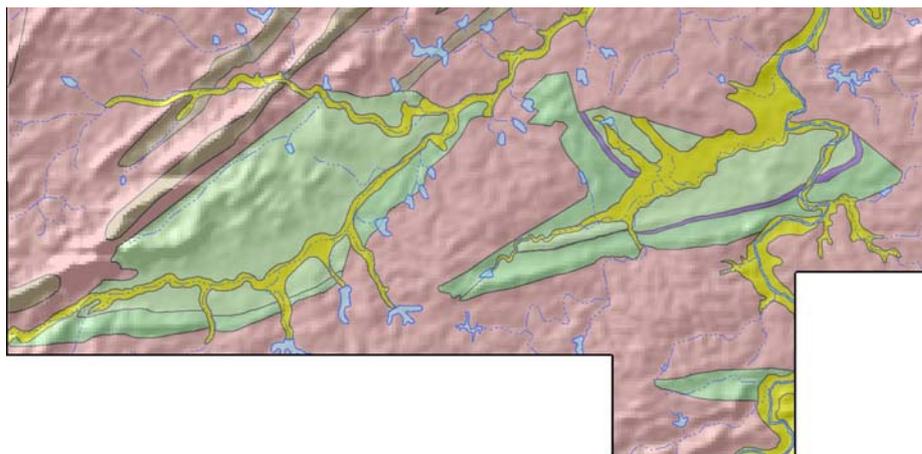




Rede Cooperativa de Pesquisa

COMPORTAMENTO DAS BACIAS SEDIMENTARES DA REGIÃO SEMI-ÁRIDA DO NORDESTE BRASILEIRO



“HIDROGEOLOGIA DA BACIA SEDIMENTAR DE LAVRAS DA MANGABEIRA”

Meta A

Relatório do Estado-da-Arte

Julho / 2005

Ministério de
Minas e Energia

Ministério da
Ciência e Tecnologia



Rede Cooperativa de Pesquisa

**COMPORTAMENTO DAS BACIAS SEDIMENTARES DA REGIÃO
SEMI-ÁRIDA DO NORDESTE BRASILEIRO**

***“HIDROGEOLOGIA DA BACIA SEDIMENTAR DE
LAVRAS DA MANGABEIRA”***

Meta A

Relatório do Estado-da-Arte

Execução:

Serviço Geológico do Brasil - CPRM

Universidade Federal do Ceará - UFC

Julho / 2005

MINISTÉRIO DE CIÊNCIA E TECNOLOGIA

Sérgio Resende
Ministro de Estado

SECRETARIA EXECUTIVA
Luis Manuel Rebelo Fernandes
Secretário

José Almir Cirilo
Presidente do CT-HIDRO

FINEP – FINANCIADORA DE ESTUDOS E PROJETOS

Odilon Antonio Marcuzzo do Canto
Presidente

Eliane de Brito Bahruth
Diretor de Inovação para o Desenvolvimento Econômico e Social

Fernando de Nielander Ribeiro
Diretor de Administração e Finanças

Marco Teles
Superintendente Técnico - ATDS

Dayse Costa
Superintendente Financeiro - ACRD

Carlos Sartor
Chefe Departamento Técnico- DTS-2

Rubem Lousada
Chefe Departamento Financeiro - DAFP

Julio Imenes e Ana Maria Barbosa
Analistas e Gerentes de Integração da Rede

MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO

Fernando Haddad
Ministro de Estado

René Teixeira Barreira
Reitor da Universidade Federal do Ceará

Ícaro de Souza Moreira
Vice-Reitor da Universidade Federal do Ceará

MINISTÉRIO DE MINAS E ENERGIA

Silas Rondeau Cavalcante Silva

Ministro de Estado

SECRETARIA EXECUTIVA

Nelson José Hubner Moreira

Secretário

SECRETARIA DE PLANEJAMENTO E DESENVOLVIMENTO ENERGÉTICO

Márcio Pereira Zimmermam

Secretário

SECRETARIA DE GEOLOGIA, MINERAÇÃO E TRANSFORMAÇÃO MINERAL

Cláudio Scliar

Secretário

PROGRAMA LUZ PARA TODOS

Aurélio Pavão

Luz para Todos

PROGRAMA DE DESENVOLVIMENTO ENERGÉTICO DOS ESTADOS E DOS MUNICÍPIOS - PRODEEM

Luiz Carlos Vieira

Diretor

CPRM – SERVIÇO GEOLÓGICO DO BRASIL

Agamenon Sérgio Lucas Dantas

Diretor-Presidente

Manoel Barretto da Rocha Neto

Diretor de Geologia e Recursos Minerais – DGM

Fernando Pereira de Carvalho

Diretor de Relações Institucionais e Desenvolvimento – DRI

José Ribeiro Mendes

Diretor de Hidrologia e Gestão Territorial

Álvaro Rogério Alencar Silva

Diretor de Administração e Finanças

Frederico Cláudio Peixinho

Chefe do Departamento de Hidrologia

Fernando Antônio Carneiro Feitosa

Chefe da Divisão de Hidrogeologia e Exploração

Darlan Figueira Maciel

Chefe da Residência de Fortaleza

Jaime Quintas dos Santos Colares

Assistente de Produção de Hidrologia e Gestão Territorial

EQUIPE EXECUTORA

Organização

Serviço Geológico do Brasil

Liano Silva Veríssimo

Robério Bôto de Aguiar

Colaboração

Universidade Federal da Bahia

Maria MarluCIA Freitas Santiago

Veríssimo, L. S. & Aguiar, R. B.

Comportamento das bacias sedimentares da região semi-árida do Nordeste brasileiro. Hidrogeologia da bacia sedimentar de Lavras da Mangabeira. Fortaleza: CPRM/FINEP, 2005.

36 p. il.

1. Hidrogeologia. 2. Água Subterrânea. 3. Ceará. 4. Lavras da Mangabeira. I. Título

CDD 551.49

Permitida a reprodução desde que mencionada a fonte

SUMÁRIO

INTRODUÇÃO	01
1. CARACTERÍSTICAS GERAIS DA ÁREA DE ESTUDO	01
1.1. Localização	01
1.2. Aspectos Socioeconômicos	01
1.3. Climatologia	02
1.4. Hidrologia	03
1.5. Vegetação	03
1.6. Solos	04
1.7. Geomorfologia	04
2. CONTEXTO GEOLÓGICO	04
2.1. Trabalhos Anteriores	05
2.2. Litoestratigrafia	06
2.3. Arcabouço Estrutural	13
2.4. Evolução Tectonossedimentar	14
3. CONTEXTO HIDROGEOLÓGICO	15
3.1. Evolução dos Conhecimentos Hidrogeológicos	15
3.2. Contexto Hidrogeológico da Área de Estudo	17
4. INFORMAÇÕES PARA PLANEJAMENTO E EXECUÇÃO DO PROJETO	18
5. BIBLIOGRAFIA COMPILADA	21
5.1. Bibliografia Referenciada	21
5.2. Bibliografia Disponível	22
5.3. Bibliografia Não Disponível	24
5.4. Bibliografia Não Disponível Considerada Fundamental	26

ANEXO

1. Cadastro preliminar dos poços tubulares da área de estudo	28
--	----

LISTA DE FIGURAS

1. Localização do município e da bacia sedimentar de Lavras da Mangabeira	02
2. Mapa de localização das bacias sedimentares do interior do nordeste do Brasil	07
3. Quadro estratigráfico da bacia sedimentar de Lavras da Mangabeira	08
4. Mapa geológico da bacia sedimentar de Lavras da Mangabeira	13

INTRODUÇÃO

Objetivando levantar, gerar e disponibilizar informações e conhecimentos sobre a ocorrência, potencialidades, circulação e utilização das águas subterrâneas em bacias sedimentares da região semi-árida do Nordeste, a CPRM – Serviço Geológico do Brasil, que já desenvolve o Programa de Água Subterrânea para a Região Nordeste, o qual vem ao encontro da linha de pesquisa implantada pelo Ministério da Ciência e Tecnologia, por intermédio da Financiadora de Estudos e Projetos – FINEP, responsável pela implementação do Fundo Setorial de Recursos Hídricos, firmou junto a este órgão o convênio 01.04.0623.00 denominado *Comportamento das Bacias Sedimentares da Região Semi-Árida do Nordeste Brasileiro*.

Participam também deste convênio, formando uma rede cooperativa, as seguintes instituições: Universidade Federal de Campina Grande (UFCG), Universidade Federal de Pernambuco (UFPE), Universidade Federal do Rio Grande do Norte (UFRN), Universidade Federal do Ceará (UFC) e Universidade Federal da Bahia (UFBA).

O presente documento corresponde ao Relatório Síntese da Meta A – Levantamento do Estado da Arte da Bacia Sedimentar de Lavras da Mangabeira. Esta etapa teve como objetivo a execução de um levantamento bibliográfico de todos os trabalhos da área. Foi resgatada grande parte dos trabalhos realizados anteriormente na bacia selecionada, sendo priorizados os estudos hidrogeológicos sem, no entanto, descartar as áreas correlatas (Geologia, Geofísica etc).

Esses trabalhos foram organizados, analisados e as informações pertinentes devidamente registradas, de modo a gerar-se, tanto a história bibliográfica como a síntese do conhecimento existente em cada bacia, o que permitirá o planejamento detalhado e facilitará a execução das etapas seguintes previstas no presente estudo.

1. CARACTERÍSTICAS GERAIS DA ÁREA DE ESTUDO

1.1. Localização

As bacias sedimentares de Lavras da Mangabeira estão inseridas no município de mesmo nome, situado na porção sudeste do estado do Ceará (figura 1), limítrofe com os municípios de Aurora, Cedro, Caririaçu, Granjeiro, Várzea Alegre, Baixio, Umari e Ipaumirim. Compreende uma área de 948 km², localizada nas cartas topográficas Cedro (SB.24-Y-B-VI) e Cajazeiras (SB.24-Z-A-IV). O acesso ao município, a partir de Fortaleza, pode ser feito através da rodovia BR-116 no sentido Fortaleza/Russas/Icó. Através de estradas estaduais, asfaltadas e/ou carroçáveis, atinge-se as vilas, lugarejos, sítios e fazendas do município. Essas bacias têm posição geográfica entre os paralelos 06^o 46' 00" e 06^o 51' 00" de latitude sul e meridianos 39^o 10' 00" e 38^o 56' 00" de longitude oeste de Greenwich.

1.2. Aspectos Socioeconômicos

No censo demográfico do IBGE de 2000, esse município apresentou uma população de 31.360 habitantes, sendo 16.730 (53,4%) correspondendo à zona urbana e 14.630 (46,6%) para a zona rural.

Segundo informações do Instituto de Pesquisa e Estratégica Econômica do Ceará – IPECE (2000), o Produto Interno Bruto - PIB (*per capita*) – que mede o valor dos bens e serviços fi-

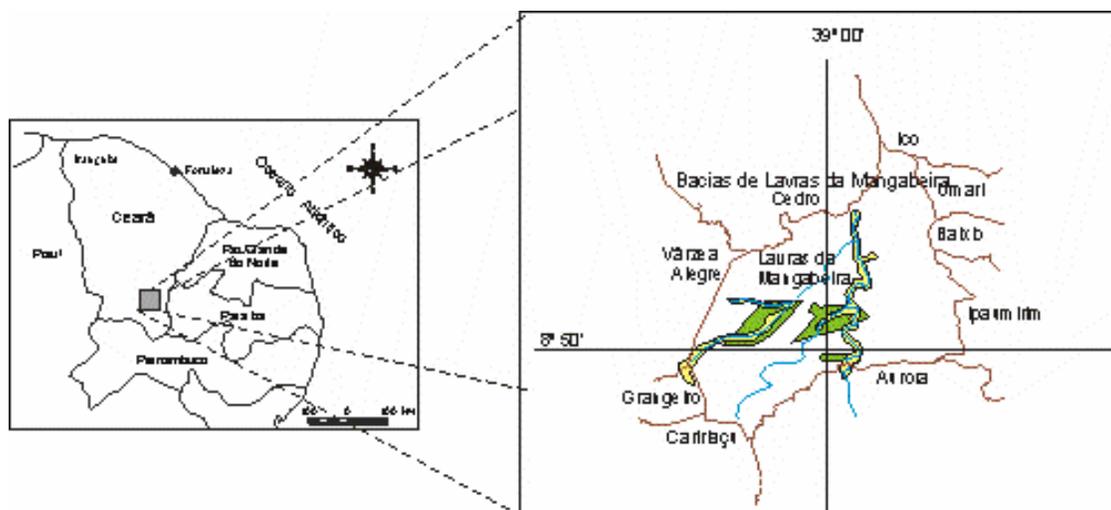


Figura 1. Localização do município e das bacias sedimentares de Lavras da Mangabeira.

nais produzidos no município, foi de R\$ 1.354,63, equivalente a 3,2% do total do estado. A arrecadação do ICMS - Imposto Sobre Circulação de Mercadorias na região, em 2002, foi de R\$ 133.000,00. Quando existiam no município 477 estabelecimentos, correspondendo a 0,3% do total estadual, sendo 24 do setor industrial, 312 do comercial e 141 em serviços.

O consumo de energia elétrica na área, em 2002 indicador que reflete com razoável aproximação o nível de desenvolvimento, foi de apenas 8,247 Mwh, ou 0,15% do total estadual. A rede de ensino fundamental e de 2º grau no município está constituída por 65 estabelecimentos públicos. No setor de saúde são 2 hospitais conveniados ao Sistema Único de Saúde – SUS. O fornecimento de água na cidade é feito pela Companhia de Água e Esgoto do Ceará (CAGECE), com cerca de 4.160 ligações, abastecendo aproximadamente 20.800 habitantes. (IPECE, *op.cit.*).

A principal atividade econômica reside na agricultura de subsistência, através das culturas de feijão, milho e mandioca, além de monoculturas de algodão, banana, abacate, cana-de-açúcar, castanha de caju e frutas diversas. Na pecuária extensiva destaca-se a criação de bovinos, ovinos, caprinos, suínos e aves. O extrativismo vegetal sobressai com a fabricação de carvão vegetal, extração de madeiras diversas para lenha e construção de cercas, além de atividades com oiticica e carnaúba. Na área de recursos minerais, ocorrências de ouro são citadas na literatura geológica, podendo revelar possíveis depósitos. A extração de rochas ornamentais, rochas para cantaria, brita, placas para fachadas, pisos e revestimentos, representa atividades francamente viáveis. (IPECE, *op.cit.*).

