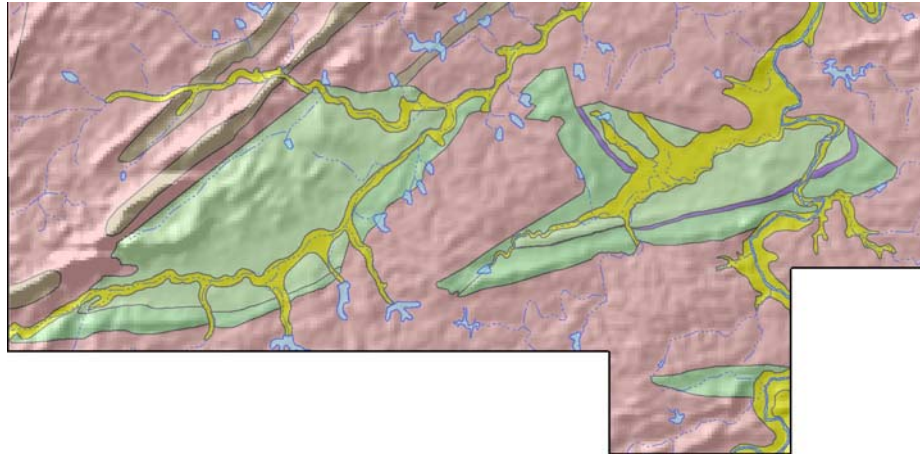




Rede Cooperativa de Pesquisa

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



HIDROGEOLOGIA DA BACIA SEDIMENTAR DE LAVRAS DA MANGABEIRA

Meta B

Caracterização Geológica e Geométrica dos Aquíferos

Outubro / 2007

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 B

Caracterização Geológica e Geométrica dos Aquíferos

Execução:

**Serviço Geológico do Brasil - CPRM
Universidade Federal do Ceará - UFC**

Outubro / 2007

REDE COOPERATIVA DE PESQUISA

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

Coordenação:

Período 2004/2005 – Dr. *Waldir Duarte Costa*

Período 2006/2007 – MSc. *Fernando A. C. Feitosa*

Instituições Participantes:

Serviço Geológico do Brasil – CPRM

Coordenação: MSc. *Fernando A. C. Feitosa*

MSc. *Jaime Quintas dos Santos Colares*

Universidade Federal da Bahia – UFBA

Coordenadora: Dra. Joana Angélica Guimarães da Luz

Universidade Federal de Campina Grande – UFCG

Coordenador: Dr. Vajapeyam Srirangachar Srinivasan

Universidade Federal do Ceará – UFC

Coordenadora: Dra. Maria Marlúcia Freitas Santiago

Universidade Federal de Pernambuco – UFPE

Coordenador: Dr. José Geilson Alves Demetrio

Universidade Federal do Rio Grande do Norte – UFRN

Coordenador: Dr. José Geraldo de Melo

Bacia Sedimentar do Araripe

Hidrogeologia da Bacia Sedimentar de Lavras da Mangabeira

Meta A – Relatório Diagnóstico do Estado da Arte

1 AUTORIA:

CPRM

MSc. Liano Silva Veríssimo

MSc. Robério Boto de Aguiar

Meta B – Caracterização Geológica e Geométrica dos Aquíferos

1. AUTORIA:

CPRM

MSc. Jaime Quintas dos Santos Colares

MSc. Sara Maria Pinotti Benvenuti

Francisco Edson Mendonça Gomes

Felissimo Melo

UFC:

Dr. David Lopes de Castro - LGPSR

Dr. Raimundo Mariano Gomes Castelo Branco - LGPSR

Dr. Enéas Lousada – LGPSR

Meta C – Caracterização Hidrogeológica dos Aquíferos

1. AUTORIA:

CPRM:

MSc. Robério Boto de Aguiar

MSc. Liano Silva Veríssimo

UFC:

Dr. Itabaraci Nazareno Cavalcante - Dept. de Geologia

2. CONSULTORIA:

Dr. João Manoel Filho

3. COLABORADORES:

CPRM:

Francisco Alves Pessoa

Armando Arruda Câmara Filho

Jorge de Vasconcelos Oliveira

Julimar de Araújo

Carlos Alberto Ramos

Meta D – Caracterização Hidroquímica e de Vulnerabilidade

1 AUTORIAS:

CPRM:

MSc. Liano Silva Veríssimo

UFC:

Dra. Maria Marlúcia Freitas Santiago - Dept. de Física

Dra. Carla Maria S. Vidal Silva - Dept. de Física

Dr. Horst Frischkorn - Dept. de Engenharia Hidráulica e Ambiental

Dr. Josué Mendes Filho - Dept. de Física

2 COLABORADORES:

CPRM:

Francisco Alves Pessoa

UFC:

Dr. Itabaraci Nazareno Cavalcante - Dept. de Geologia

Nirlando de Oliveira Viana - Mestrando Dept. de Geologia

Cláudio César de Aguiar Cajazeiras - Mestrando Dept. de Geologia

Érika Grasielli C. Peixoto - Aluno de Iniciação Científica do Dept. de Geologia

Michel Lopes Granjeiro - Mestrando Dept. de Física

Roberto Namor Silva Santiago - Aluno de Iniciação Científica Dept. de Física

Meta E – Suporte ao Planejamento e a Gestão das Águas Subterrâneas

1 AUTORIA:

UFC:

