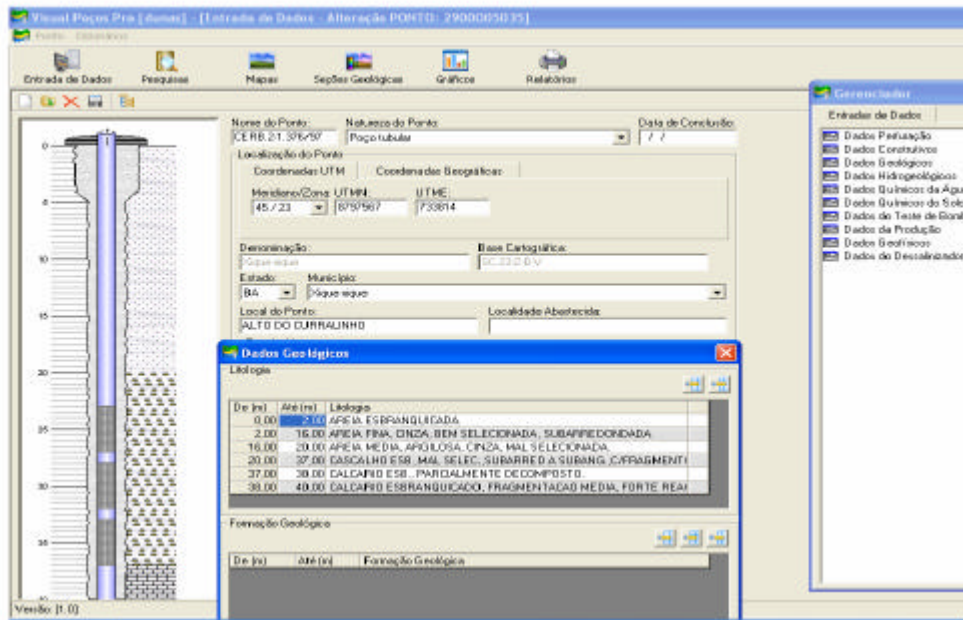
FIGURAS 04 e 05 – SONDAGENS ELÉTRICAS VERTICAIS NAS DUNAS DO SÃO FRANCISCO
FONTE: BARRETO, 1996

Para esta autora, o significado deste substrato de maior resistividade na parte sul da área, admite duas alternativas de interpretação:

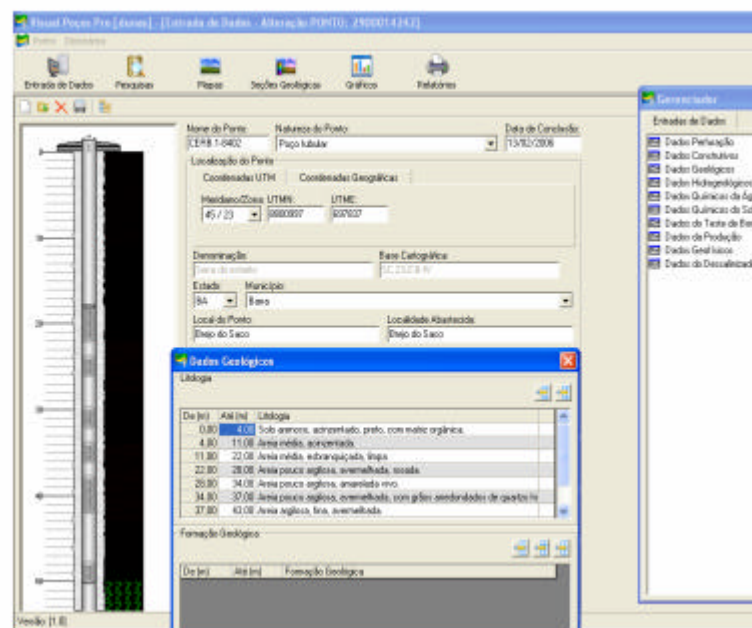
1. Como a tendência de ascensão do ramo do ramo mais suave (ver figura 04) é sutil, a mesma poderia ser questionada, sobretudo quando se considera que a precisão das medidas no final das curvas deixa muito a desejar. Além do mais, esta tendência não se verifica nas SEV's 03 e 07, não sendo, portanto, generalizada. As dunas estariam, então, repousando sobre o embasamento cristalino ou os calcários compactos do Grupo Bambuí (Formação Sete Lagoas), uma vez que este último tem resistividade da ordem de 15.000 ohm.m, facilmente confundível com as rochas cristalinas;
2. A ascensão mais suave do ramo terminal poderia ser verdadeira, denotando a presença de um substrato rochoso de resistividade elétrica moderada. Este substrato poderia ser