1.3. Climatologia

No estado do Ceará a circulação atmosférica é regida, basicamente, por três sistemas sinóticos geradores de precipitação: as Frentes Frias, com sua formação original no pólo Sul; a Zona de Convergência Intertropical, que oscila dentro da faixa de trópicos e; um Centro de Vorticidade Ciclônica, com tempo de atuação variável dentro do período de chuvas; além de outros sistemas de menor escala que atuam na região (SRH, 1992). A Zona de Convergência

Intertropical é a de maior importância, pelos seus constantes deslocamentos nos dois hemisférios que atuam no Nordeste provocando chuvas.

No geral, o estado do Ceará apresenta um regime pluviométrico do tipo tropical, caracterizado pela marcante irregularidade das chuvas no tempo e no espaço. No tempo, pela concentração das chuvas num curto intervalo, caracterizando a existência de dois períodos distintos: um chuvoso e outro seco. No espaço, pela irregular distribuição das chuvas de um ano para o outro em áreas diferentes e, sobretudo, num mesmo ano e numa mesma área. O período chuvoso começa no verão e atinge o seu auge na transição verão-outono. No município de Lavras da Mangabeira os índices mensais máximos ocorrem entre fevereiro e março, com precipitação anual média de 724 mm (SRH, *op. cit.*).

O regime térmico do estado do Ceará caracteriza-se pela acentuada estabilidade, retratada nas reduzidas amplitudes térmicas. Isto ocorre em função da incidência praticamente vertical dos raios solares durante o ano, o que estabiliza a temperatura e impede a diferenciação térmica das estações. As temperaturas médias anuais na área de estudo são pouco variáveis, entre 25 e 28 °C e amplitude térmica inferior a 5 °C. As médias diurnas tem máximas de 33 e mínimas de 23 °C. (IPLANCE,1997).

1.4. Hidrologia

O município de Lavras da Mangabeira está inserido na bacia hidrográfica do rio Salgado, que é o principal curso d'água no seu território. Destacam-se também os riachos São Lourenço, do Meio, do Machado, das Pombas, Unha de Gato e Extremo de Cima. Segundo o Plano Estadual de Recursos Hídricos do Ceará (SRH, 1992) o nível de açudagem, estimado na época, era de 119 reservatórios, com capacidade total de 54,72 hm³. Dentre eles destaca-se o açude Pau Amarelo. O abastecimento da sede municipal é realizado pela CAGECE, através do açude Extrema, com capacidade de armazenamento de 500.000 m³, e atende a 100% da população urbana.

1.5. Vegetação

A região do município de Lavras da Mangabeira é constituída por três tipos de vegetação: Caatinga Arbustiva Densa, Caatinga Arbustiva Aberta e Floresta Mista Dicotilo-Palmácea (Mata Ciliar), IPLANCE (1997).

Caatinga Arbustiva - caatinga é um termo indígena que denomina um tipo de vegetação xerófila que ocorre no semi-árido do Nordeste do Brasil. No Ceará, associada à unidade denominada "Carrasco", cobre cerca de 80% do estado. Ocupa as áreas abaixo das matas secas. A Caatinga Arbustiva surge da degradação da Caatinga Arbórea. Acelerada pelo homem, tem origem nos processos globais de degradação ambiental favorecidos pelos períodos críticos de semi-aridez acentuada. Esta comunidade caracteriza-se por apresentar árvores de porte mais baixo (10 m) e cujas folhas caem totalmente na época seca; caules retorcidos e esbranquiçados. A densidade maior ou menor dos indivíduos componentes da comunidade é que determina a Caatinga Arbustiva Densa e a Caatinga Arbustiva Aberta.

Floresta Mista Dicotilo-Palmácea (Mata Ciliar) – Ocorre nos baixos cursos dos rios, com pouca declividade onde os processos de sedimentação são maiores aos de erosão. Nessas planícies aluviais encontram-se o hábitat da carnaúba dominante entre as demais espécies

arbóreas. Também ocorrem mulungu, juazeiro e oiticica.

1.6. Solos

Estudos realizados pelo IPLANCE (1997) na região definiram três classes de solos: Podzólico Vermelho-Amarelo Eutrófico, Bruno Não-Cálcico e Litólicos Eutróficos.

Podzólico Vermelho-Amarelo Eutrófico – inclui solos profundos, com textura variando de média a argilosa, cores entre vermelha/amarela, amarela e vermelha. Apresenta potencial elevado para agricultura, com restrições quanto ao relevo. Possui alta suscetibilidade à erosão e deficiência hídrica, necessitando de adubação complementar. Pode ser utilizado para culturas de milho, feijão, mandioca, algodão e pastagem.

Bruno Não-Cálcico – são solos rasos, com textura arenosa no horizonte A e argilosa no horizonte B. Apresentam-se com alta capacidade de troca de cátions, alta saturação de bases e alta soma de bases trocáveis. São bastante exploráveis com o cultivo de algodão mocó e com pecuária extensiva. A falta de água, a pedregosidade e a suscetibilidade à erosão representam as limitações mais acentuadas para a utilização agrícola dos mesmos.

Litólicos Eutróficos – apresentam fertilidade natural, fortes restrições quanto à profundidade efetiva, presença de rocha, deficiência hídrica, grande suscetibilidade à erosão e declividade elevada (> 25%). Podem ser utilizados para culturas de milho, feijão e algodão.

1.7. Geomorfologia

A área de estudo está inserida na Subcompartimentação Regional do Relevo identificada pela unidade morfológica denominada de Depressão Sertaneja, segundo IPLANCE (1997). A Depressão Sertaneja identifica-se por uma porção de relevos suaves e pouco dissecados, caracterizada por morros alongados entremeados por vales amplos de fundo plano, com cotas inferiores a 400 metros.

2. CONTEXTO GEOLÓGICO

A bacia sedimentar de Lavras da Mangabeira constitui um conjunto de três pequenas bacias situadas na região sudeste do estado do Ceará, Nordeste do Brasil, com uma área aproximada de 60,27 km². A bacia de maior extensão (13,5 km de comprimento) tem área aproximada de 33,20 km² ocupando uma faixa de forma elíptica com eixo principal na direção NE-SW. A outra bacia, localizada ao sul com formato também elíptico, na direção NE-SW tem uma área aproximada de 24,81 km². A bacia menor tem área de 2,20 km², forma retangular e eixo principal na direção E-W.

O contexto litoestratigráfico e estrutural das bacias sedimentares de Lavras da Mangabeira foi estudado detalhadamente por PONTE, F. C.; DINO, R.; ARAI, M. & SILVA-TELLES Jr. A. C. da., em 1990 no trabalho *Geologia das bacias sedimentares de Lavras da Mangabeira e do remanescente sedimentar do Rio dos Bastiões*, para a PETROBRAS. A finalidade desse trabalho foi a verificação de problemas de mapeamento, de relações estratigráficas e estudo da possibilidade de geração e acumulação de petróleo. Por esta bacia ser pouco estudada e não existir muitos trabalhos na área, a evolução dos conhecimentos geológicos, abordados a seguir para descrever suas características geológicas, foi extraída desse trabalho.

2.1. Trabalhos Anteriores

A grande maioria dos autores que estudaram as pequenas bacias sedimentares do Nordeste, desde CRANDALL (1910), passando por MORAES (1924), MORAES *et al.* (1960/1962), BEURLIN e MABESOONE (1969), BRAUN (1969), DANTAS (1974), PRIEM *et al.* (1978), CAMPOS *et al.* (1979), GOMES *et al.* (1981), SCHOBHENHAUSS *et al.* (1984), ALMEIDA *et al.* (1988), entre os principais, admite que elas sejam relacionadas entre si e com as demais camadas basais da bacia do Araripe, constituindo prováveis remanescentes da extremidade setentrional da paleobacia do Araripe. COSTA & MELO (1965), *apud* CARVALHO, (1989) consideraram as rochas sedimentares das bacias de Lavras da Mangabeira, correlacionáveis com aquelas das bacias do Rio do Peixe.

Trabalhos geológicos específicos sobre a área de Lavras da Mangabeira, são poucos. Citam-se aqui COSTA e MELO (1965), PRIEM *et al.* (1978), PRADO *et al.* (1980) e CARVALHO (1989). Nos textos explicativos dos principais mapas geológicos regionais que registram as bacias sedimentares de Lavras da Mangabeira (MORAES *et al.*, 1962; DANTAS, 1974; CAMPOS *et al.*, 1979; GOMES *et al.*, 1981; SCHOBHENHAUSS *et al.*, 1984), encontram-se apenas breves menções a seu respeito. Além disso, estes mapas são em sua maioria discordantes, quanto à caracterização litoestratigráfica e posição cronoestratigráfica das rochas que constituem o preenchimento sedimentar dessas bacias.

CAVALCANTE & FERREIRA (1983), no Mapa Geológico do Estado do Ceará, atribuíram às áreas sedimentares de Lavras da Mangabeira à Formação Cariri, de idade siluro-devoniana. MORAES *et al.* (1962), no "Reconhecimento Fotogeológico da Região Nordeste do Brasil (Folha Iguatu - SB.24-0)," mencionam as pequenas áreas sedimentares situadas a leste e a oeste da estrada que liga Quinaú a Lavras da Mangabeira, como remanescentes da bacia do Iguatu. DANTAS (1974), no texto explicativo da Carta Geológica do Brasil ao Milionésimo (Folha Jaguaribe - SB.24 e Folha Fortaleza - SA.24), também inclui a região de Lavras da Mangabeira, entre as áreas de ocorrência do Grupo Iguatu. Essa opinião é endossada por SCHOBHENHAUSS *et al.* (1984).

CAMPOS *et al.* (1979) no Projeto Rio Jaguaribe atribuem ao Grupo Rio do Peixe "todas as áreas sedimentares, distribuídas por diversas bacias isoladas, no interior do Nordeste, incluindo a de Lavras da Mangabeira e Quinaú, além de ocorrências menores, com perfil incompleto, ao sul de Iborepi e na área do Rio dos Bastiões", que afirmam haver registrado pela primeira vez. Assinalaram também, ao sul de Lavras da Mangabeira, rochas básicas extrusivas sobre estratos cretáceos do Grupo Rio do Peixe, às quais atribuem idade terciária inferior, correlacionando-as ao vulcanismo Cabugi.

GOMES *et al.* (1981), no Mapa Geológico do Projeto RADAM-BRASIL (Folhas Jaguaribe/Natal - SB.24/25) adotaram a denominação de Grupo Rio do Peixe, no mesmo sentido de CAMPOS *et al.* (1979) incluindo as bacias isoladas de Iguatu, Lima Campos. Icó, Lavras da Mangabeira, Quinaú, Souza. Pombal e Brejo das Freiras e também os restos sedimentares ao sul de Iborepi e da área do rio dos Bastiões.

Nesse trabalho do Projeto RADAM-BRASIL, seus autores procuraram conciliar as informações cronoestratigráficas obtidas pela palinologia na bacia de Souza, que indicam idade berriassiana a barremiana, (LIMA & COELHO, 1987) com os dados geocronológicos, obtidos por datações radiométricas de rochas ígneas interpostas nos sedimentos das bacias de

Lavras da Mangabeira, que indicam idade absoluta de 175 ± 4 M.a. Assim adotaram para o Grupo Rio do Peixe, um intervalo de idade compreendido entre o Jurássico Superior e o Cretáceo Inferior. O derrame basáltico intercalado na bacia de Lavras da Mangabeira foi incluído no Vulcanismo Rio Ceará Mirim (160 - 180 M.a.) e correlacionado com as ocorrências de rochas vulcânicas existentes na borda leste da bacia do Parnaíba.

Entre Picos e Conceição do Canindé (GOMES *et al.*, 1981). PRIEM *et al.* (1978) dataram seis amostras da camada basáltica intercalada na base da coluna sedimentar da bacia de Lavras da Mangabeira, pelo método K-Ar, achando idade de 175 ± 4 M.a. (Jurássico Inferior a Médio). Em termos lito-estratigráficos, denominaram a seqüência sedimentar de Grupo Lavras, correlacionando-o, com os "membros basais" do Grupo Araripe (Formação Missão Velha) e do Grupo Iguatu (Formação Quixoá). VASCONCELOS *et al.* (1998) identificaram as coberturas sedimentares de cronologia mesozóica, adotando a denominação de Grupo Iguatu, correlacionando essa bacia com a parte inferior da bacia do Iguatu.

Como se vê, a maioria dos autores que mapearam a região tende a estender às bacias de Lavras da Mangabeira as terminologias estratigráficas de bacias vizinhas, em particular as das bacias do Rio do Peixe e do Iguatu. Este procedimento tem sido baseado na inferência de uma bacia sedimentar pretérita, de dimensões vastas, englobando todas as atuais bacias do Araripe, Iguatu, Rio do Peixe e as bacias menores intermediárias.

Considerando-se que não existem evidências seguras que confirmem essa hipótese de trabalho, preferiu-se, no presente trabalho, adotar o mesmo procedimento de PRIEM *et al.* (1978), dando denominações próprias aos estratos sedimentares das bacias de Lavras da Mangabeira.

Rejeita-se, porém, o termo "Grupo Lavras", adotado por PRIEM *et al.* (*op. cit.*), por ser uma denominação estratigráfica já comprometida e com prioridade, na literatura geológica nacional, para descrever outras unidades litoestratigráficas (ver BAPTISTA *et al.*, 1984). Por esse motivo preferiu-se denominá-lo de Grupo Lavras da Mangabeira. Na figura 2 podemos ver a localização das bacias sedimentares do interior do Nordeste do Brasil, com relação ao arcabouço estrutural regional.

2.2. Litoestratigrafia

As bacias de Lavras da Mangabeira comportam duas formações: Iborepi e Serrote do Limoeiro, interpostas pelo basalto de Lavras da Mangabeira, de idade eo a meso-jurássica (175 ± 4 Ma). O substrato é formado por rochas metamórficas de idade pré-cambriana, aqui descrita genericamente como Complexo do Embasamento. No topo ocorre discordantemente sedimentos cenozóicos inconsolidados, sem denominação estratigráfica própria. O coluna estratigráfica é ilustrada na figura 3.