Dr. Itabaraci Nazareno Cavalcante - Dept. de Geologia

Meta F – Estruturação e Alimentação da Base de Dados em SIG

1 COORDENAÇÃO:

CPRM:

Francisco Edson Mendonça Gomes

2 COLABORADORES:

CPRM:

Eriveldo da Silva Mendonça

Érika Gomes de Brito

Vicente Calixto Duarte Neto

Antônio Celso Rodrigues de Melo

MSc. Robério Boto de Aguiar

MSc. Liano Silva Veríssimo

HIDROGEOLOGIA DA BACIA SEDIMENTAR DE LAVRAS DA MANGABEIRA

Meta B Caracterização Geológica e Geométrica dos Aquíferos

SUMÁRIO

META B 1 - REVISÃO GEOLÓGICA	1
1. CARACTERIZAÇÃO GEOLÓGICA	1
2. TRABALHOS ANTERIORES	1
3. LITOESTRATIGRAFIA	3
3.1 Complexo do Embasamento	3
3.2 Grupo Lavras da Mangabeira	3
3.3. Formação Serrote do Limoeiro	7
3.4 Basalto de Lavras da Mangabeira	8
3.5 Formação Iborepi	9
3.6 Sedimentos Cenozóicos Indivisos	10
4. ARCABOUÇO ESTRUTURAL	10
5. EVOLUÇÃO TECTONO-SEDIMENTAR	12
META B 2 - GEOFÍSICA	13
META B 2.1 – ELETORRESISTIVIDADE	13
1. INTRODUÇÃO	13
1.1. Localização e Acesso	13
2. ANTECEDENTES	15
Geologia	15
Geofísica	15
Poços Profundos	16
3. SERVIÇOS REALIZADOS	18
3.1. Geofísica – Eletorresistividade	18
3.1.1. Equações Básicas do Método Elétrico	19
3.1.2. Aquisição dos Dados Elétricos	22
4. DISCUSSÃO DAS MEDIÇÕES ELÉTRICAS	23
4.1. Sondagens Elétricas	25
4.1.1. Eleição da Linha AB para os Perfis de Resistividade	27
4.2. Perfis de Resistividade	27
4.2.1. Perfil AB	28

4.2.2. Perfil CD	28
4.2.3. Perfil EF	29
4.2.4. Perfil GH	29
4.3. Mapa de Resistividades Aparentes para AB 200 m	29
5. INTERPRETAÇÃO GEOLÓGICA	30
5.1. Bacia Riacho do Rosário	31
5.2. Bacia Riacho do Meio	33
6. CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES	34
ANEXOS	
01 - Sondagem Elétrica Vertical (Fichas de Campo e Curvas de Resistividade)	36
02 - Perfis de Resistividade (Fichas de Campo e Perfis Elétricos)	41
03 - Mapa Geológico com Localização das SEV's e Perfis de Resistividade	51
04 - Mapa de Resistividades Aparentes – Linha AB de 200 metros	57
05 - Pranchas de Fotografias	59
META B 2.2 – GRAVIMETRIA	62
1. INTRODUÇÃO	62
2. POSICIONAMENTO PLANI-ALTIMÉTRICO	63
2.1. Estações Plani-altimétricas Complementares	63
2.2. Estações Plani-altimétricas da bacia Lavras da Mangabeira	63
3. ESTAÇÕES GRAVIMÉTRICAS BASE	64
4. ESTABELECIMENTO DE ESTAÇÕES GRAVIMÉTRICAS	64
4.1. Cálculo da Anomalia Bouguer	67
A. Fator de Escala do Instrumento	67
B. Correção de Maré	67
C. Correção de Altitude	67
D. Correção da Deriva Instrumental	67
E. Gravidade Absoluta	68
F. Correção de Latitude	68
G. Anomalia Ar-Livre	68
H. Anomalia Bouguer	68
I. Anomalia Bouguer Completa	68
J. Correção de Terreno	68
4.2. Mapa de Anomalias Bouguer	69
4.3. Mapa de Anomalias Regionais	70
4.4. Mapa de Anomalias Residuais	71
4.5. Modelagem Gravimétrica	71
4.5.1. Modelagem 3-D	71
4.5.2. Modelagem 2-D	73

5. CONCLUSÕES	75
BIBLIOGRAFIA	76
ANEXOS	
I - Levantamento Plani-Altimétrico	78
II - Levantamento Gravimétrico	113
III - Reduções dos Dados Gravimétricos	123

LISTA DE FIGURAS

META B 1 – REVISÃO GEOLÓGICA

Figura 1. Mapa de localização das bacias sedimentares do interior do Nordeste do Brasil, com relação ao arcabouço estrutural regional.	4
Figura 2. Quadro estratigráfico das bacias sedimentares de Lavras da Mangabeira, no estado do Ceará.	5
Figura 3. Mapa geológico da bacias sedimentar de Lavras da Mangabeira	10