representado por rochas mais antigas, excluídos os calcários do Grupo bambuí. Desta forma, as areias dunares estariam recobrendo completamente metassiltitos e meta-argilitos das formações Bebedouro e/ou Lençóis, além de folhelhos da Formação Caboclo, que constituiriam o substrato moderadamente resistivo vislumbrado nas sondagens elétricas.

Além destas evidências, descrições litológicas de amostras de sedimentos de calha oriundos da perfuração de poços, efetuados pela CERB – Cia. de Engenharia Rural da Bahia, evidenciam tais especulações sobre a natureza deste substrato (figuras 6 a 10).



**FIGURA 06 – POÇO TUBULAR PERFURADO PELA CERB
NOTA-SE O SUBSTRATO CALCÁRIO
FONTE: CPRM/SIAGAS**



**FIGURA 07 - POÇO TUBULAR PERFURADO PELA CERB
NOTA-SE O SUBSTRATO ARGILOSO
FONTE: CPRM/SIAGAS**

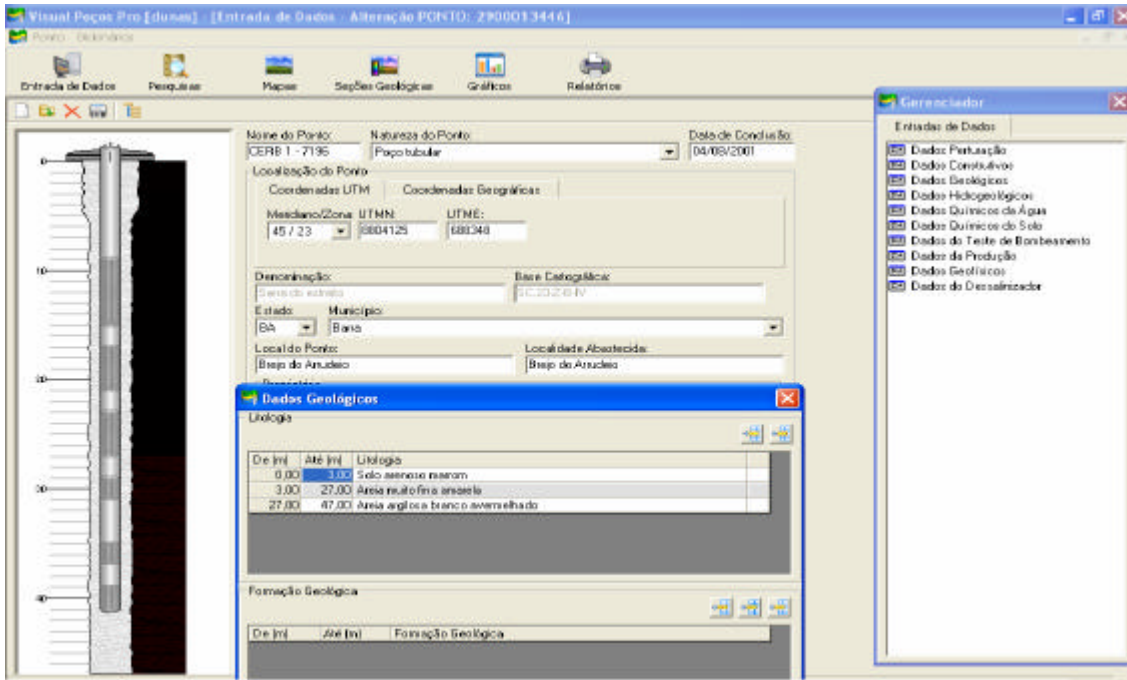


FIGURA 08 – POÇO TUBULAR PERFURADO PELA CERB – POÇO PARALISADO AINDA NA FORMAÇÃO DUNAR
FONTE: CPRM/SIAGAS

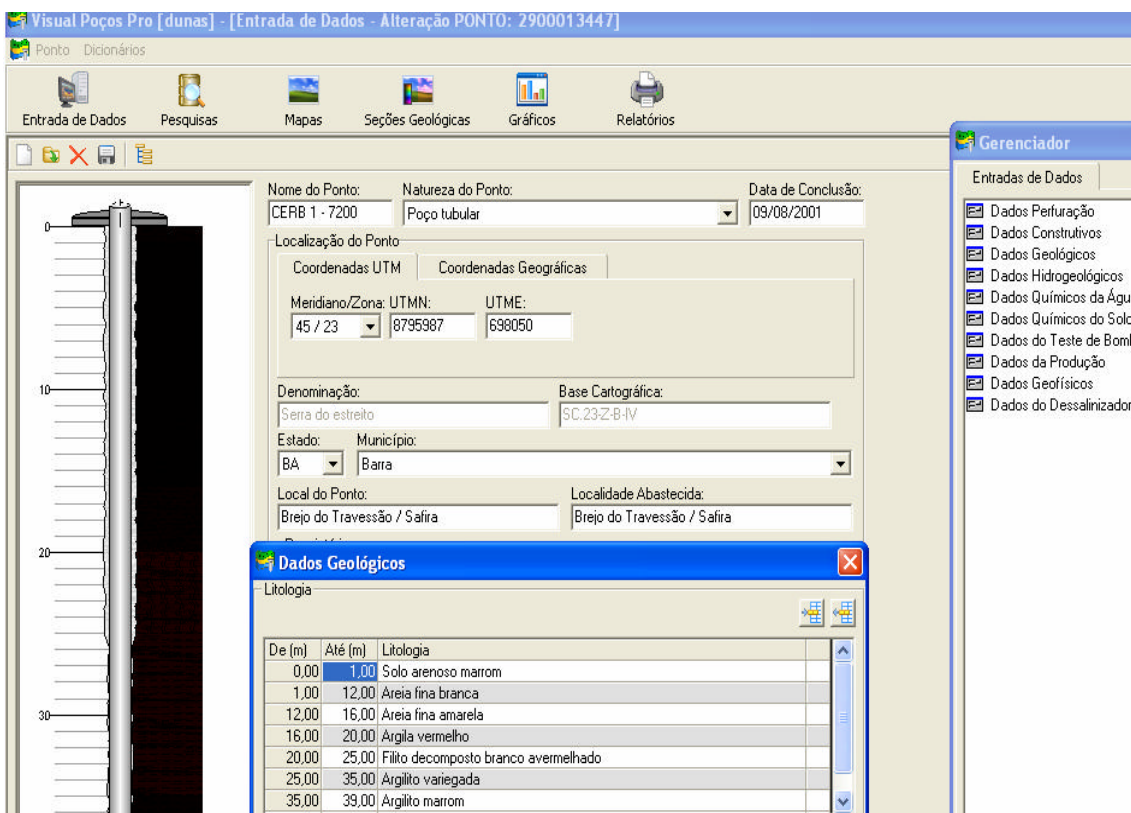


FIGURA 09 – POÇO COM SUBSTRATO DE FILITOS E ARGILAS