Complexo do Embasamento

O Complexo do Embasamento das bacias de Lavras da Mangabeira, como mapeado por CAMPOS *et al.* (1979), comporta duas unidades litoestratigráficas: o Grupo Ceará e o Complexo Caicó. SANTOS *et al.* (1981, apud SANTOS e BRITO NEVES, 1984), individualizaram, dentro dessas unidades, o Complexo Lavras da Mangabeira, constituído por epimetarmorfitos preservados em pequenas bacias eo-proterozóicas. Na área tipo este

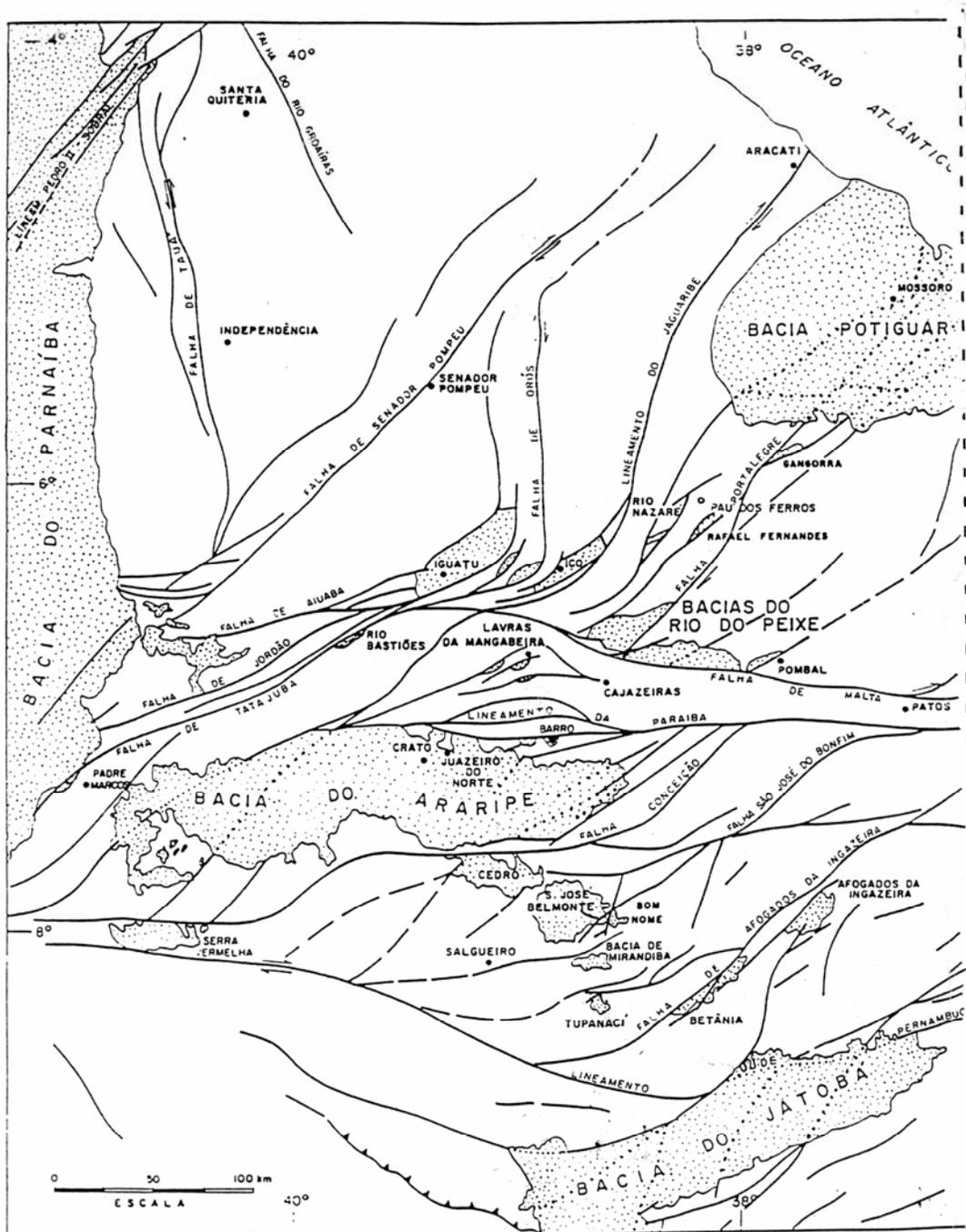


Figura 2. Mapa de localização das bacias sedimentares do interior do Nordeste do Brasil, com relação ao arcabouço estrutural regional. (Adaptado do Mapa geológico do Brasil, DNPM, 1981 in. PONTE *et al.* 1990)

complexo é formado por três unidades litoestratigráficas: (1) uma seção inferior composta por gnaisses com intercalações de máficas; (2) uma seção intermediária formada de micaxistos, com intercalações de quartzitos e mármore dolomíticos e (3) uma seção superior, composta por filitos com níveis grafitosos.

Litoestratigrafia		Sistemas Depositionais	Descrições Litológicas	Espessura (m)	Crono-estratigrafia
Grupo	Formação				
Sem denominação		Fluvial	Depósitos aluvionares inconsolidados: areias, siltes e argilas.	0 a 5	Cenozóico
Grupo Lavras da Mangabeira	Fm. Serrote do Limoeiro	Lacustre raso e Fluvial	Arenitos vermelhos e roxos finos a médios, friáveis, bem classificados, caulínicos, estratificados em acamamento médio. Intercaldos com siltitos e argilitos vermelhos e folhelhos verdes, localmente fossilíferos.	± 300	Eo a Meso-Jurássico ?
	Basalto Lavras da Mangabeira		Basalto de textura sub-ofítica, contendo plagioclásio, augita, hematita e magnetita.	± 10	
	Fm. Iborepi	Leques aluviais coalescentes	Arenitos brancos, grosseiros a conglomeráticos, mal classificados, friáveis, com acamamento espesso e irregular, com estratificação cruzada.	60 a 80	
Grupo Ceará	Complexo Lavras da Mangabeira		Rochas metamórficas, filitos, micaxistos, intercaldos com quartizito e mármore; gnaisses.		Eo-Proterozóico

Figura 3. Quadro estratigráfico das bacias sedimentares de Lavras da Mangabeira, no estado do Ceará. (Fonte: PONTE *et al.* 1990 – modificado)

Grupo Lavras da Mangabeira

O termo Grupo Lavras da Mangabeira é aqui empregado para designar os pacotes de estratos sedimentares, intercalados por um derrame de lavras basálticas, que ocorrem nas bacias sedimentares de Lavras da Mangabeira, no estado do Ceará. A introdução de um novo termo litoestratigráfico, para nomear essa seção, justifica-se em face da falta de consistência da terminologia que tem sido empregada, até agora, para designá-la, conforme já foi exposto nesse trabalho.

O Grupo Lavras da Mangabeira, como aqui definido, inclui três unidades litoestratigráficas distintas: (1) uma unidade sedimentar inferior, aqui designada de Formação Iborepi; (2) uma unidade sedimentar superior aqui nomeada de Formação Serrote do Limoeiro e (3) intercalada entre elas, uma camada de rochas efusivas basálticas, aqui denominada de Basalto de Lavras da Mangabeira.

O Grupo Lavras da Mangabeira engloba dois sistemas deposicionais distintos, separados por uma camada de rochas efusivas basálticas. Na parte inferior, ocorre um sistema fluvioaluvial,

composto de leques aluviais coalescentes e de depósitos fluviais anastomosados (*braided*), aqui individualizado com a designação de Formação Iborepi. A parte superior é formada por um sistema deposicional lacustre raso, com planícies de inundação fluvial, denominada de Formação Serrote do Limoeiro.

A área de ocorrência do grupo restringe-se às três pequenas bacias sedimentares que formam o conjunto de bacias de Lavras da Mangabeira: a bacia do Riacho do Meio, a bacia do Riacho do Rosário e a minibacia de Iborepi.

As seções mais completas e mais espessas do Grupo Lavras da Mangabeira acham-se expostas na bacia do Riacho do Meio, da ordem de 400 metros. CAMPOS *et al.* (1979) calculam, para o mesmo pacote, uma espessura aproximada de 350 metros. No entanto, PRIEM *et al.* (1978) estimam a espessura máxima do preenchimento sedimentar da bacia em apenas 80 metros.

O Grupo Lavras da Mangabeira repousa, em discordância litológica, sobre um embasamento de rochas metamórficas do Complexo de Lavras da Mangabeira, de idade eo-proterozóica. Seu topo é truncado por erosão e parcialmente capeado, em discordância angular, por aluviões quaternários sem denominação estratigráfica própria, aqui descritos como "Sedimentos Cenozóicos Indivisos".

Em trabalhos prévios (COSTA & MELO, 1965; BRAUN, 1969; DANTAS, 1974; PRIEM *et al.* 1978; CAMPOS *et al.*, 1979; PRADO *et al.* 1980; GOMES *et al.* 1981; SCHOBENHAUSS *et al.* 1984; CARVALHO, 1989 e VASCONCELOS *et al.* 1998) os estratos sedimentares das bacias de Lavras da Mangabeira têm sido correlacionados com os grupos Rio do Peixe e Iguatu, baseados na inferência de que todas essas bacias constituem relíquias remanescentes de uma paleobacia mesozóica de dimensões muito vastas.

CAVALCANTE & FERREIRA (1983) consideraram as bacias de Lavras da Mangabeira, preenchidas pela Formação Cariri, de data siluro-devoniana. Conseqüentemente, elas seriam remanescentes da extensa bacia paleozóica que teria ocupado vastas áreas, incluindo as atuais bacias do Parnaíba, do Araripe e os remanescentes sedimentares de São José do Belmonte, de Mirandiba, de Afogados da Ingazeira e até as distantes bacias do Jatobá e Tucano.

Há que se reconhecer que com o atual nível de conhecimentos geológicos, não existem evidências que possam oferecer suporte seguro a nenhuma das duas hipóteses mencionadas. No entanto, a análise dos poucos dados disponíveis permite algumas conclusões preliminares: (1) parecem confiáveis as determinações geocronométricas de 175 ± 4 M.a. e de 219 ± 8 M.a., para o basalto de Lavras da Mangabeira. Vulcanismo de mesma idade é conhecido na Bacia do Parnaíba, representado pela Formação Mosquito de idade neo-triássica a meso-Jurássica e nos estados do Ceará e do Rio Grande do Norte, conhecido como Vulcanismo Rio Ceará Mirim, com idade entre 160 a 180 M.a.

(2) A ocorrência de rochas efusivas, de idade neo-triássica a meso-jurássica, sobrepostas à Formação Iborepi, desautoriza a correlação dessa unidade com a Formação Antenor Navarro, do Grupo Rio do Peixe, e com a Formação Iço, do Grupo Iguatu, ambas posicionadas cronoestratigraficamente no Cretáceo Inferior, por indicação dos seus idênticos conteúdos fossilíferos.

(3) As relações estratigráficas entre as formações Iborepi e Serrote do Limoeiro, aparentemente concordantes em fotointerpretação, ainda não estão devidamente esclarecidas em virtude da existência de uma camada de basaltos interposta entre elas, em toda a área de afloramentos.

(4) Aceitar, como correta, a correlação crono-estratigráfica entre o Grupo Lavras da Mangabeira e os grupos Rio do Peixe e Iguatu, implicaria em admitir-se a pressuposição de grosseiras discrepâncias na calibração das escalas geocronológicas e cronoestratigráficas, hoje empregadas nas bacias sedimentares mesozóicas do Brasil. Enquanto não comprovada essa hipótese é, em princípio, rejeitada aqui.

Com base nessas conclusões admite-se como hipótese de trabalho mais provável, que o Grupo Lavras da Mangabeira seja correlato da Formação Mosquito, da bacia do Parnaíba. Ambos são constituídos por estratos sedimentares terrígenos de origem continental, intercalados com basaltos de idade neo-triássica a meso-jurássica.

Esta hipótese, embora simples e imediata, à luz dos dados disponíveis, tem contra si o pecado de contrariar os modelos inferidos de evolução tectônica, hoje largamente aceitos para a Província Borborema e para as bacias sedimentares do interior do Nordeste (CARNEIRO *et al.*, 1988, por exemplo). Em primeiro lugar, é vista com ceticismo a possibilidade de existência de remanescentes sedimentares, de idade neo-triássica a meso-jurássica, sobre a Província Borborema, considerando-se que esse período teria se caracterizado por uma intumescência crustal acompanhada de intensa erosão, responsável pela retração dos limites da bacia periférica do Parnaíba.

Por outro lado, dentro do mesmo modelo é também considerada estranhável a ausência de sedimentação eo-cretácica nas bacias de Lavras da Mangabeira, que a exemplo das demais bacias do interior do Nordeste, deveria ter sofrido subsidência durante a reativação wealdeniana.

Por tudo isso, considera-se que o problema da posição crono-estratigráfica do Grupo Lavras da Mangabeira continua em aberto à espera de novos dados que permitam maiores esclarecimentos.

Formação Serrote do Limoeiro

É a unidade litostratigráfica superior do Grupo Lavras da Mangabeira. O nome tem origem do serrote do Limoeiro, situado no interflúvio do riacho do Meio com o riacho da Mescla, no distrito de Mangabeira (estado do Ceará), onde afloram as melhores e mais completas seções dessa unidade. Essa formação constitui as bacias do Riacho do Meio e do Riacho do Rosário.

Em trabalhos anteriores a formação foi incluída na Formação Antenor Navarro (CAMPOS *et al.*, 1979; PRADO *et al.* 1980 e GOMES *et al.*, 1981); na Formação Cariri (CAVALCANTE & FERREIRA, 1983); no Grupo Lavras (PRIEM *et al.*, 1978) e no Grupo Iguatu (VASCONCELOS *et al.* 1998).

Essa unidade superior é formada por depósitos de planícies fluviais e lacustres rasos constituídos por arenitos de coloração vermelha, de granulação média a fina, classificação regular a boa, friáveis, com ocorrência freqüente de grãos de feldspato caulinizados. É bem

estratificada em acamamento variável de médio a espesso. Estratificações cruzadas de pequeno porte são frequentes nos bancos de arenitos de granulação média.

Intercalam-se arenitos muito finos, siltitos e argilitos de coloração vermelha e também leitões delgados de folhelhos cinza-esverdeados, localmente fossilíferos (conchostráceos). As estruturas sedimentares, aliadas à coloração vermelha dos sedimentos são indicativas de ambientes lacustres rasos, com águas arejadas, e ambientes subaéreos de bordas de lagos e planícies fluviais.

A Formação Serrote do Limoeiro ocorre nas bacias do Riacho do Meio e do Riacho do Rosário. Aparecem nas localidades de Flores, Limoeiro, Serrote do Limoeiro, Carnaubinha e Oitis. Estima-se uma espessura de 300 a 320 metros, na bacia do Riacho do Meio. Uma boa seção-tipo é a seqüência exposta ao longo do caminho que liga as localidades de Tabuleiro Alegre e Carnaubinha, passando pela localidade de Flores e pelo serrote do Limoeiro.

A Formação Serrote do Limoeiro repousa sobre o basalto de Lavras da Mangabeira, enquanto sua parte superior encontra-se com grande parte exposta à erosão, sendo parcialmente recoberta por depósitos aluvionares cenozóicos que pavimentam os vales dos principais riachos da região. Admite-se, como hipótese mais provável, que esta unidade seja correlacionável com a Formação Mosquito (Juro-Triássico) da bacia do Parnaíba.

Basalto de Lavras da Mangabeira

O basalto de Lavras da Mangabeira constitui-se de uma camada de rochas básicas interpostas entre as formações Iborepi e Serrote do Limoeiro, com distribuição aparentemente contínua ao longo das áreas de afloramento do contato das duas formações citadas. Sua atitude aparenta ser concordante com a dos estratos sedimentares onde se aloja. Sua espessura em dois afloramentos ultrapassa a máxima de 8 metros estimada por PRIEM *et al.* (1978).