META B 2 – GEOFÍSICA

Figura 1.1 – Mapa do Estado do Ceará com a localização da área de pesquisa e imagem de satélite com o contorno das duas bacias sedimentares (Riacho do Meio e Riacho do Rosário) sobrepostos.	14
Figura 2.1 – Quadro estratigráfico das bacias sedimentares de Lavras da Mangabeira	15
Figura 2.2 – Perfis litológicos dos poços profundos localizados na área de pesquisa.	17
Figura 3.1 – Representação simplificada das técnicas referentes ao método da Eletrorresistividade.	19
Figura 3.2 – Relação entre o fluxo de corrente elétrica e superfícies equipotenciais a partir de uma fonte pontual	21
Figura 3.3 – Figuras ilustrativas para o arranjo <i>Schlumberger</i> , adotado neste trabalho e a relação entre as linhas de corrente e as superfícies equipotenciais. A e B representam os eletrodos de injeção de corrente elétrica; M e N representam os eletrodos de medida da diferença de potencial. Notar que um conjunto “eletrorresistivímetro” fica caracterizado por um amperímetro (A) e por um voltímetro (V).	21
Figura 3.4 – Mapa simplificado da área exibindo o posicionamento dos Perfis de Resistividade e das SEV’s.	22
Figura 4.1 – Localização das SEV’s realizadas nas Bacias de Lavras da Mangabeira (Bacia do Riacho do Meio – SEV 01, e Bacia Riacho do Rosário – SEV 02)	25
Figura 4.2 – Curvas de resistividade elétrica das SEV’s 1 e 2, com as respectivas interpretações qualitativas.	26
Figura 4.4 – Gráfico dos Perfis de Resistividades AB, CD, EF e GH.	29
Figura 5.1 – Perfil de Resistividade AB e uma possível seção geológica esquemática.	31

Figura 5.2 – Perfil de Resistividade CD e uma possível seção geológica esquemática.	32
Figura 5.3 – Perfil de Resistividade EF e uma possível seção geológica esquemática.	33
Figura 5.4 – Perfil de Resistividade GH e uma possível seção geológica esquemática.	34

META B 2.2 – GRAVIMETRIA

Fig. 1. Localização do município e das Bacias Sedimentares de Lavras da Mangabeira no sul do estado do Ceará.	62
Fig. 2. Estabelecimento de estação gravimétrica e plani-altimétrica na bacia Lavras da Mangabeira.	64
Fig. 3. Mapa de localização das estações gravimétricas e plani-altimétricas da bacia Lavras da Mangabeira, bem como das Referências de Nível complementares para o levantamento gravimétrico e posicionamento plani-altimétrico.	65
Fig. 4. Estações-base do levantamento gravimétrico: (A) Mastro do Relógio (Icó); (B) Estação ferroviária de Lavras da Mangabeira; e (C) Igreja Matriz de Mangabeira.	66
Fig. 5. Esboços esquemáticos das estações base do levantamento gravimétrico em Lavras da Mangabeira (RN491N) e Mangabeira (RN1890A).	66
Fig. 6. Modelo digital de terreno obtido com os dados do SRTM e utilizado para o cálculo da correção de terreno. As altitudes estão referenciadas ao geóide WGS84 EGM96.	69
Fig. 7. Mapa de anomalias Bouguer da bacia Lavras da Mangabeira.	70
Fig. 8. Mapa de anomalias regionais da bacia Lavras da Mangabeira.	70
Fig. 9. Mapa de anomalias residuais da bacia Lavras da Mangabeira, com a localização dos perfis gravimétricos L1N e L2E utilizados na modelagem gravimétrica 2-D	71
Fig. 10. Arquitetura interna da bacia Lavras da Mangabeira com as profundidades do topo do embasamento em quilômetros e localização das SEV's que permitiram parametrizar a escolha do contraste de densidade para a modelagem 3-D.	73
Fig. 11. Modelagem 2-D dos perfis gravimétricos L1N e L2E da bacia Lavras da Mangabeira, cujas localizações estão dispostas na Fig. 8. As escalas vertical e horizontal dos dois perfis são iguais.	74

LISTA DE TABELAS

META B 2 - GEOFÍSICA

Tabela 1.1 - Coordenadas Geográficas dos vértices limítrofes da área de interesse deste estudo.	14
Tabela 2.1 – Coordenadas e algumas características dos poços profundos analisados.	16
Tabela 3.1 – Características gerais dos Perfis de Resistividade.	23

META B 2.2 – GRAVIMETRIA

Tab. 1. Referências de Nível complementares para posicionamento plani-altimétrico na bacia de Lavras da Mangabeira 63

Tab. 2. Profundidades do topo do embasamento da bacia Lavras da Mangabeira com base na inversão de dados de Sondagens Elétricas Verticais (SEV's). 72