FONTE: CPRM/SIAGAS

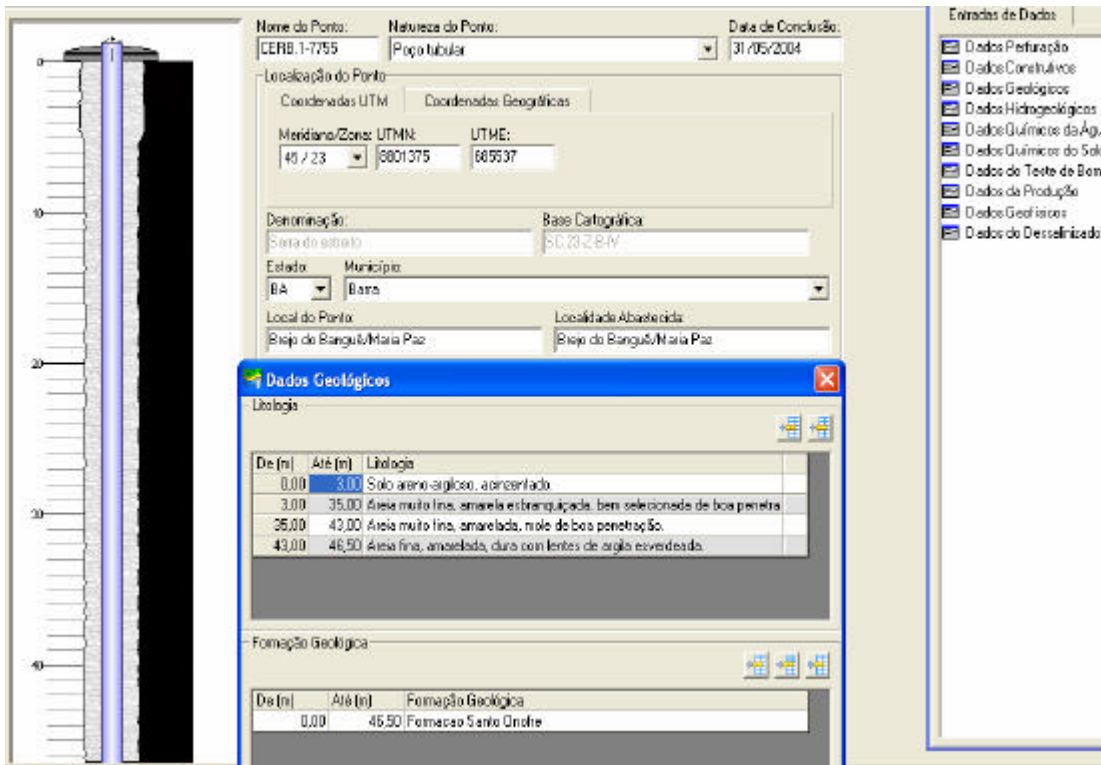


FIGURA 10 – POÇO PERFURADO ATÉ O TOPO DO ARENITO DURO – FORMAÇÃO SANTO ONOFRE
FONTE: CPRM/SIAGAS

A análise dos perfis das sondagens elétricas verticais já referidos, no total de sete, combinadas com as características topográficas da área, evidencia, segundo seus autores, que o embasamento das dunas pode situar-se até cerca de 140 m abaixo do nível de base atual, representado pelo Rio São Francisco, com 50 a 150 m de espessura de areia eólica (figura 11).