PRIEM *et al.* (op. cit.) estudaram seis amostras dessas rochas, descrevendo-as como basalto de textura subofítica, tendo como componentes principais plagioclásio e augita, em proporções aproximadamente iguais e hematita e magnetita como componentes secundários. Interpretaram essas feições como resultantes prováveis de vesículas originais.

As datações radiométricas, pelo método do K-Ar, efetuadas pelos mencionados autores, indicaram idade absoluta de 175 ± 4 M.a. (Jurássico Inferior a Médio), considerada como a idade aproximada da extrusão. MIZUSAKI (1987) descreveu uma amostra, como uma rocha com textura diabásica fina onde os cristais de plagioclásio têm comprimento entre 0,2 e 0,7 mm. Augita e magnetita são os outros componentes mineralógicos identificados. A datação pelo método K-Ar, efetuada em rocha total, indicou 214 ± 8 M.a. (Triássico Superior a Jurássico Inferior).

Como se vê, as descrições de PRIEM *et al.* (1978) e de MIZUSAKI (1987) são coincidentes, exceto pela classificação da rocha, que os primeiros consideraram como basalto (rocha extrusiva) e a última classifica como “rocha com textura diabásica”, o que poderia indicar uma rocha intrusiva (dique ou soleira). “Geralmente basaltos são rochas de granulação fina. e diabásios de granulação média; porém nem a granulação nem a textura são critérios totalmente válidos para classificá-las; a distinção básica é o modo de ocorrência” (WILLIAMS *et al.*, 1958, p. 39).

Por isso, prefere-se aqui considerar as ígneas básicas das bacias de Lavras da Mangabeira como efusivas basálticas. O modo ocorrência dessas rochas, em toda extensão das bacias do Riacho do Meio e do Riacho do Rosário, sempre na mesma posição estratigráfica e em atitudes concordantes com os estratos sedimentares onde se alojam é mais típico de derrames vulcânicos do que de intrusões.

A faixa de idade do basalto de Lavras da Mangabeira permite correlacioná-lo com as efusivas basálticas da Formação Mosquito, da bacia do Parnaíba, de idade juro-triássica. GOMES *et al.* (1981) a correlacionam com as rochas vulcânicas que ocorrem na borda leste da bacia do Parnaíba, entre Picos e Conceição do Canindé, incluídas no vulcanismo Rio Ceará Mirim, de idade absoluta entre 160 a 180 M.a.

Formação Iborepi

É a unidade litoestratigráfica basal do Grupo Lavras da Mangabeira. O nome deriva da vila de Iborepi, situada à margem esquerda do rio Salgado, na parte sul do estado do Ceará, onde aflora uma das melhores seções dessa formação, que constitui a minibacia de Iborepi.

Em trabalhos anteriores, esta unidade foi incluída na Formação Antenor Navarro; (CAMPOS *et al.*, 1979; PRADO *et al.*, 1980 e GOMES *et al.*, 1981); classificada como Formação Cariri (CAVALCANTE & FERREIRA, 1983) ou incluída no Grupo Lavras (PRIEM *et al.*, 1978) e no Grupo Iguatu (VASCONCELOS *et al.* 1998).

Essa unidade basal é formada por depósitos de leques aluviais e bancos de arenitos fluviais anastomosados, carreados das áreas de embasamento para dentro da bacia, por correntes de água de forte competência de transporte. Litologicamente é composta por arenitos grosseiros, brancos a branco-amarelados, mal classificados, friáveis, com acamamentos de espessura irregular, normalmente espessos a muito espessos, com estratificações cruzadas. Localmente, níveis de conglomerados, com seixos rolados de quartzo intercalam-se nos arenitos. Eventualmente, delgadas camadas de siltitos e argilitos, de coloração avermelhada, podem ser encontradas, entremeadas na parte superior da unidade.

A Formação Iborepi aflora nas bordas meridionais de todas as três bacias de Lavras da Mangabeira e também no bloco norte da bacia do Riacho do Rosário. Ela pode ser observada nas localidades de Unha de Gato, Caixa d'Água e Sítio das Varas, e na bacia do Riacho do Rosário. A espessura dessa formação é bastante irregular, estimando-se que não ultrapasse de 60 a 80 metros.

Os estratos basais da Formação Iborepi assentam-se, em discordância litológica, sobre as rochas metamórficas do Complexo Lavras da Mangabeira, de idade eo-proterozóica. O seu topo é coberto por uma camada de basalto de idade neo-triássica a meso-jurássica, que lhe sobrepõe em atitude aparentemente concordante em toda a sua área de afloramentos, exceto na bacia de Iborepi, onde está ausente.

Não se tem registro de ocorrências fossilíferas que possam dar melhor indicação da posição crono-estratigráfica da formação. A rigor, tudo que se pode afirmar com segurança é que ela é de idade pré-meso-jurássica. Admite-se, com reservas, a sua correlação com a Formação Mosquito, Juro-Triássico da bacia do Parnaíba.

Sedimentos Cenozóicos Indivisos

Esta unidade, sem denominação estratigráfica própria, é constituída por depósitos aluvionares inconsolidados de idade supostameme quaternária. Litologicamente incluem areias, siltes, argilas e localmente bancos de cascalheiras. Ela distribui-se em estreitas faixas, nos vales dos rios e riachos principais. Estas faixas alargam-se sobre as bacias sedimentares, onde os cursos de água encontram rochas de menor resistência para escavar leitos mais amplos.

Estratigraficameme, os depósitos aluvionares quaternários repousam em discordância angular sobre as rochas sedimentares do Grupo Lavras da Mangabeira ou em discordância litológica sobre as rochas metamórficas do Embasamento. Na figura 4 está representado o mapa geológico das bacias sedimentares de Lavra da Mangabeira, segundo VASCONCELOS *et al.* (2003).

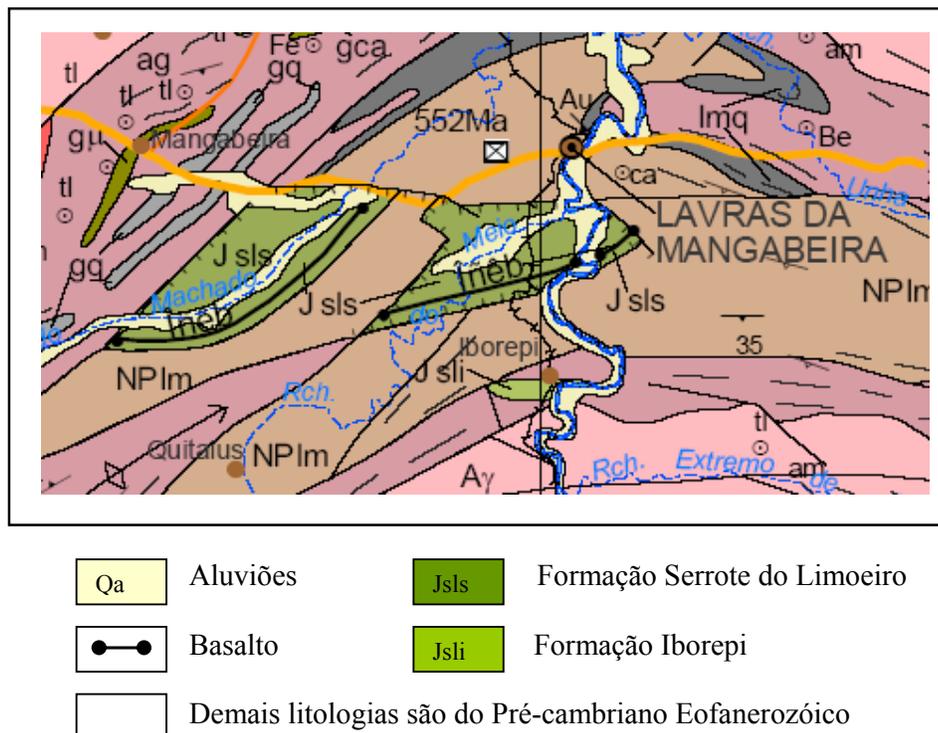


Figura 4. Mapa geológico das bacias sedimentares de Lavras da Mangabeira (Fonte: VASCONCELOS, *et al.* Atlas de Geologia e Recursos Mineris do Ceará. (CPRM, 2003. CD-ROM)

2.3. Arcabouço estrutural

O domínio estrutural cearense, da Província Borborema, é cortado pela zona transversal de dobramentos, limitada entre o Lineamento de Patos ou da Paraíba, ao norte, e o lineamento de Floresta ou de Pernambuco, ao sul. Nessa zona de dobramentos, moldados durante o ciclo tectônico Brasileiro, predominam alinhamentos estruturais com orientação E-W, que tendem a infletir para uma direção NE-SW, a oeste do meridiano de 39° W Gr. É exatamente neste trecho de inflexão estrutural que estão implantadas as bacias sedimentares de Lavras da Mangabeira, compreendendo três pequenas bacias isoladas; aqui nomeadas como: (1) Bacia do Riacho do Rosário, (2) Bacia do Riacho do Meio e (3) Bacia de Iborepi.

Todas elas formam semigrábens, com os estratos sedimentares assentados em discordâncias litológicas sobre o Embasamento Pré-cambriano. Esses contatos estão muito bem expostos nas bordas meridionais de todas elas. As camadas sedimentares mergulham para norte ou noroeste, onde fazem contato com o dito Embasamento, através de falhas normais de alto ângulo, com direção E-W ou NE-SW. Essas falhas representam setores de falhamentos mais extensos do sistema de alinhamentos estruturais brasileiros.

A bacia do Riacho do Rosário é cortada longitudinalmente por uma falha de direção ENE, aqui denominada de falha do Riacho do Rosário, que a divide em dois blocos estruturais. O bloco sul, com camadas de direção N-E, mergulhando para NNW, e o bloco norte, com orientação N-S, mergulhando para leste. Esta discrepância tão grande de atitude entre os dois referidos blocos estruturais é sugestiva de deslocamento transcorrente ao longo da falha do Riacho do Rosário. Nesta bacia os mergulhos para norte são da ordem de 10 graus.

A bacia do Riacho do Meio é também um semigráben com o contato basal discordante muito bem exposto na borda sul, ao longo de uma estrada secundária passando pelos povoados de Unha de Gato, Caixa d'Água e Sítio das Varas. As camadas sedimentares mergulham para noroeste, com inclinação média da ordem de 10 graus. No flanco noroeste, o contato com o Embasamento Pré-cambriano faz-se através de uma falha normal de alto ângulo, com direção NE-SW, aqui denominada de falha do Riacho da Mescla. No flanco nordeste o contato com o embasamento faz-se por uma falha inferida ao longo do leito do riacho das Pimenteiras. Na sua parte nordeste a bacia é cortada por uma falha com direção NNE, limitando um pequeno bloco que forma a extremidade nordeste da bacia, em atitude concordante com a do bloco principal.

Pequenos blocos estruturais limitados por falhas de orientação NE-SW ocorrem entre as bacias do Riacho do Meio e do Riacho do Rosário, em trecho cortado pela rodovia BR-230 e pela estrada CE-25, que dá acesso à vila de Quintaús.

A bacia de Iborepi tem orientação E-W, com o contato basal discordante, exposto no seu flanco sul. Nesta minibacia os mergulhos, para norte, têm inclinação da ordem de 10 a 20 graus. Mergulhos mais fortes, de 30 graus, foram registrados por PRIEM *et al.* (1978). No flanco norte o contato com o embasamento, faz-se pela Falha de Iborepi; uma falha normal de alto ângulo, com orientação E-W, em concordância com os alinhamentos estruturais da Zona Transversal.

A fotointerpretação e as observações de campo evidenciam que a camada de rochas ígneas básicas interpostas na parte inferior da coluna estratigráfica tem distribuição contínua e atitude concordante com a estratificação das *cuestas* sedimentares. Além disso, ocupam a mesma posição estratigráfica em ambas as bacias: do Riacho do Meio e do Riacho do Rosário. Estas evidências indicam tratar-se de derrames basálticos, conforme identificado por PRIEM *et al.* (1978) e CARVALHO (1989) e não de diques ou de pequenas soleiras de diabásio, como tem sido interpretado em outros trabalhos (CAMPOS *et al.*, 1979; PRADO *et al.*, 1980; GOMES *et al.*, 1981; CAVALCANTE e FERREIRA, 1983; MIZUSAKI, 1988). Os derrames basálticos não ocorrem na minibacia de Iborepi.

2.4. Evolução Tectonossedimentar

Acredita-se que durante todo o período Triássico a Província Borborema esteve submetida a um soerguimento tectônico, formando uma intumescência crustal, que perduraria, até meados do Jurássico, pelo menos. Esse processo tectônico teria favorecido a intensa erosão da

cobertura sedimentar paleozóica, deixando desnudo o embasamento, em vastas extensões da Província. Apenas relíquias da antiga cobertura sedimentar paleozóica, notadamente de arenitos siluro-devonianos(?), restaram preservados em blocos falhados deprimidos, tais como nas bacias do Araripe, Mirandiba, Jatobá, São José do Belmonte, Afogados da Ingazeira e outras.

Os resíduos dessa erosão teriam sido, em grande parte, transportados para a bacia periférica do Parnaíba, onde se depositariam como detritos terrígenos, que viriam a constituir a Formação Mosquito, incluída na seqüência Delta-A (SOARES *et al.*, 1978).

Simultaneamente com a sedimentação da Formação Mosquito, deflagrou-se um episódio vulcânico responsável pela efusão de magma básico, que hoje constituem as camadas de basaltos entremeadas com os estratos sedimentares daquela formação, ou formando o vulcanismo Rio Ceará Mirim (160 a 180 M.a.).

Na região de Lavras da Mangabeira esse vulcanismo manifestou-se com pequena intensidade. É conhecido apenas um derrame de lavas basálticas que se encontra entremeadado com os estratos sedimentares do Grupo Lavras da Mangabeira, que estariam sendo depositados concomitantemente com os terrígenos continentais da Formação Mosquito da bacia do Parnaíba.

No que diz respeito aos processos e ambientes sedimentares, sabe-se que a Formação Iborepi foi depositada em ambiente continental por um sistema de leques aluviais coalescentes e fluvial anastomosado, em um regime de alta competência de transporte das correntes fluviais. A subsidência gradual da bacia prosseguiu após o episódio vulcânico juro-triássico, favorecendo a implantação de lagos rasos, sujeitos ao influxo de correntes fluviais de baixa competência, propiciando a deposição dos sedimentos que viriam a constituir a Formação Serrote do Limoeiro.