SIGLAS E ABREVEATURAS

ARCMAP	ArcMap é um componente do ESRI's ArcGIS (Geographical Information System)
CAGECE	Companhia de Água e Esgoto do Ceará
CE	Caminhamento Elétrico
CPRM	Serviço Geológico do Brasil
CTHIDRO	Fundo Setorial de Recursos Hídricos
DGPS	GPS Diferencial ProMark2,
FINEP	Financiadora de Estudos e Projetos
GPS	Sistema de Posicionamento Global
IBGE	Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
LGPSR	Laboratório de Geofísica de Prospecção e Sensoriamento Remoto
MDT	Modelos Digitais de Terreno
PERF	Perfilagem Elétrica
RADAM-BRASIL	Projeto de levantamento do relevo brasileiro, com base em imagens de radar
REGRAV	Aplicativo da Divisão de Pesquisas e Análises (DEGED/IBGE)
RGFB	Rede Gravimétrica Fundamental Brasileira
RRNN	Referências de Nível
SEDGRAV	Aplicativo da Divisão de Pesquisas e Análises (DEGED/IBGE)
SEV	Sondagem Elétrica Vertical
SRTM	Shuttle Radar Topographil Mission

META B – CARACTERIZAÇÃO GEOLÓGICA E GEOMÉTRICA DOS AQUÍFEROS

Meta B 1 - Revisão Geológica

Autores: MSc. Sara Maria Pinotti Benvenuti; Felissimo Melo; Francisco Edson Mendonça Gomes; MSc. Jaime Quintas dos Santos Colares - CPRM

1. Caracterização geológica

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.

Existem poucos trabalhos concernentes a estudos geológicos no âmbito desta bacia sedimentar, fundamentalmente pela pouca expressividade em área, pelas reduzidas espessuras dos pacotes sedimentares, pela baixa vocação mineral e de recursos hídricos subterrâneas. Em geral os estudos são de caráter regional, enfocando os terrenos cristalinos, sendo, no entanto, o mais expressivo o realizado por Ponte, Dino, Arai e Silva-Telles Jr. (1990), abordando o contexto litoestratigráfico e estrutural das bacias sedimentares de Lavras da Mangabeira, desenvolvido para a PETROBRAS com 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. 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), SCHOBENHAUSS *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;

SCHOBENHAUSS *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 SCHOBENHAUSS *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 berriásiana 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 Quixóá). 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 1 podemos ver a localização das bacias sedimentares do interior do Nordeste do Brasil, com relação ao arcabouço estrutural regional.

3. 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) (Anexo 1). 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 2.

3.1 -Complexo do Embasamento

O embasamento da bacia sedimentar de Lavras da Mangabeira mapeado por CAMPOS *et al.* (1979), tem provável idade arqueana, composto de ortognaisses tonalito-granodioritos, micaxistos e filitos com intercalações de quartizito, metacarbonatos, metaultramáficas, serpentinitos, talcxisto e anfibolitos.

3.2 - 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.