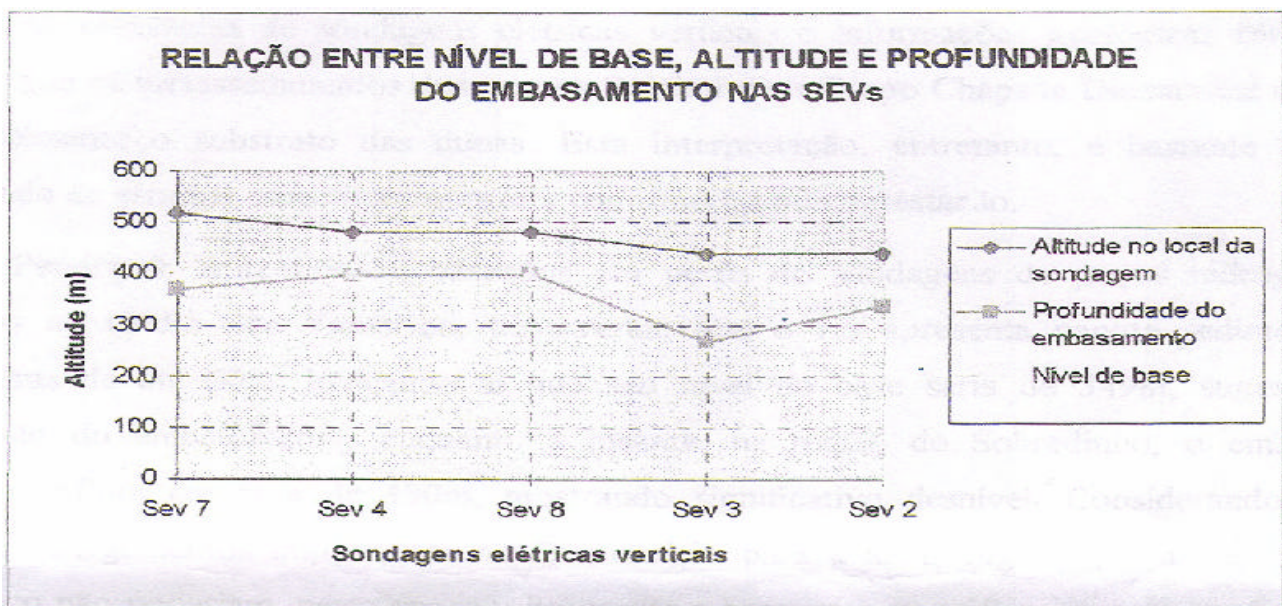


FIGURA 11 - PROFUNDIDADES DO EMBASAMENTO CRISTALINO DO CAMPO DE DUNAS DO SÃO FRANCISCO.
FONTE: BARRETO, 1996

Assim, teríamos um aquífero de boa expressão, representando um volume aproximado de sedimentos arenosos de 100 km (comprimento estimado da ocorrência das dunas) x 70 km (largura média) x 70 m (espessura média estimada), ou 490.000.000.000 m³.

5.2. ASPECTOS HIDROQUÍMICOS

Embora não se disponha de dados de qualidade química de água em quantidade adequada, informações obtidas junto à CODEVASF indicam que numa caracterização geral, as águas deste aquífero apresentam boas características físico-químicas. Os valores de pH variam de 5 a 8 e a dureza é inferior a 30 mg/l de CaCO₃. Em 75% das análises disponíveis, são inferiores a 100 mg/l.

5.2. ESTIMATIVAS DE RESERVAÇÃO

Considerando-se a área acima admitida (7.000 km²) e uma precipitação média de 700 mm sobre a mesma, a quantidade de chuvas que cai anualmente sobre ela é de 4.900.000.000 m³.

Admitindo-se uma infiltração de 10% das precipitações (CODEVASF, 2007) nesta área, chega-se ao expressivo valor de 490.000.000 m³/ano, representando assim, a vazão de escoamento natural, ou reserva reguladora deste aquífero.

Este valor também representa as reservas exploráveis anualmente, e encontra-se bastante próximo daquele estimado pela CODEVASF (op. cit), conforme mostrado na tabela 02.