Após ser assoreada, a paleobacia de Lavras da Mangabeira foi atingida por tectonismo que reativaram antigos alinhamentos estruturais pré-cambrianos (com movimentos gravitacionais e transcorrestes), fragmentando-a em pequenas bacias, falhadas. A configuração atual dessas bacias seria o resultado cumulativo de dois sucessivos eventos tectônicos: a reativação Wealdeniana, no Eo-Cretáceo, seguido pela reativação pós-aptiana (ou albiana).

Após sua fragmentação, as pequenas bacias de Lavras da Mangabeira mantiveram-se soerguidas e submetidas à erosão. A única sedimentação de que se tem registro, desde então, é a pouca expressiva deposição de aluviões cenozóicos, ao longo dos vales que drenam a região.

3. CONTEXTO HIDROGEOLÓGICO

3.1. Evolução dos Conhecimentos Hidrogeológicos

Os primeiros estudos hidrogeológicos no Nordeste brasileiro foram patrocinados pela Inspetoria de Obras Contra a Seca (IOCS), atualmente denominada de Departamento Nacional de Obras Contra as Secas (DNOCS). De junho de 1913 a janeiro de 1914, SMALL empreendeu uma expedição pelos estados do Ceará e Piauí com a finalidade de determinar a relação das águas subterrâneas com a geologia da região, ficando provada a sua importância para os trabalhos de perfuração de poços.

Com a criação da Superintendência do Desenvolvimento do Nordeste (SUDENE) e a vinda de vários técnicos de missões estrangeiras, é que realmente se deu o grande desenvolvimento da

hidrogeologia nordestina através da construção de poços com técnicas avançadas que são utilizadas até os dias atuais. Aliado a este fato, a criação dos cursos de geologia no Brasil, em 1957, e a formação das primeiras turmas de geólogos nas universidades brasileiras no início da década de 60, deu-se um grande impulso no conhecimento hidrogeológico, não só na região Nordeste como também em todo o Brasil.

Em 1962 foi criado junto à Seção de Hidrogeologia da SUDENE o Grupo de Estudos do Vale do Jaguaribe (GEVJ), com a dupla missão técnico-didática de realizar o estudo geral das águas subterrâneas do vale do Jaguaribe (75.000 km²) e formar os primeiros hidrogeólogos brasileiros. Os trabalhos são concentrados em torno das três bacias sedimentares, do alto, médio e baixo Jaguaribe, ou seja, um quarto da superfície total, as quais ofereciam, comparativamente, possibilidades mais amplas de armazenar água subterrânea.

GASPARY *et al.* (1967) apresentam os resultados obtidos com o Estudo Geral de Base do Vale do Jaguaribe. Os autores definem para a área do Médio Jaguaribe as bacias sedimentares do Iguatu, de Malhada Vermelha, de Lima Campos e de Icó. As reservas para Iguatu e aluviões foram de 30,0x10⁶ m³, e para Icó e aluviões de 15,0x10⁶ m³. As bacias sedimentares de Lavras da Mangabeira geograficamente estão inseridas nessa área, entretanto não são citadas no trabalho.

Ainda na década de 60, a SUDENE concebeu o Inventário Hidrogeológico do Nordeste, como um instrumento básico de pesquisa dos recursos de água subterrânea do Polígono das Secas, destinado a prover os conhecimentos de caráter regional, indispensáveis à definição dos estudos locais de exploração. Os trabalhos foram sintetizados em doze relatórios com mapas (1:500.000), que cobrem uma superfície de 580.000 km², correspondendo a cerca de 70% da área do Polígono das Secas.

BARROS (1969) realizou uma campanha de prospecção elétrica (Schlumberger) nos sedimentos recentes (aluviões e arenitos) dos municípios de Lavras da Mangabeira e Várzea Alegre, objetivando a complementação do abastecimento de água nessas cidades. Na cidade de Lavras da Mangabeira, os estudos geofísicos atribuem 5 metros de espessura para as aluviões que repousam sobre o embasamento cristalino, enquanto para o mesmo sedimento repousaste sobre os arenitos têm espessura média de 7 metros.

Os arenitos, compactos, bem silicificados, com intercalações argilosas, apresentam espessuras média de 60 metros, podendo chegar a 100 metros. Essas mesmas sondagens evidenciaram a presença de falhas, tipo gravitacional de direção NW-SE e NE-SW, formando o gráben, mascaradas pelas aluviões. Na região do riacho do Machado, município de Várzea Alegre, os estudos geofísicos identificaram duas zonas argilosas com cerca de 1,5 metro de espessuras cada, envolvendo uma zona saturada de areias finas a médias com espessura em torno de 5 metros. Esse pacote repousa sobre o embasamento cristalino.

CRUZ & FRANÇA (1970) apresentam os resultados dos estudos realizados pelo programa “Inventário Hidrogeológico Básico do Nordeste” na Folha Jaguaribe-SO. Nesse trabalho as bacias sedimentares de Lavras da Mangabeira estão inseridas na bacia do Iguatu. A estimativa sobre as reservas de água subterrânea e os demais aspectos hidrogeológicos foram principalmente extraídos de Gaspary *et al.* (1967).

ALBUQUERQUE (1970) apresenta os resultados dos estudos realizados pelo programa “Inventário Hidrogeológico Básico do Nordeste” na Folha Jaguaribe-SE. Nesse trabalho as

bacias sedimentares de Lavras da Mangabeira também estão inseridas na bacia do Iguatu. Aflora com uma pequena expressão na porção oeste da folha.

A Secretaria de Recursos Hídricos do Estado do Ceará – SRH elaborou em 1992 o Plano Estadual de Recursos Hídricos – PERH. Este importante instrumento de gestão contém todo um estudo da capacidade e das potencialidades dos recursos hídricos a nível estadual e tem como objetivo viabilizar a utilização mais racional da água, sua proteção atual e futura e um sistema de monitoramento climático e hídrico permanentes.

Para dar subsídios ao estudo das águas subterrâneas, foi realizado um cadastro de poços tubulares e análises físico-químicas e bacteriológicas para toda a bacia do Jaguaribe, cadastrando 3.537 poços e 624 análises, formando um banco de dados e contribuindo, conseqüentemente, para o entendimento maior dos aspectos pertinentes às águas subterrâneas desta região. O Plano Estadual de Recursos Hídricos está condensado em 9 volumes: Estudos de Base I (v.2), Estudos de Base II (v.3) e Planejamento (v.4)

Em 1998, a CPRM-Serviço Geológico do Brasil executou o Programa Recenseamento de Fontes de Abastecimento por Água Subterrânea no Estado do Ceará. Este Programa teve como objetivo básico o levantamento das condições atuais de todas as pontos d'água (poços tubulares, poços amazonas e fontes naturais), fornecendo subsídios e orientação técnica às comunidades, gestores municipais e órgãos governamentais na tomada de decisões, para o planejamento, execução e gestão dos programas emergenciais de perfuração e recuperação de poços. Foram cadastrados 77 poços no município de Lavras da Mangabeira.

Em 1998, a CPRM elaborou o Diagnóstico do Município de Lavras da Mangabeira, a partir dos dados do Programa de Recenseamento de Fontes de Abastecimento por Água Subterrânea no Estado do Ceará. Esse trabalho apresenta características gerais do município, além de conter o cadastro e mapa de localização dos poços tubulares existentes no município.

Em 1999 o Governo do Estado do Ceará implementou, através da Companhia de Gestão dos Recursos Hídricos – COGERH, o Plano de Gerenciamento de Recursos Hídricos. Neste plano as águas subterrâneas integram um capítulo específico e mostram, no geral, a evolução dos conhecimentos hidrogeológicos no âmbito da bacia do Jaguaribe, após o desenvolvimento do Plano Estadual dos Recursos Hídricos – PERH. O Plano apresenta o estudo em 3 fases: Diagnóstico, Planejamento e Programas de ação. Esse trabalho esta disponível em tomos e em CD-ROM.

Em 2004 o Governo do Estado do Ceará, através da Secretaria de Recursos Hídricos do Estado do Ceará – SRH apresentou uma proposta de Atualização do Plano Estadual de Recursos Hídricos de 1992 - Consolidação da Política e dos Programas de Recursos Hídricos do Estado do Ceará. Esta atualização é composta de 3 volumes: Diagnóstico (v. 1), Planejamento (v. 2) e Formulação de Programas (v. 3). Esse trabalho esta disponível em CD-ROM.

3.2. Contexto Hidrogeológico da Área de Estudo

Caracterização Geral

As bacias sedimentares de Lavras da Mangabeira (bacia do Riacho do Meio e bacia do Riacho do Rosário) apresentam uma litologia caracterizada por seqüências alternadas de arenitos finos, siltitos e argilitos de coloração vermelha e também leitos delgados de folhelhos cinza-esverdeados, localmente fossilíferos (conchostráceos), podendo alcançar uma espessura da

ordem de 300 a 320 metros, na bacia do Riacho do Meio. A minibacia de Iborepi é composta por arenitos grosseiros, brancos a branco-amarelados, mal classificados, friáveis, com acamamentos de espessura irregular, normalmente espesso a muito espesso. Sua espessura é bastante irregular, não ultrapassando a 80 metros.

As rochas sedimentares constituídas pelas formações Serrote do Limoeiro e Iborepi podem representar na região um domínio hidrogeológico com potencial para a ocorrência de água subterrânea, entretanto, essa propriedade decresce em importância devido a sua restrita área de ocorrência e ao desconhecimento total de suas características hidrodinâmicas. Os únicos dados que se conhecem são das bacias próximas como do Iguatu, Malhada Vermelha, Lima Campos, Icó e as do Rio do Peixe. GASPARY *et al.* (1967) atribuem para as bacias do Iguatu os seguintes dados: $T = 10^{-6} \text{ m}^2/\text{s}$, $K = 2,4 \times 10^{-6} \text{ m/s}$ e reservas acumuladas para bacia do Iguatu e aluviões de $30 \times 10^6 \text{ m}^3$, e para bacia do Icó e aluviões de $15 \times 10^6 \text{ m}^3$. Na área, especificamente, as informações que se conhecem são os dados construtivos incompletos de 124 poços onde somente 2 estão perfurados nos sedimentos, com valores médios de profundidade igual a 64 m, vazão de 700 L/h e condutividade elétrica igual a 1126 ($\mu\text{S}/\text{cm}$).

4. INFORMAÇÕES PARA PLANEJAMENTO E EXECUÇÃO DO PROJETO

A partir dos dados coletados na revisão bibliográfica e analisados neste relatório diagnóstico do estado da arte dos conhecimentos geológicos e hidrogeológicos das bacias de Lavras da Mangabeira, serão realizadas as seguintes ações:

1. Na revisão geológica e demais atividades do projeto serão utilizadas as imagens Geocover, com resolução espacial de 15 metros, formadas pela composição das imagens ETM plus bandas 7(R)4(G)2(B) combinadas com a banda 8 (pancromática) do Landsat 7. Serão realizadas etapas de campo para confirmar as interpretações feitas a partir das imagens e solucionar dúvidas quanto a litologia e estratigrafia. Também deverão ser feitas observações englobando os aspectos geomorfológicos, litológicos e estruturais.
2. A abordagem geofísica deverá envolver a utilização dos métodos de gravimetria e de eletrorresistividade em corrente contínua. A abordagem geofísica, através do método gravimétrico, deverá envolver um reconhecimento da área de pesquisa, através de uma malha de pontos regularmente espaçados de aproximadamente 1 quilômetro. Para que se possam vincular as grandezas determinadas ao Sistema Geodésico Brasileiro, a rede geodésica deve ser estendida até a área de trabalho, através da implantação de uma rede planialtimétrica e de uma rede gravimétrica complementares.

As estações destas redes constituirão o apoio complementar aos levantamentos gravimétricos localizados. A determinação das estações do apoio planialtimétrico complementar deverá ser realizada por DGPS, tendo como referência o Sistema Geodésico Brasileiro, de responsabilidade do IBGE. Deverão ser implantadas tantas estações planialtimétricas complementares quantas forem necessárias para se assegurar que as distâncias dos pontos gravimétricos às respectivas estações complementares de referência não sejam superiores a 10 (dez) km.

Deverá haver, pelo menos, duas estações de apoio gravimétrico complementar na área a ser levantada, cujos valores de gravidade tenham sido transportados diretamente de uma estação da Rede Gravimétrica Fundamental Brasileira - RGFB, com pelo menos duas

medições em perfil duplo (ida e volta), totalizando pelo menos 4 (quatro) medições do intervalo de gravidade, cujas discrepâncias em relação ao valor médio não devem ser superiores a 0,05 mGal.

A gravimetria deverá ser executada com gravímetro geodésico, com intervalo de operação de pelo menos 6.000 mGal, repetibilidade de medida melhor do que 0,01 mGal e deriva menor do que 1 mGal por mês. Serão calculados a anomalias Bouguer, Regional e Bouguer Residual. A modelagem gravimétrica da área pesquisada deverá ser feita com base no campo anômalo residual, associado às evidências geológicas e geofísicas complementares sobre a estrutura e tectônica da bacia e sobre a sua distribuição de densidade.

A abordagem geofísica através do método de eletrorresistividade em contínua, aplicará as técnicas denominadas de exploração vertical (Sondagem Elétrica) e exploração horizontal (Perfil de Resistividade). Será adotado como dispositivo de medição das resistividades aparentes, o quadripolo linear simétrico AMNB de Schlumberger. Além das SEVs disponíveis na bibliografia, deverão ser realizadas outras com um comprimento de linha AB de emissão de corrente que permita a manifestação elétrica conspícua do embasamento cristalino, distribuídas o mais uniformemente possível na área. Essas SEVs são consideradas como medições preliminares e deverão servir de base para o dimensionamento da linha AB, que será utilizada na realização de perfis laterais de resistividade.

Esses perfis visarão essencialmente rastrear qualitativamente o topo do embasamento cristalino e, assim, mapear as discontinuidades verticais eventualmente existentes. Os perfis deverão ser realizados perpendicularmente à direção geral das estruturas da área, podendo aproveitar a malha de estradas existente, mas buscando-se uma cobertura o mais uniforme possível. Os perfis serão programados para focar alvos onde já se tenham indícios da existência de movimentação tectônica.

3. Os dados cadastrais sobre os pontos de água, disponibilizados até agora, são pouco representativos em vista ao universo total de poços da região, que é de aproximadamente 150 poços. O resultado preliminar do cadastramento está apresentado no ANEXO 1, com informações gerais e principais características dos poços. Será realizado um recadastramento dos poços localizados especificamente no interior das bacias.

Serão selecionados alguns poços tubulares representativos da área, fundamentado em critérios como a existência de dados construtivos e litológicos dos poços e a captação apenas do nível aquífero considerado como foco do estudo. Em alguns desses poços poderão ser realizados perfilagens geofísicas, implantação e execução de monitoramento potenciométrico e qualitativo. Após a análise da distribuição da rede pluviométrica existente serão escolhidos pontos para a implantação de pluviógrafos (com *data-log*) e infiltrômetros.