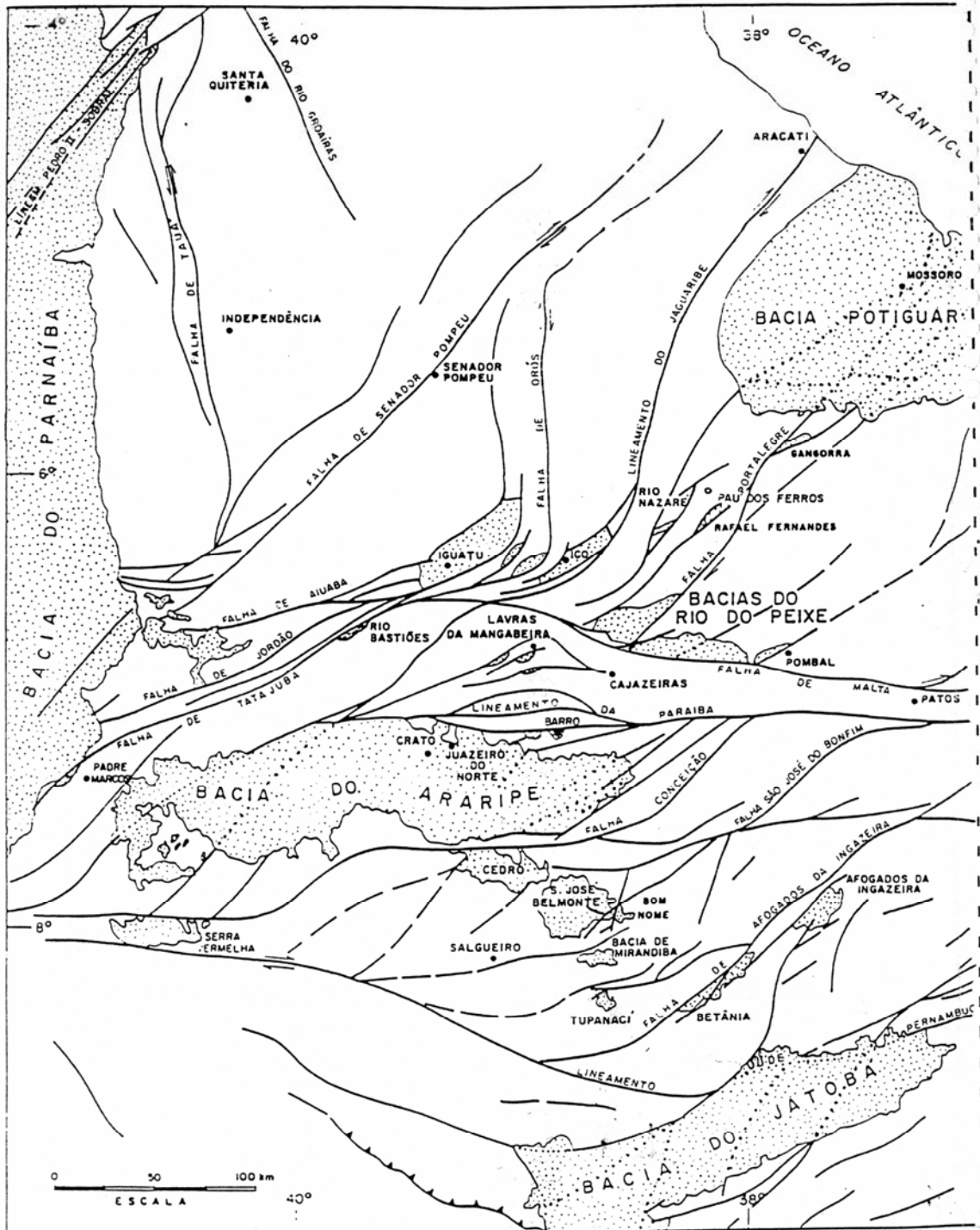


Figura 1. Mapa de localização das bacias sedimentares do interior do Nordeste do Brasil, com relação ao arcabouço estrutural regional. (Adaptado do Mapa geológico do Brasil, DNPM, 1981 in. PONTE et al. 1990)

Litoestratigrafia		Sistemas Depositionais	Descrições Litológicas	Espessura (m)	Cronoestratigrafia
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 quartzito e mármore; gnaisses.		Eo-Proterozóico

Figura 2. Quadro estratigráfico das bacias sedimentares de Lavras da Mangabeira, no estado do Ceará. (Fonte: PONTE *et al.* 1990 – modificado)

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 fluvial, 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 sub-bacias sedimentares que formam a bacia de Lavras da Mangabeira: a sub-bacia do Riacho do

Meio, a sub-bacia do Riacho do Rosário e a sub-bacia 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 c 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.

3.3 - 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 freqüentes nos bancos de arenitos de granulação média.

Intercalam-se arenitos muito finos, siltitos e argilitos de coloração vermelha e

também leitos 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 sub-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.

3.4 - 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 (foto 1). 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.

3.5 - 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 sub-bacia 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 (foto 2 e foto 3). Localmente, níveis de conglomerados, com seixos rolados de quartzo intercalam-se nos arenitos (foto 4 e foto 5). 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

Riacho do Rosário, (2) sub-bacia do Riacho do Meio e (3) sub-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 sub-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 sub-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 sub-bacia de Iborepi.

5. Evolução Tectono-sedimentar

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 transcorrentes), 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 sub-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.

META B 2 - GEOFÍSICA

META B 2.1 – ELETRORRESISTIVIDADE

Autores: Dr. Raimundo Mariano Gomes Castelo Branco; Dr. David Lopes de Castro – UFC; MSc. Mauro Lisboa Souza – UFC; MSc. Tércyo Rinaldo Gonçalves Pinéo - UFC

1. INTRODUÇÃO

O presente documento corresponde aos resultados de um estudo geofísico realizado na Bacia Sedimentar de Lavras da Mangabeira, localizada na porção sul do Estado do Ceará. O método geofísico aplicado foi o Elétrico, por meio da Eletroresistividade, sendo as técnicas implementadas na aquisição dos dados, as seguintes: Sondagem Elétrica Vertical (SEV) e Perfil de Resistividade (PR). O objetivo principal desta pesquisa foi o de mapear o contorno do topo do embasamento cristalino, resultando na indicação de variações de espessura do pacote sedimentar da Bacia sedimentar em apreço, bem como investigar a existência de descontinuidades que possam existir, condicionado a ocorrência de *horsts* e *grabens*.

Este estudo atende ao projeto de uma rede cooperativa, intitulado ***Comportamento de Bacias Sedimentares da Região Semi-Árida do Nordeste Brasileiro***, segundo o Termo de Referência para Levantamentos Geofísicos na Bacia Sedimentar de Lavras da Mangabeira. O referido projeto resultou do convênio N° 01.04.0623.00, entre a CPRM (Serviço Geológico do Brasil) e a FINEP (Financiadora de Estudos e Projetos) com recurso financeiro da CTHIDRO (Fundo Setorial de Recursos Hídricos), tendo como alvo de pesquisa os Estados do Ceará (Bacia Lavras da Mangabeira e do Araripe), Rio Grande do Norte (Bacia Potiguar), Paraíba (Bacia Rio do Peixe), Pernambuco (Bacia Jatobá) e Bahia (Aqüífero Urucuia).

O convênio entre a CPRM e a FINEP previu a contratação de universidades participantes da rede cooperativa para a realização de estudos geofísicos nestas bacias. Desta forma, por meio do contrato CPRM/UFC: 088/PR/05, coube a Universidade Federal do Ceará, por meio do Laboratório de Geofísica de Prospecção e Sensoriamento Remoto (LGPSR), a realização de um estudo geofísico na Bacia Sedimentar de Lavras da Mangabeira.