Província hidrogeológica	Reserva Explorável (milhões de m³/ano)	Localização
Coberturas Detríticas da Depressão do São Francisco	477	Serra da Tabatinga, entre a Serra do Estreito e o rio São Francisco, do rio Grande até Pilão Arcado, entre Bom Jesus da Lapa e Barra.
Zonas Aquíferas Cársticas	780	Platô de Irecê, Alto e Médio São Francisco
Aluviões e Dunas Litorâneas	1.630	Ao longo dos principais cursos d'água e nas proximidades da foz do São Francisco
Chapadas Areníticas	5.868	Sertões sergipano e alagoano, entre o São Francisco e o Vaza Barris, nordeste da Bahia, bacias dos rios Preto, Paracatu e Prata, Chapada do Araripe

TABELA 02

RESERVAS HIDROGEOLÓGICAS DO VALE DO RIO SÃO FRANCISCO

FONTE: (<http://www.codevasf.gov.br/osvales/vale-do-sao-francisco/recursoshidricos/subterraneos>)

As reservas permanentes representam as águas subterrâneas localizadas na zona saturada, abaixo da posição mínima do nível de oscilação sazonal da superfície piezométrica de um aquífero livre.

Elas correspondem ao volume de saturação, que pode ser definido como a quantidade de água que permanece saturando o aquífero, uma vez deduzidas todas as perdas sazonais e ainda aquela parcela retida por forças de adsorção (retenção específica).

Correspondem aos volumes de saturação, impossíveis de serem definidos sem o conhecimento das interrelações entre os corpos de água superficiais e subterrâneos existentes.

No caso do aquífero de dunas ora estudado, caracterizado pelo afloramento do lençol freático, recoberto por vegetações de várzea, com constantes trocas de água entre ele e seus principais exutórios (primordialmente o rio São Francisco), pode-se tomar este valor da recarga média anual como correspondentes às reservas de exploração, desde que sejam levados em conta fatores ambientais e econômicos eventualmente interligados, os quais somente poderão ser corretamente definidos através de estudos e pesquisas mais detalhadas.

5.3. DISPONIBILIDADES

Os conceitos de disponibilidades aqui discutidos são aqueles propostos por Feitosa et al (1997).

Assim disponibilidade real definida como aquela que pode ser retirada do aquífero de forma não depletiva, utilizando-se apenas as reservas reguladoras, sendo, portanto de 490 milhões de metros cúbicos/ano.

A disponibilidade instalada – correspondente ao volume máximo que se pode obter das obras de captação já existentes operando no seu limite máximo, bem a disponibilidade usual – representada pelo volume que vem sendo retirada nas obras de captação já instaladas, são consideradas desprezíveis, haja vista o reduzido número de poços existentes na área.

Finalmente a disponibilidade explorável, que representa o volume máximo que pode ser retirado do aquífero sem haja comprometimento, não apenas dele, mas de todo sistema hídrico associado, não pode ser determinado no presente estágio dos conhecimentos.

6.0 CONCLUSÕES

As dunas do médio vale do rio São Francisco constituem um aquífero potencialmente muito importante na região, representando fonte potencial para o atendimento de demandas domésticas e para irrigação. Apesar disto, devido à baixa densidade demográfica da área, sua utilização tem sido bastante reduzida.

Contem importantes reservas de águas subterrâneas, da ordem de centenas de milhões de metros cúbicos de água de boa qualidade físico-química e de fácil acesso.

Contudo, antes de seu uso para os diversos fins, faz-se necessário um estudo mais detalhado de suas interrelações com as águas superficiais com quem se relaciona de forma tão próxima, visando preservar suas características ambientais originais.

Deve ser levado em conta, inclusive, que a área encontra-se inserida em uma área de preservação ambiental, a denominada APA das Dunas e Veredas do Baixo Médio São Francisco, caracterizada por feições taxonômicas de fauna e flora característicos e quase exclusivos, merecendo total atenção preservacional.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AB'SÁBER, Aziz. O paleodeserto de Xique-Xique, in Boletim de Estudos Avançados 20 (56), 2006, Universidade de São Paulo, São Paulo,

BARRETO, A. M. F. 1996. *Interpretação paleoambiental do sistema de dunas fixadas do médio Rio São Francisco, Bahia*. Inst. De Geociências, Universidade de São Paulo, São Paulo, Tese de Doutorado, 174 p.