4. Determinação de cota dos pontos d'água selecionados - tendo por objetivo a elaboração da potenciométrica do(s) aquífero(s) em foco, os poços integrantes da rede de pontos d'água serão nivelados altimetricamente. Nesse nivelamento será empregado o sistema geodésico de posicionamento global, utilizando-se a ferramenta denominada de GPS geodésico, capaz de fornecer dados consistentes com precisão centimétrica.

5. Balanço Hídrico – serão quantificados os componentes do ciclo hidrológico, denominado de balanço hídrico, que é estabelecido a partir de uma unidade de área onde seja possível considerar a precipitação pluviométrica como a única entrada de água. Será adotada como área de trabalho a bacia hidrográfica, delimitada por seus divisores de água superficial, que além de atender essa exigência, permite a quantificação do volume de saída.

Para elaboração do balanço hídrico da bacia selecionada, que permitirá inferir os valores e, possivelmente, os mecanismos de recarga deverão ser coletados, selecionados e analisados os dados climatológicos disponíveis (pluviométricos, fluviométricos, de evapotranspiração etc.), da área de interesse desse trabalho.

6. Construções de piezômetros - Serão construídos piezômetros, próximo a poços produtores pré-selecionados, os quais servirão como base para a determinação dos parâmetros hidrodinâmicos através de teste de aquífero. Estes piezômetros terão unicamente o objetivo de servirem como poços de observação e serão perfurados em 6”, sendo telados e revestidos em 2”.
7. Testes de aquífero - terão como objetivo a caracterização do meio físico de subsuperfície e visam a determinação das características hidrodinâmicas de um meio poroso, tais como transmissividade (T), condutividade hidráulica (K) e coeficiente de armazenamento (S).
8. Serão realizados estudos hidrogeoquímicos e de qualidade da água, verificando-se além de sua classificação para os diversos usos, a sua interação e modificações sofridas ao longo do fluxo desde a zona de recarga até o ponto da captação e zonas de exutórios naturais. Serão feitas coletas trimestrais de água para análise, em pontos representativos da rede selecionada.

As amostras coletadas serão enviadas aos laboratórios pré-selecionados, onde serão analisados os elementos maiores; cálcio, magnésio, sódio, potássio, cloreto, sulfato, bicarbonato e carbonato, os elementos nitrogenados e o oxigênio dissolvido. Alguns parâmetros deverão ser analisados *in loco* como o pH, a condutividade elétrica e a temperatura, através de equipamentos portáteis.

A quantidade das análises será definida previamente, pela equipe técnica envolvida (CPRM e UFC), em função do tipo de resposta e do foco desejado. Os estudos serão desenvolvidos basicamente pelas universidades e a CPRM participará apoiando as coletas de campo, custeando parte das análises realizadas e a título de treinamento nas fases interpretativas.

9. Análise Isotópica - os estudos isotópicos serão desenvolvidos basicamente pela UFC com a participação da CPRM nas coletas de campo e a título de treinamento nas fases interpretativas. A coleta de amostras para as análises isotópicas deverá ser feita paralelamente à segunda campanha de campo de coleta para as análises físico-químicas. As medidas dos isótopos oxigênio-18 e deutério serão realizadas conforme previsão do projeto e as datações com carbono 14, para determinar o tempo de residência da água, não serão feitas porque não foram contempladas na liberação de recursos.

10. Ao longo do projeto serão elaborados mapas temáticos, os quais serão inseridos em ambiente SIG e irão compor o produto final. Estão previstos entre outros os seguintes temas: drenagem, ocupação do solo, geologia, profundidade do embasamento cristalino (quando possível), pontos d'água, potenciometria, profundidade do nível da água, zoneamento hidroquímico (diversos), isópacas e isotransmissividade (quando possíveis).
11. A partir de todos os dados levantados e utilizando os modelos desenvolvidos como apoio, serão avaliadas reservas, recursos, potencialidades e disponibilidades dos sistemas aquíferos.
12. Ao final será estruturado um Sistema de Informações Geográficas – SIG, para a área estudada. Criação de uma base de dados que será o repositório de todos os dados e informações geográficas nos formatos vetor, raster, grades e atributos alfanuméricos disponíveis. Essa base de dados deve ser obrigatoriamente estruturada levando-se em conta o caráter multi-institucional do Projeto com diferentes plataformas de *softwares* e *hardwares*. É a principal e mais onerosa fase do projeto envolvendo atividades de inserção de novos dados levantados, digitação de mapas, consistência de dados e correções de erros, obtenção e conversão de dados eletrônicos em diferentes formatos, sistemas de coordenadas etc.

5. BIBLIOGRAFIA COMPILADA

5.1. Bibliografia Referenciada

ALBUQUERQUE, J. do P. T. de; Inventário hidrogeológico básico do nordeste, Folha 15 – Jaguaribe SE. Recife. SUDENE, Divisão de Documentação. Série Hidrogeologia, n.º.32, 1970. 187p. il.

Atlas de Geologia e Recursos Minerais do Ceará: Sistema de Informações Geográficas SIG e Mapas Esc. 1: 500.000 / CPRM Serviço Geológico do Brasil; SRH - Secretaria dos Recursos Hídricos do Estado do Ceará. Coordenado por José Carvalho Cavalcante, Antônio Maurílio Vasconcelos e Francisco Edson Mendonça Gomes. Fortaleza: CPRM Serviço Geológico do Brasil, 2003. 1CD-ROM

BARROS, J. G. do C Estudo geofísico dos aluviões de Lavras da Mangabeira e Várzea Alegre- Ceará. SUDENE-DRN Divisão de Hidrogeologia, Recife, 1969, 21p. il.

COGERH. Plano de Gerenciamento das Águas da Bacia do Rio Jaguaribe. 1999. CD-ROM

CPRM Programa Recenseamento de Fontes de Abastecimento por Água Subterrânea no Estado do Ceará – Atlas dos Recursos Hídricos Subterrâneos do Ceará. CPRM - Serviço Geológico do Brasil. Org.: Francisco Edson Mendonça Gomes. Fortaleza. 2000. Ceará. 1 CD-Rom

CPRM. Diagnóstico do Município de Lavras da Mangabeira. Programa de Recenseamento de Fontes de Abastecimento por Água Subterrânea no Estado do Ceará. Fortaleza, 1998

CRUZ, W. B.; FRANÇA, H. P. M. Inventário hidrogeológico básico do Nordeste, Folha 14 – Jaguaribe SO. Recife. SUDENE/DRN. Série Hidrogeologia, n.º 31, 1970. 22p.

GASPARY, J.; ANJOS, N. da F. R. dos; REBOUÇAS, A. da C., MANOEL FILHO, J.; LEAL, O.; GARAU, J.; GEUILLOT, P. Estudo Geral de Base do Vale do Jaguaribe. SUDENE, Recife, Hidrogeologia v.7 1967, 245p. il.

IBGE. INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFICA E ESTATISTICA. Disponível em: <<http://www.ibge.gov.br>>. Acesso em 17 de abril de 2005

IPECE. Perfil Básico Municipal. Fortaleza, 2002. Disponível em <<http://www.ipece.ce.gov.br>>. Acesso em 03/abril/2005

IPLANCE – Atlas do Ceará - Fundação Instituto de Planejamento do Ceará. - Governo do Estado do Ceará, Secretaria do Planejamento e Coordenação - SEPLAN. 1997. 65p.

PONTE, F. C.; DINO, R.; ARAI, M. & SILVA-TELLES Jr. A. C. da. Geologia das bacias sedimentares de Lavras da Mangabeira e do remanescente sedimentar do Rio dos Bastiões, no Estado do Ceará, Petrópolis, - RJ, 1990. PETROBRAS-CENPES-DIVEX-SEBIPE.

SMALL H. L.. Geologia e Suprimento de Água Subterrânea no Piauí e Parte do Ceará. Recife, Inspetoria de Obras Contra Secas, 1913. 80p. (Publicação 25).

SRH - Plano Estadual de Recursos Hídricos - Diagnóstico (v.1); Estudos de Base I (v.2); Estudos de Base II (v.3); Planejamento (v.4). Fortaleza, CE. 1992

SRH - Proposta de Atualização do Plano Estadual de Recursos Hídricos – Consolidação da Política e dos Programas de Recursos Hídricos do Estado do Ceará. - Diagnóstico (v.1); Planejamento (v.2); Formulação de Programas (v.3) Fortaleza, CE (3V) 2004. Fortaleza, CE. CD-ROM

VASCONCELOS, A. M. et al. - *Programa Levantamentos Geológicos Básicos do Brasil*. Iguatu. Folha SB.24-Y-B. Estado do Ceará. Organizado por Antônio Maurílio Vasconcelos e Francisco Edson Mendonça Gomes. Escala 1:250.000. Brasília: CPRM 1998. CD-ROM

5.2. Bibliografia Disponível

ALBUQUERQUE, J. do P. T. de; Inventário hidrogeológico básico do nordeste, Folha 15 – Jaguaribe SE. Recife. SUDENE, Divisão de Documentação. Série Hidrogeologia, nº.32, 1970. 187p. il.

Atlas de Geologia e Recursos Minerais do Ceará: Sistema de Informações Geográficas SIG e Mapas Esc. 1: 500.000 / CPRM Serviço Geológico do Brasil; SRH - Secretaria dos Recursos Hídricos do Estado do Ceará. Coordenado por José Carvalho Cavalcante, Antônio Maurílio Vasconcelos e Francisco Edson Mendonça Gomes. Fortaleza: CPRM Serviço Geológico do Brasil, 2003. 1CD-ROM

BARROS, J. G. do C Estudo geofísico dos aluviões de Lavras da Mangabeira e Várzea Alegre- Ceará. SUDENE-DRN Divisão de Hidrogeologia, Recife, 1969, 21p. il.

BRASIL. Ministério das Minas e Energia. Secretaria Geral. Projeto RADAMBRASIL. Folha SB.24/25. Jaguaribe/Natal. Rio de Janeiro. 1981. 744p. il.

CAVALCANTE, J. C.; FERREIRA, C. A.. Mapa geológico do Estado do Ceará. Escala 1:500.000. DNPM/SUDENE 1983. Governo do Estado do Ceará.

CAMPOS, M. de; BRAGA, A. de P.G.; MELLO, A.A. de; SOUZA, E.M. de; SILVA, F.A.F. da & FRANÇA, J.B. de.. Projeto Rio Jaguaribe. Brasília, MME-DNPM - Série Geologia n- 4. 1979. 149 p.

COGERH. Plano de Gerenciamento das Águas da Bacia do Rio Jaguaribe. 1999. CD-ROM

CPRM Programa Recenseamento de Fontes de Abastecimento por Água Subterrânea no Estado do Ceará – Atlas dos Recursos Hídricos Subterrâneos do Ceará. CPRM - Serviço Geológico do Brasil. Org.: Francisco Edson Mendonça Gomes. Fortaleza. 2000. Ceará. 1 CD-Rom

CPRM. Diagnóstico do Município de Lavras da Mangabeira. Programa de Recenseamento de Fontes de Abastecimento por Água Subterrânea no Estado do Ceará. Fortaleza, 1998

CRUZ, W. B.; FRANÇA, H. P. M. Inventário hidrogeológico básico do Nordeste, Folha 14 – Jaguaribe SO. Recife. SUDENE/DRN. Série Hidrogeologia, n ° 31, 1970. 22p.

FOSTER, S. Determinação do risco de contaminação das águas subterrâneas: Um método baseado em dados existentes / Stephen Foster, Ricardo Hirata; tradução de Ricardo Hirata, Sueli Yoshinaga, Seiju Hassuda, Mara Iritani. São Paulo: Instituto Geológico. 1993. 90p. Il. (Boletim, 10).

GASPARY, J.; ANJOS, N. da F. R. dos; REBOUÇAS, A. da C., MANOEL FILHO, J.; LEAL, O.; GARAU, J.; GEUILLOT, P. Estudo Geral de Base do Vale do Jaguaribe. SUDENE, Recife, Hidrogeologia v.7 1967, 245p. il.

GHIGNONE J. I., COUTO E. A., ASSINE M. L.. Estratigrafia e Estrutura das Bacias do Araripe, Iguatu e Rio do Peixe. In: SBG. Congresso Brasileiro de Geologia, 34. Goiânia, 1986. Anais,. 1:271-285.

IBGE. INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFICA E ESTATISTICA. Disponível em: <<http://www.ibge.gov.br>>. Acesso em 17 de abril de 2005

IPECE. Perfil Básico Municipal. Fortaleza, 2002. Disponível em <<http://www.ipece.ce.gov.br>>. Acesso em 03/abril/2005

IPLANCE – Atlas do Ceará - Fundação Instituto de Planejamento do Ceará. - Governo do Estado do Ceará, Secretaria do Planejamento e Coordenação - SEPLAN. 1997. 65p.

PONTE, F. C.; DINO, R.; ARAI, M. & SILVA-TELLES Jr. A. C. da. Geologia das bacias sedimentares de Lavras da Mangabeira e do remanescente sedimentar do Rio dos Bastiões, no Estado do Ceará, Petrópolis, - RJ, 1990. PETROBRAS-CENPES-DIVEX-SEBIPE.

SMALL H. L.. Geologia e Suprimento de Água Subterrânea no Piauí e Parte do Ceará. Recife, Inspetoria de Obras Contra Secas, 1913. 80p. (Publicação 25).

SOARES, P.C; LANDIM, P.M.B. & FÚLFARO, VJ. 1978. Tectonic cycle and sedimentary sequences in the Brazilian intracratonic basins. *Geological Society of America Bull.* v. 89, p. 181-191.

SRH - Plano Estadual de Recursos Hídricos - Diagnóstico (v.1); Estudos de Base I (v.2); Estudos de Base II (v.3); Planejamento (v.4). Fortaleza, CE. 1992

SRH - Proposta de Atualização do Plano Estadual de Recursos Hídricos – Consolidação da Política e dos Programas de Recursos Hídricos do Estado do Ceará. - Diagnóstico (v.1); Planejamento (v.2); Formulação de Programas (v.3) Fortaleza, CE (3V) 2004. Fortaleza, CE. CD-ROM

SRIWASTAVA, N. K. Aspectos geológicos e sedimentológico das Bacias de Iguatu, Lima Campos e Malhada Vermelha (Ceará). In: Simp. Bacia do Araripe e Bacias Interiores do Nordeste, 1. Crato, 1990. Atas... Crato, DNPM/SBP/SBG. p: 209-222.