1.1. Localização e Acesso

A área de desenvolvimento desta pesquisa está localizada na porção sul do Estado do Ceará, mais especificamente no município de Lavras da Mangabeira (Figura 1.1), representando uma superfície de aproximadamente 150 Km², limitada pelos vértices da poligonal definida pelas coordenadas geográficas apresentadas na tabela 1.1. O acesso a partir da cidade de Fortaleza pode ser feito por meio da Rodovia Federal BR-116, por aproximadamente 400 Km, tomando-se em seguida a Rodovia Federal BR-230 no sentido oeste, até a sede municipal de Lavras da Mangabeira.

Tabela 1.1 - Coordenadas Geográficas dos vértices limítrofes da área de interesse deste estudo.

VÉRTICE	LATITUDE (S)	LONGITUDE (W)
A	6° 46' 11''	39° 08' 18''
B	6° 46' 11''	38° 56' 29''
C	6° 49' 56''	38° 56' 29''
D	6° 49' 56''	38° 08' 18''

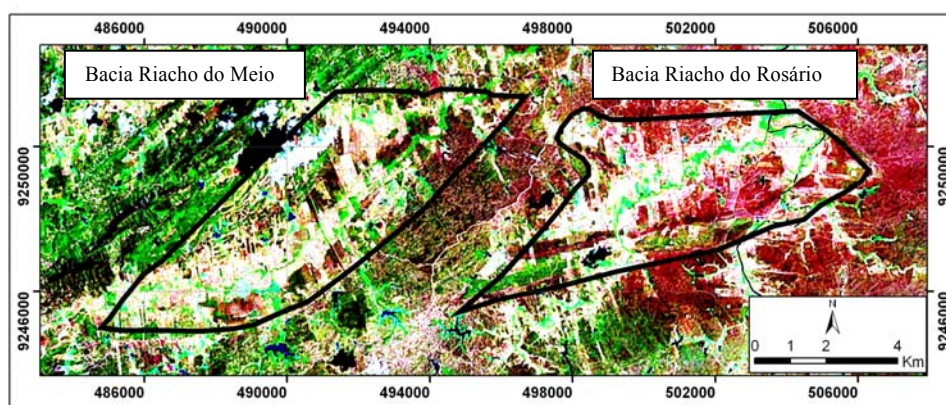


Figura 1.1 - Mapa do Estado do Ceará com a localização da área de pesquisa e imagem de satélite com o contorno das duas bacias sedimentares (Riacho do Meio e Riacho do Rosário) sobrepostos.

2. ANTECEDENTES

Serão aqui apresentadas algumas informações referentes à geologia, a trabalhos pretéritos de geofísica e a perfis de poços profundos, relacionados à região de estudo, de modo a contribuir para a interpretação dos dados geofísicos adquiridos nessa pesquisa.

Geologia

A bacia sedimentar de Lavras da Mangabeira constitui um conjunto de três pequenas bacias: Riacho do Meio, Riacho do Rosário e Iboperí. Esta última, é constituída litologicamente por uma formação homônima, onde predominam arenitos fluviais basais com espessura da ordem de 60 a 80 metros. As outras duas bacias são constituídas pela Formação Serrote do Limoeiro, caracterizada por arenitos, siltitos, argilitos fluviais e lacustres com espessura aproximada de 300 metros, recortada por Basaltos da Formação Lavras da Mangabeira (Ponte *et. al.*,1990) (Figura 2.1). Esta pesquisa teve como alvo, as bacias sedimentares Riacho do Meio e Riacho do Rosário, cujo mapa geológico está no Anexo 03.

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. Intercalados com siltitos e argilitos vermelhos e folhelhos verde, localmente fossilíferos.	± 300	Eo a Meso Jurássico ?
	Basalto Lavras da Mangabeira		Basalto de textura sub-afítica, contendo plagioclásio, augita, hematita e magnetita.	± 10	
	Fm. Iboperí	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, intercalados com quartzito e mármore; gnaisses.		Eo - Proterozóico

Figura 2.1 - Quadro estratigráfico das bacias sedimentares de Lavras da Mangabeira (Ponte *et al.*, 1990).

Geofísica

Barros (1969) utilizou o método da eletrorresistividade aplicado aos arenitos e aluviões desta bacia, com o intuito de definir condições hidrogeológicas favoráveis à complementação do abastecimento de água da cidade de Lavras da Mangabeira. Foram realizadas 19 Sondagens Elétricas Verticais com abertura máxima da linha AB de 1.000 m, em numa área de 10 Km², sendo que desta, 2,5 Km² são constituídos por aluviões.

Com a finalidade de dirigir as hipóteses de interpretação para os diagramas obtidos

sobre os aluviões, o autor dividiu o conjunto de sondagens em dois grupos: 1. Aluviões sobre substrato infinitamente resistente; 2. Aluviões sobre substrato condutor.

Para o 1º grupo foram determinadas duas famílias de sondagens, onde na primeira observou-se a existência de um horizonte condutor inicial pouco espesso (capa argilosa, argilo-arenosa ou areno-argilosa); em seguida foi determinado um horizonte resistente/condutor, correspondendo a uma seqüência de areia e cascalho saturado e, por fim, um horizonte sotoposto resistente (cristalino). Na segunda família, um horizonte condutor (argila e areia argilosa) está intercalado entre horizontes resistentes (topo – areia seca, base – provável suporte metamórfico).