BARRETO, A. M. F & SUGUIO, K. & DE OLIVEIRA, P.E & TATUMI, S.H. Campo de Dunas Inativas do Médio Rio São Francisco, BA - Marcante registro de ambiente desértico do Quaternário brasileiro, in Sítios Geológicos e Paleontológicos do Brasil – SIGP 56.

CODEVASF – Companhia de Desenvolvimento do Vale do São Francisco.
www.codevasf.gov.br/osvales/vale-do-sao-francisco/recursos-hidricos/subterraneos, acessada em 12/06/2208, às 11h45min.

CPRM – Companhia de Pesquisas de Recursos Minerais. SIAGAS – Sistema de Informações de Água Subterrânea. www.cprm.gov.br-siagas.

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 Radam Brasil*, Série Geomorfologia, **187**:84-87.

FEITOSA, F.A.C. & MANOEL FILHO, J., Coord. Hidrogeologia: Conceitos e aplicações. Fortaleza:CPRM/LABHID/UFPE, 1997. 412 p:il

GOOGLE EARTH. <http://earth.google.com/intl/pt/>

GOUDIE, A. 1983. *Environmental Change*. 2 ed. Oxford, Clarendon 258 p.

IBGE. 1977. *Geografia do Brasil*. Rio de Janeiro, SERGRAF/IBGE vol. 2

KING, L. G. 1956. A Geomorfologia do Brasil Oriental. *Revista Brasileira de Geografia*, **18**(2):147-265.

LEAL, A.de S. Elementos de Estratigrafia do Médio São Francisco. IN: SIMPÓSIO DE GEOLOGIA DO NORDESTE, 4, Recife, 1968, Resumo das Comunicações. Recife, Soc. Bras. de Geologia – Núcleo Pernambuco, 1968.

MORAES REGO, L. F. de. 1926. Reconhecimento geológico da parte ocidental do Estado da Bahia. *Boletim do Serviço Geológico e Mineralógico*, **17**:33-54.

PESSOA, M. D. 1979. Inventário Hidrogeológico Básico do Nordeste. Folha 18. São Francisco NE. *SUDENE, Série Hidrogeologia*, Bol. nº 59, 237p.

- PYE, K. 1993. Late Quaternary development of coastal parabolic megadune complexes in northeastern Australia. *Spec. Publ. of the Int. Ass. Sediment.*, **16**:23-44.
- RODRIGUES, M. T. 1991. Herpetofauna das dunas interiores do Rio São Francisco, Bahia, Brasil. *Papéis Avulsos de Zoologia*, **37**(19):285-320.
- SCHOBENHAUS, C. F. 1984. *Geologia do Brasil*. Texto explicativo do mapa geológico do Brasil e da área oceânica adjacente incluindo depósitos minerais, escala 1: 2.500.000. Brasília, MME/DNPM, 501 p.
- SILVA, A.B. 1974. Inventário Hidrogeológico Básico do Nordeste. Folha 23 São Francisco SE. SUDENE, *Série Hidrogeologia*, Bol. nº **50**, 160 p.
- TRICART, J. 1974. Existence de périodes seches au Quaternaire em Amazonie et dans les régions voisines. *Revue Geomorphologie Dynamique*, **4**:145-158.
- TURCQ, B.; SIFEDDINE, A.; MARTIN, L.; ABSY, M.L.; SOUBIES, F.; SUGUIO, K.; VOLKMER-RIBEIRO, C. 1998. Amazonia rainforest fires: A lacustrine record of 7,000 years. *Ambio*, **27**:139-142.
- WILLIAMS, H. E. 1925. Notas geológicas e econômicas sobre o vale do Rio São Francisco. *Boletim do Serviço Geológico e Mineralógico*, nº **12**, 56 p.