VASCONCELOS, A. M. et al. - *Programa Levantamentos Geológicos Básicos do Brasil*. Iguatu. Folha SB.24-Y-B. Estado do Ceará. Organizado por Antônio Maurílio Vasconcelos e Francisco Edson Mendonça Gomes. Escala 1:250.000. Brasília: CPRM 1998. CD-ROM

5.3. Bibliografia Não Disponível

ALMEIDA, F. F. M. de; CARNEIRO, C DAL RÉ; MACHADO Jr., D. de L.; DEHIRA, L. K.. Magmatismo pós-Paleozóico no Nordeste oriental do Brasil. *Rev. Brasileira de Geociências*, 8 (4): 1988 p.451 -462..

BAPTISTA, M. B.; BRAUN, O. P. G.; CAMPOS, D. de A. (Coordenadores).. *Léxico estratigráfico do Brasil*. Brasília. CPRM/DNPM. 1984. 560 p.

BEDREGAL R. P., LINS F. A. P. L., BOA HORA M. P. P., MOREIRA J. A. M. & MACEDO J. W. P. Modelagem gravimétrica bi e tri-dimensional da Bacia de Iguatu, Ceará. In: SBG. Congresso Brasileiro de Geologia, 37. Camboriú, 1992. Boletim de Resumos Expandidos, 2:383 – 384

BENDELACK, M.R. 1999. Integração de dados geológicos, LANDSAT e aerogeofísicos no estudo das mineralizações auríferas da região de Lavras da Mangabeira, Ceará. Dissertação de Mestrado, Instituto de Geociências, Universidade de Campinas, São Paulo, pp.

BEURLIN. K.; MABESOONE, J. M.. Bacias cretáceas intracontinentais. *Notícias Geomorfológica.s*, 1969 Campinas, 9(18): 19-34.

BRAUN. O.P.G. *Geologia da Bacia do Rio do Peixe: Nordeste do Brasil*. Rio de Janeiro. Prospec/DNPM. 1969. 23 p. (Não publicado).

CARNEIRO, C. D. R.; HAMZA, V. M.; ALMEIDA, F. F. M. Ativação tectônica, fluxo geotérmico e sismicidade no nordeste oriental brasileiro. *Revista Brasileira de Geociências*, 1989. 19(3): 310-322.

- CARNEIRO, C. D. R.; ALMEIDA, F. F. M. de; DEHIRA, L. K.; MECHADO Jr.; MONMA, R.; FIGUEIRA, R. M. A reativação Wealdmana no Brasil: Uma revisão sobre o Nordeste Oriental. (2 vol.) São Paulo. Inst. Pesq. Tecn. do Estado de São Paulo (IPT), 1988. Relatório nº 26566. (Não publicado).
- CARVALHO, L. S. 1989. Icnocenosos Continentais: Bacias de Sousa. Uiraúna-Brejo das Freiras e Mangabeira. Dissertação (Mestrado em Geologia). Rio de Janeiro, UFRJ. (Não publicado).
- CAVALCANTI, V. M. M.; VIANA, M. S. S. Considerações sobre o Cretáceo da Bacia de Iguatu. Nordeste do Brasil. Academia Brasileira de Ciências. 64(1) p:64-70 1992
- CORDANI, U. G.; BRITO NEVES, B. B.; FUCK, R. A.; PORTO, R.; THOMAZ FILHO, A.; BEZERRA DA CUNHA, F. M.. Estudo preliminar de integração do Pré-Cambriano com os eventos tectônicos das bacias sedimentares brasileiras. Rio de Janeiro, PETROBRÁS/CENPES/SINTEP, 1984. 70 p. (Série Ciência, Técnica, Petróleo no. 15).
- COSTA, W. D.; MELO, A. A.. Geologia das quadrículas de Várzea Alegre e Lavras da Mangabeira do Ceará. XIX Cong. Brás. Geol. Avulso nº 40 - 63 - 64. Rio de Janeiro –SBG. 1965.
- CRANDALL, R.. Geographia, geologia, suppnmemo d'água, transporte e açudagem nos Estados da Parahyba, Rio Grande do Norte e Ceará. Ministério da Viação e Obras Públicas. Inspectoria Federal de Obras Contra as Secas. 1910. Publicação nº 4. Série L.D.E.
- DANTAS, J. R. A. Carta geológica do Brasil ao milionésimo. Folha Jaguaribe (SB-24) e Folha Fortaleza (SA-24). Texto explicativo. Brasília. DNPM. 1974
- LIMA, M. R. de & COELHO, M. de P. C. de A. Estudo palinológico da sondagem estratigráfica de Lagoa do Forno, Bacia do Rio do Peixe, Cretáceo do Nordeste do Brasil. Boletim do IG-USP. Série Científica, v. 18. 1987. p. 67-83.
- MIZUSAKI, A. M. P. Resultados de datações radiométricas. Rio de Janeiro. PETROBRÁS - CENPES - DIVEX - SEGEL, Comunicação Técnica nº 002/87. 1987. (Não publicado).
- MORAES, L. J. de. (Coordenador).. Levantamento foto-geológico da região Nordeste do Brasil - Folha SB. 24-P, Ôros. Escala 1:250.000. Rio de Janeiro. MME-DNPM. 1960
- MORAES, L. J. de.. Serras e montanhas do Nordeste (2 volumes). Rio de Janeiro. Ministério da Viação e Obras Públicas. Inspectoria Federal de Obras Contra as Seccas. 1924
- MORAES, L. J. de; BARROS, F. C. & RAMOS, E.. Levantamento fotogeológico da região Nordeste do Brasil. Folha SB.24-O-Iguatu.Escala 1:250.000. Rio de Janeiro. MME/DNPM 1962
- PRIEM, H. N. A.; BOELRUK, N. A. I. M.; VERSCHURE, R. H.; HEBEDA, E. H.; VERDUMEM, E. A. Th; BON, E. H.. K-Ar dating of a basaltic layer in the sedimentary Lavras Basin, Northeastern Brazil. Rev. Brás. Geoc., 1978. 8 (4): 262-269.
- RIBEIRO, G. F. Estudo hidrogeológico de Várzea Alegre-Ceará. SUDENE-DRN Divisão de Hidrogeologia, Recife, 1967

SANTOS, E. J. dos; BRITO-NEVES, B. B. de.. Província Borborema. In: F. F. M. de Almeida e Y. Hasui (Coordenadores) - O pré-Cambriano do Brasil. São Paulo. BIlucher, 1984p. 123-186.

SCHOBENHAUSS, C.; CAMPOS, D. de A.; DERZE, G. R.; ASMUS. H. E. (Coordenadores).. 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. 1984. 501 p.

5.3. Bibliografia Não Disponível Considerada fundamental

BEDREGAL R. P., LINS F. A. P. L., BOA HORA M. P. P., MOREIRA J. A. M. & MACEDO J. W. P. Modelagem gravimétrica bi e tri-dimensional da Bacia de Iguatu, Ceará. In: SBG. Congresso Brasileiro de Geologia, 37. Camboriú, 1992. Boletim de Resumos Expandidos, 2:383 – 384

BENDELACK, M.R. 1999. Integração de dados geológicos, LANDSAT e aerogeofísicos no estudo das mineralizações auríferas da região de Lavras da Mangabeira, Ceará. Dissertação de Mestrado, Instituto de Geociências, Universidade de Campinas, São Paulo, pp.

CARVALHO, L. S. 1989. Icnocenosos Continentais: Bacias de Sousa. Uiraúna-Brejo das Freiras e Mangabeira. Dissertação (Mestrado em Geologia). Rio de Janeiro, UFRJ. (Não publicado).

COSTA, W. D.; MELO, A. A.. Geologia das quadrículas de Várzea Alegre e Lavras da Mangabeira do Ceará. XIX Cong. Brás. Geol. Avulso n^o 40 - 63 - 64. Rio de Janeiro –SBG. 1965.

RIBEIRO, G. F. Estudo hidrogeológico de Várzea Alegre-Ceará. SUDENE-DRN Divisão de Hidrogeologia, Recife, 1967

Aerofotos

Aerofoto SACS – 1:40.000 - Municípios de Abaiara, Barbalha, Missão Velha, Milagres, Mauriti, Jati, Brejo Santo e Penaforte Crato, Juazeiro do Norte, Jardim, e Porteiras - CPRM/REFO

Aerofoto SACS – 1:70.000 (1969) - Municípios de Abaiara, Barbalha, Missão Velha, Milagres, Mauriti, Jati, Brejo Santo e Penaforte Crato, Juazeiro do Norte, Jardim, e Porteiras - CPRM/REFO.

Imagens

Arquivos digitais no formato vetorial correspondentes às cartas topográficas da SUDENE-DSG

Imagem Geocover com resolução espacial de 15 metros – Composição das imagens ETM plus, bandas 7(R)4(G)2(B) combinadas com a banda 8 (pancromática) do Landsat 7.

Imagens ETM plus do Landsat 7, ortorretificadas: bandas 1, 2, 3, 4, 5, 7, com resolução espacial de 30 metros; banda 8 (pancromática) com resolução de 15 metros. Banda 6 (termal) com resolução de 60 metros.

Modelo digital de elevação com resolução espacial de 90 m – Dados topográficos levantados pela NASA durante a Missão Topográfica do Radar Shuttle (SRTM).

Geologia (arquivos shapefile), escala 1:1.000.000

Mapa de solos (arquivos shapefiles) escala 1:600.000

Mapa Político do Estado do Ceará - 1: 500.000 (1994) - Todo o Estado do Ceará – IPLANCE

DIRETORIA DO SERVIÇO GEOGRÁFICO (DSG). Carta topográfica, escala 1:100.000. Folha SB.24-Y-B-VI, Cedro. Ministério do Exército, Diretona do Serviço Geográfico (Convênio com a SUDENE) 1978.

SUDENE. 1982. Carta topográfica, escala 1:100.000. Folha SB-24-Z-A-IV, Cajazeiras (terceira impressão). Superintendência do Desenvolvimento do Nordeste (SUDENE). Departamento de Recursos Naturais. Divisão de Cartografia.

ANEXO 1

Cadastro preliminar dos poços tubulares da área de estudo

CADASTRO PRELIMINAR DOS POÇOS TUBULARES DA ÁREA DE ESTUDO - BACIAS SEDIMENTARES DE LAVRAS DA MANGABEIRA

Nº de ORDEM	MUNICÍPIO	PROPRIETÁRIO	LOCALIZAÇÃO	LONG/W	LAT/S	PROF. (m)	N.E. (m)	N.D. (m)	Q (m³/h)	SIT. ATUAL
1	LAVRAS DA MANGABEIRA	AABB	AABB	504134	9254204	66,00			3,50	EM USO
2	LAVRAS DA MANGABEIRA	ANTONIO ALVES MAIA	SITIO ANGICO	487539	9246709	60,00				NÃO INSTALADO
3	LAVRAS DA MANGABEIRA	ANTONIO PINHEIRO PEDROS	MELANCIA	501512	9248625	60,00			0,20	
4	LAVRAS DA MANGABEIRA	BANCO DO BRASIL	BANCO DO BRASIL	503906	9253360	65,00				DESATIVADO
5	LAVRAS DA MANGABEIRA	BERNARDO J. DA FONSECA	BOTIJA	508583	9265298	80,00			0,20	
6	LAVRAS DA MANGABEIRA	BNB	BNB CLUB	504750	9253336					DESATIVADO
7	LAVRAS DA MANGABEIRA	CAGECE	BARRA DA PENDENCIA	516250	9263850	70,00				
8	LAVRAS DA MANGABEIRA	CAGECE	SEDE (RIACHO DO MEIO)	501115	9257349	55,00				ABANDONADO
9	LAVRAS DA MANGABEIRA	CAGECE	SITIO BARRO	504206	9253256	70,00	1,40	50,62	0,36	
10	LAVRAS DA MANGABEIRA	CAGECE	SITIO RECREIO	504270	9253540	60,00	2,70	37,00	1,01	
11	LAVRAS DA MANGABEIRA	CAGECE	VARGEM DO SACO	504500	9253350	33,00				
12	LAVRAS DA MANGABEIRA	DNOCS	SITIO POCO	502597	9251419					NÃO INSTALADO
13	LAVRAS DA MANGABEIRA	FCO. IRAMAR BATISTA	SITIO MANICOBA	494425	9259316	72,00			3,80	NÃO INSTALADO
14	LAVRAS DA MANGABEIRA	FRANCISCO DE ASSIS L.	PITOMBEIRAS	504161	9260450	80,00			0,20	
15	LAVRAS DA MANGABEIRA	GOVERNO DO ESTADO	DISTRITO IBOREPI	502670	9244105	65,00				ABANDONADO
16	LAVRAS DA MANGABEIRA	GOVERNO DO ESTADO	DISTRITO IBOREPI	502686	9244098	70,00				ABANDONADO
17	LAVRAS DA MANGABEIRA	GOVERNO DO ESTADO	SITIO BARRO BRANCO	498827	9250516	60,00			10,50	EM USO
18	LAVRAS DA MANGABEIRA	GOVERNO DO ESTADO	SITIO CALABACO	498650	9248351	70,00	4,00	24,00	1,85	EM USO
19	LAVRAS DA MANGABEIRA	GOVERNO DO ESTADO	SITIO MULUNGU	500963	9248115	50,00	12,90	27,00	1,90	EM USO
20	LAVRAS DA MANGABEIRA	GOVERNO DO ESTADO	SITIO VARZEA DO SACO	502799	9251170	100,00				NÃO INSTALADO
21	LAVRAS DA MANGABEIRA	GOVERNO DO ESTADO	SITIO VARZEA DO SACO	502905	9251318	56,00				NÃO INSTALADO
22	LAVRAS DA MANGABEIRA	GOVERNO DO ESTADO	SITIO VOLTA (DUETE)	505715	9254038	45,00	7,80	22,80	3,00	EM USO
23	LAVRAS DA MANGABEIRA	IRINEU JOSE DE JESUS	BOQUEIRAO	506686	9256654	60,00	6,00	35,91	3,27	
24	LAVRAS DA MANGABEIRA	JOAO BOSCO DE OLIVEIRA	POSTO ATLANTIC	502425	9253481	60,00				EM USO
25	LAVRAS DA MANGABEIRA	JOAO FERREIRA DA SILVA	CORREIA	510859	9259972	60,00	4,33	37,99	3,13	
26	LAVRAS DA MANGABEIRA	JOAQUIM LOBO	SITIO ALAZAO - 02	512584	9259957	66,00				DESATIVADO
27	LAVRAS DA MANGABEIRA	JOSE COLARES	SITIO VOLTA	507873	9254478					DESATIVADO
28	LAVRAS DA MANGABEIRA	JOSE COLARES	SITIO VOLTA-02	507960	9254757					NÃO INSTALADO
29	LAVRAS DA MANGABEIRA	JOSE DE SOUZA LIMA	SITIO MANICOBA	494718	9259387	88,00				ABANDONADO
30	LAVRAS DA MANGABEIRA	JOSE M. DE ALMEIDA SOUZA	CHACARA	504137	9254225	72,00				EM USO
31	LAVRAS DA MANGABEIRA	JOSE PEREIRA DE SOUZA	SITIO LOGRADOURO	502177	9250367	62,00			6,80	EM USO
32	LAVRAS DA MANGABEIRA	JOSE PEREIRA DE SOUZA	SITIO LOGRADOURO	502195	9250544	60,00			3,80	EM USO
33	LAVRAS DA MANGABEIRA	JOSE PEREIRA FILGUEIRAS	VARAS	489986	9245579	80,00	14,98	55,29	1,26	
34	LAVRAS DA MANGABEIRA	LUIS FERREIRA CAVALCANTE	CAJAZEIRA DOS ROBERTOS	513492	9251940	60,00			0,20	
35	LAVRAS DA MANGABEIRA	LUIS VIEIRA CAVALCANTE	CALABACO	478696	9243512	60,00	14,40	25,58	5,12	
36	LAVRAS DA MANGABEIRA	PREFEITURA MUNICIPAL	AMANIUTUBA	512541	9262160					EM USO
37	LAVRAS DA MANGABEIRA	PREFEITURA MUNICIPAL	AMANIUTUBA	512769	9262156	6,00				EM USO
38	LAVRAS DA MANGABEIRA	PREFEITURA MUNICIPAL	AMANIUTUBA	512529	9261697	60,00				DESATIVADO
39	LAVRAS DA MANGABEIRA	PREFEITURA MUNICIPAL	BARRA DA PENDENCIA	507967	9268350					DESATIVADO
40	LAVRAS DA MANGABEIRA	PREFEITURA MUNICIPAL	BARRA DA PENDENCIA	508204	9268064					DESATIVADO
41	LAVRAS DA MANGABEIRA	PREFEITURA MUNICIPAL	CADEIA (QUITAIUS)	489814	9239925					ABANDONADO
42	LAVRAS DA MANGABEIRA	PREFEITURA MUNICIPAL	COANDU - 02	513042	9253425	41,00				NÃO INSTALADO
43	LAVRAS DA MANGABEIRA	PREFEITURA MUNICIPAL	COANDU-01	512654	9253036	73,00				ABANDONADO
44	LAVRAS DA MANGABEIRA	PREFEITURA MUNICIPAL	COLEGIO AGRICOLA	500598	9253669					ABANDONADO
45	LAVRAS DA MANGABEIRA	PREFEITURA MUNICIPAL	COLEGIO AGRICOLA	501114	9253195	60,00				ABANDONADO
46	LAVRAS DA MANGABEIRA	PREFEITURA MUNICIPAL	COLEGIO AGRICOLA	501177	9253399	60,00				ABANDONADO
47	LAVRAS DA MANGABEIRA	PREFEITURA MUNICIPAL	COLEGIO ALDA FERRER	502973	9253528	72,00				ABANDONADO
48	LAVRAS DA MANGABEIRA	PREFEITURA MUNICIPAL	DISTRITO ARROJADO	498078	9263727	60,00				ABANDONADO
49	LAVRAS DA MANGABEIRA	PREFEITURA MUNICIPAL	DISTRITO ARROJADO	498153	9263694	8,00				EM USO
50	LAVRAS DA MANGABEIRA	PREFEITURA MUNICIPAL	DISTRITO ARROJADO	498690	9263059	80,00				NÃO INSTALADO