O segundo grupo (Aluviões sobre substrato condutor) é caracterizado por um horizonte inicial condutor, seguido por um nível resistente e depois por outro horizonte condutor (arenito), em seguida, tem-se o ramo final ascendente em 45°, evidenciando o embasamento cristalino. Através da eletrorresistividade foi possível caracterizar um horizonte condutor, correlacionável aos arenitos, estabelecendo um valor de resistividade mínimo de 6 $\Omega.m$, para este estrato geoeletrico.

Com base nos dados adquiridos e tratados, Barros (*op.cit.*) concluiu que os aluviões que repousam sobre o embasamento cristalino têm espessura de 5 metros e os que estão sobre os arenitos têm espessura média de 7 metros. O perfil característico para ambos é o seguinte:

1. Capa argilosa superficial, 2. Horizonte argilo-arenoso ou areno-argiloso, 3. Areia fina a média, 4. Areia grossa com seixos (zona saturada) e 5. Areia de granulação média com lentes de argila. Já os arenitos, são compactos, bem silicificados, pouco fraturados, com intercalação argilosa e espessura média de 60 metros.

Pocos Profundos

A figura 2.2 exhibe o perfil litológico de cinco poços profundos localizados na área de pesquisa, onde se pode observar que, ao contrário da seqüência litológica proposta por Ponte *et al.* (1990) (Figura 2.1), ocorre à predominância de sedimentos pelíticos (argilito, siltito e folhelho) seguidos por arenitos. Outra característica é a existência de calcário no poço LAVMA 124. A tabela 2.1 apresenta algumas características destes poços bem como suas coordenadas geográficas, já o posicionamento dos mesmos encontra-se no Anexo 03.

Os perfis dos poços apresentados foram descritos pela CAGECE (Companhia de Águas e Esgoto do Ceará). Os poços profundos LAVMA 124, 125 e 126 estão localizados na Bacia Riacho do Meio, onde foi realizado a Sondagem Elétrica 01 (SEV 01). Já os poços LAVMA 05 e 06 localizam-se na bacia Riacho do Rosário, onde foi realizado a SEV 02.

Poço Profundo	Coordenadas		Nível estático (m)	Nível dinâmico (m)	Vazão (m ³ /h)
	UTM – E	UTM - N			
LAVMA 124	489.850	9.249.568	5,7	14,9	12
LAVMA 125	489.561	9.250.130	4,3	29,4	5
LAVMA 126	489.814	9.249.652	4	20	15
LAVMA 05	504.236	9.250.451	ABANDONADO		
LAVMA 06	504.051	9.250.445	POÇO SECO		

Tabela 2.1 – Coordenadas e algumas características dos poços profundos analisados.