CADASTRO PRELIMINAR DOS POÇOS TUBULARES DA ÁREA DE ESTUDO - BACIAS SEDIMENTARES DE LAVRAS DA MANGABEIRA

Nº de ORDEM	MUNICÍPIO	PROPRIETÁRIO	LOCALIZAÇÃO	LONG/W	LAT/S	PROF. (m)	N.E. (m)	N.D. (m)	Q (m³/h)	SIT. ATUAL
51	LAVRAS DA MANGABEIRA	PREFEITURA MUNICIPAL	DISTRITO QUITAIUS	490202	9239935					EM USO
52	LAVRAS DA MANGABEIRA	PREFEITURA MUNICIPAL	DISTRITO QUITAIUS	489937	9240415	60,00				DESATIVADO
53	LAVRAS DA MANGABEIRA	PREFEITURA MUNICIPAL	MATADOURO	504113	9254534	60,00				EM USO
54	LAVRAS DA MANGABEIRA	PREFEITURA MUNICIPAL	RADIO SALGADO (SEDE)	503467	9253022	60,00				ABANDONADO
55	LAVRAS DA MANGABEIRA	PREFEITURA MUNICIPAL	SEDE	503177	9253400					NÃO INSTALADO
56	LAVRAS DA MANGABEIRA	PREFEITURA MUNICIPAL	SEDE (VILA ALEMRIO)	504455	9252296	70,00				ABANDONADO
57	LAVRAS DA MANGABEIRA	PREFEITURA MUNICIPAL	SITIO ALAZAO	513008	9260240	80,00			0,20	DESATIVADO
58	LAVRAS DA MANGABEIRA	PREFEITURA MUNICIPAL	SITIO BARRO	514754	9255656	82,00				DESATIVADO
59	LAVRAS DA MANGABEIRA	PREFEITURA MUNICIPAL	SITIO BRANDAO	512645	9255423	64,00				NÃO INSTALADO
60	LAVRAS DA MANGABEIRA	PREFEITURA MUNICIPAL	SITIO CACIMBA	490383	9258078	45,00			1,38	EM USO
61	LAVRAS DA MANGABEIRA	PREFEITURA MUNICIPAL	SITIO CAIXA D'AGUA	487840	9244746					DESATIVADO
62	LAVRAS DA MANGABEIRA	PREFEITURA MUNICIPAL	SITIO CARNAUBA	518379	9250062					DESATIVADO
63	LAVRAS DA MANGABEIRA	PREFEITURA MUNICIPAL	SITIO CORREIA DE BAIXO	511265	9261720					DESATIVADO
64	LAVRAS DA MANGABEIRA	PREFEITURA MUNICIPAL	SITIO EMA	481933	9243643					ABANDONADO
65	LAVRAS DA MANGABEIRA	PREFEITURA MUNICIPAL	SITIO ESPRAIADO	500597	9254174	60,00				ABANDONADO
66	LAVRAS DA MANGABEIRA	PREFEITURA MUNICIPAL	SITIO EXU	507743	9263914	60,00				DESATIVADO
67	LAVRAS DA MANGABEIRA	PREFEITURA MUNICIPAL	SITIO IRAPUA	495544	9259530	60,00			4,05	EM USO
68	LAVRAS DA MANGABEIRA	PREFEITURA MUNICIPAL	SITIO LIVRAMENTO	508913	9266336	50,00			0,20	EM USO
69	LAVRAS DA MANGABEIRA	PREFEITURA MUNICIPAL	SITIO MASSAPE	491661	9258077				7,00	EM USO
70	LAVRAS DA MANGABEIRA	PREFEITURA MUNICIPAL	SITIO OITEIRO	503014	9251901					ABANDONADO
71	LAVRAS DA MANGABEIRA	PREFEITURA MUNICIPAL	SITIO OITIS	487970	9246858					ABANDONADO
72	LAVRAS DA MANGABEIRA	PREFEITURA MUNICIPAL	SITIO PATIO	492037	9258392	60,00			4,40	EM USO
73	LAVRAS DA MANGABEIRA	PREFEITURA MUNICIPAL	SITIO PATOS - I	503482	9262549	60,00			10,00	EM USO
74	LAVRAS DA MANGABEIRA	PREFEITURA MUNICIPAL	SITIO PATOS - II	505040	9262903	60,00			7,00	DESATIVADO
75	LAVRAS DA MANGABEIRA	PREFEITURA MUNICIPAL	SITIO PENDENCIA	516080	9263981	54,00			3,60	EM USO
76	LAVRAS DA MANGABEIRA	PREFEITURA MUNICIPAL	SITIO SANTA CATARINA	494518	9252204	48,00	17,00	33,00	0,54	EM USO
77	LAVRAS DA MANGABEIRA	PREFEITURA MUNICIPAL	SITIO SAO FRANCISCO	491476	9239277					ABANDONADO
78	LAVRAS DA MANGABEIRA	PREFEITURA MUNICIPAL	SITIO TACUARI	486458	9250297	60,00				DESATIVADO
79	LAVRAS DA MANGABEIRA	PREFEITURA MUNICIPAL	SITIO VARZEA COMPRIDA	503289	9246639	48,00	4,00	27,00	0,27	EM USO
80	LAVRAS DA MANGABEIRA	SOHIDRA	ARROJADO	498635	9263162	40,00				
81	LAVRAS DA MANGABEIRA	SOHIDRA	JUAZEIRINHO/PITOMBEIRA	504261	9260746	80,00				
82	LAVRAS DA MANGABEIRA	SOHIDRA	MOCOTÓ	496029	9260454	60,00				
83	LAVRAS DA MANGABEIRA	SOHIDRA	SÍTIO CERCA	488035	9257278	52,00				
84	LAVRAS DA MANGABEIRA	SOHIDRA	TABULEIRO ALEGRE	491657	9246684	64,00				
85	LAVRAS DA MANGABEIRA	SUDENE	DISTRITO MANGABEIRA	486613	9252806	86,00				EM USO
86	LAVRAS DA MANGABEIRA	SUDENE	DISTRITO MANGABEIRA	486932	9251542					NÃO INSTALADO
87	LAVRAS DA MANGABEIRA		ALTO	504150	9253350	45,00	2,00	24,40	1,33	
88	LAVRAS DA MANGABEIRA		AMANIUTUBA	502087	9253025	53,00	2,00	32,00	1,30	
89	LAVRAS DA MANGABEIRA		AMANIUTUBA	501990	9261673	60,00	3,30	49,00	0,31	
90	LAVRAS DA MANGABEIRA		ARROJADO	504220	9253240	72,00	5,20	51,30	0,20	
91	LAVRAS DA MANGABEIRA		ARROJADO	504240	9253225	50,00	8,00	39,00	4,20	
92	LAVRAS DA MANGABEIRA		CERAMICA OURO BRANCO	513109	9260056	66,00	1,20	64,00	0,94	
93	LAVRAS DA MANGABEIRA		CRECHE S. FERREIRA	504225	9253245	60,00	4,50	46,00	1,40	
94	LAVRAS DA MANGABEIRA		EXU (IBOREPI)	502950	9242800	60,00	1,80	45,50	1,30	
95	LAVRAS DA MANGABEIRA		FAZENDA ARAPUA	489890	9240210	60,00	5,30	42,00	3,96	
96	LAVRAS DA MANGABEIRA		FAZENDA IRACEMA	514300	9250050	26,50	8,00	12,00	5,00	
97	LAVRAS DA MANGABEIRA		FAZENDA SAO FCO.	489860	9240290	78,00				0,34
98	LAVRAS DA MANGABEIRA		GINASIO (AMANIUTUBA)	501995	9252964	60,00	10,50	24,95	0,07	
99	LAVRAS DA MANGABEIRA		IBOREPI	502850	9242900	60,00	5,15	40,50	2,64	
100	LAVRAS DA MANGABEIRA		IBOREPI	502750	9243700	45,00	9,00	38,00	0,80	

CADASTRO PRELIMINAR DOS POÇOS TUBULARES DA ÁREA DE ESTUDO - BACIAS SEDIMENTARES DE LAVRAS DA MANGABEIRA

Nº de ORDEM	MUNICÍPIO	PROPRIETÁRIO	LOCALIZAÇÃO	LONG/W	LAT/S	PROF. (m)	N.E. (m)	N.D. (m)	Q (m³/h)	SIT. ATUAL
101	LAVRAS DA MANGABEIRA		MANGABEIRA	486350	9252900	12,00				
102	LAVRAS DA MANGABEIRA		POV. CORREA (QUITAIUS)	489805	9240215	53,00	3,00	45,50	0,11	
103	LAVRAS DA MANGABEIRA		PUBLICO LAVRAS	504280	9253460	60,00	8,00	8,00	8,00	
104	LAVRAS DA MANGABEIRA		QUITAIUS	489700	9240100	60,00	3,70	32,00	3,77	
105	LAVRAS DA MANGABEIRA		QUITAIUS	489810	9240220	59,50	2,50	49,00	0,57	
106	LAVRAS DA MANGABEIRA		QUITAIUS	489795	9240244	100,00	7,00	80,00	1,40	
107	LAVRAS DA MANGABEIRA		SANTA CATARINA	495365	9253382	60,00	8,00	33,00	0,85	EM USO
108	LAVRAS DA MANGABEIRA		SEDE	504220	9253215	80,00				
109	LAVRAS DA MANGABEIRA		SEDE	504202	9253252	60,00	6,00	20,00	8,00	
110	LAVRAS DA MANGABEIRA		SEDE	504205	9253170	60,20	3,80	5,40	4,60	
111	LAVRAS DA MANGABEIRA		SEDE - R. SANTA LUZIA	504180	9253235	59,50				
112	LAVRAS DA MANGABEIRA		SEDE (COMD. ITAQUARY)	513048	9260025	60,00	4,50	45,00	1,70	
113	LAVRAS DA MANGABEIRA		SEDE (RIACHO DO MEIO)	501102	9257340	106,00				ABANDONADO
114	LAVRAS DA MANGABEIRA		SEDE (RIACHO DO MEIO)	501102	9257352	74,00	3,00	30,55	14,40	
115	LAVRAS DA MANGABEIRA		SEDE (RIACHO DO MEIO)	501105	9257355	50,00	3,50	30,00	5,78	
116	LAVRAS DA MANGABEIRA		SEDE (SITIO OITEIRO)	502900	9252000		6,70	7,83	40,00	
117	LAVRAS DA MANGABEIRA		SITIO BARRA	513130	9260066	12,00	2,48	3,63	25,90	
118	LAVRAS DA MANGABEIRA		SITIO BETANIA	489700	9240300	72,30				
119	LAVRAS DA MANGABEIRA		SITIO BOQUEIRAO (SEDE)	506500	9256500	50,00	10,50	16,00	2,50	
120	LAVRAS DA MANGABEIRA		SITIO BOQUEIRAO (SEDE)	506300	9256650	50,00	4,00	18,00	0,05	
121	LAVRAS DA MANGABEIRA		SITIO GENIPAPO	513110	9260050	72,00	4,00	60,00	0,26	
122	LAVRAS DA MANGABEIRA		TAPERA QUITALUS	504210	9253260	60,00				ABANDONADO
123	LAVRAS DA MANGABEIRA		TRANS.RAD.SALG. (QUITAIUS)	489750	9240250	59,90	11,20	48,00	0,41	
124	LAVRAS DA MANGABEIRA		VILA ALEM RIO II	489500	9240150	60,10	6,80	49,00	0,77	