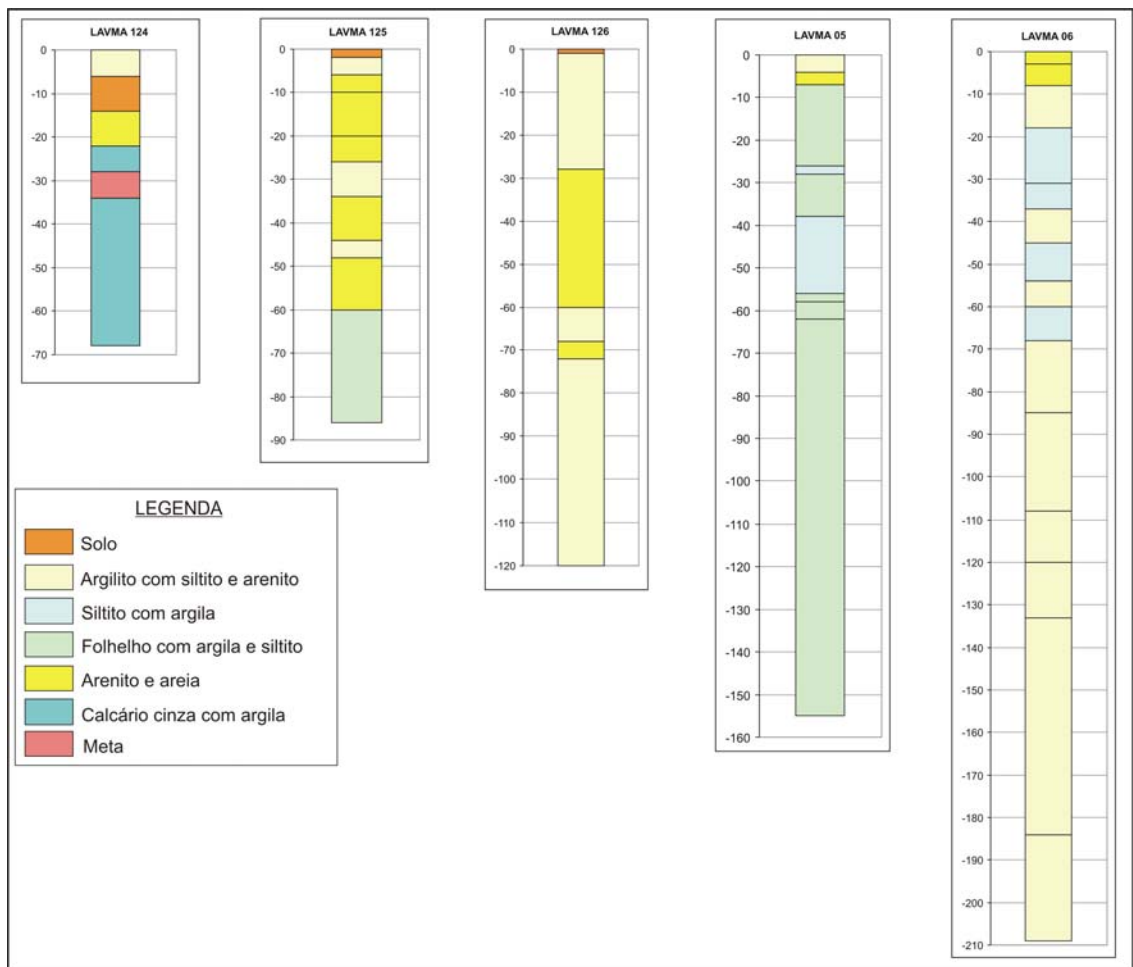


Figura 2.2 – Perfis litológicos dos poços profundos localizados na área de pesquisa.

3. SERVIÇOS REALIZADOS

De modo a alcançar os objetivos propostos, esta pesquisa foi realizada em três etapas principais, conforme apresentadas abaixo:

- **Primeira etapa** (realizada em laboratório): correspondeu, inicialmente e sobretudo, na consulta do trabalho “Diagnóstico do Estado da Arte” elaborado especificamente para nutrir essa pesquisa de informações básicas e no levantamento e análise de material bibliográfico; à criação de um banco de dados em plataforma SIG, na geração de mapas base para utilização em campo e na checagem de material para aquisição dos dados (eletrorresistivímetro, GPS, bobinas, eletrodos, etc) e adoção das logísticas pertinentes.
- **Segunda etapa** (atividades de campo): correspondeu à aquisição de dados elétricos por meio de Sondagem Elétrica Vertical e Perfis de Resistividade.
- **Terceira etapa** (laboratório pós-campo): obedeceu às atividades de processamento e interpretação conjunta dos dados geofísicos, à geração de modelos geológicos ao longo dos Perfis de Resistividade e à confecção do relatório final, de modo a cumprir as exigências do Termo de Referência deste projeto.

3.1. Geofísica – Eletrorresistividade

De um modo detalhado a resistência elétrica e a resistividade devem ser entendidas de forma diferente. A *resistência elétrica* é uma propriedade física que representa a dificuldade presente nos portadores de carga submetidos à ação de um campo elétrico quando atravessam de um ponto a outro em um determinado material. Desta forma, esta resistência elétrica é dependente das dimensões e do tipo daquele material. A terminologia que interessa com o método de eletrorresistividade refere-se à *resistividade elétrica* que é uma propriedade intrínseca da matéria, muito embora também relacionada com dificuldades apresentadas à ação de campos elétricos. A diferença fundamental aqui reside no fato da *resistividade* (como pode ser simplesmente chamada) ser independente das dimensões do material analisado.

O método de eletrorresistividade consiste de medidas de impedância, com subsequente interpretação em termos de propriedade elétrica da estruturação geológica em sub-superfície, baseado na resposta de cada material ao fluxo de uma corrente elétrica (Ward, 1990). Quando uma corrente elétrica é introduzida no subsolo através de dois eletrodos (AB), esta produz uma diferença de potencial que é medida por um segundo par de eletrodos (MN). O valor medido desta diferença de potencial é função da resistividade aparente do subsolo e do arranjo geométrico dos eletrodos, sendo que a profundidade investigada é diretamente proporcional ao espaçamento entre os eletrodos (Orellana, 1972). É importante destacar, ainda, que a resistividade nos sólidos pode ser determinada através de corrente contínua (DC) ou corrente alternada (AC).

Qualitativamente, a resistividade é uma medida da dificuldade que um determinado material impõe a passagem de uma corrente elétrica, correspondendo ao inverso da condutividade. A resistividade é designada por (ρ) dada em ohm.m e a condutividade (σ) é dada em S/m, sendo a relação entre elas: $\rho = 1/\sigma$.

A aquisição da resistividade aparente do subsolo pode ser feita através da combinação de uma das três técnicas, com um dos diversos arranjos propostos para o método da Eletrorresistividade (Braga, 2006). Estas técnicas são (Figura 3.1): **Sondagem Elétrica Vertical** (SEV), caracterizada pela investigação vertical e pontual das variações do parâmetro físico com a profundidade; **Caminhamento Elétrico** (CE), que corresponde à investigação lateral das variações do parâmetro físico em uma ou em várias profundidades e **Perfilagem Elétrica** (PERF), referente à investigação lateral e vertical das variações do parâmetro físico efetuadas no interior de furos de sondagens e poços profundos. Já os arranjos correspondem à disposição dos eletrodos na superfície do terreno, podendo ser: *Schlumberger*, *Wenner*, Dipolo-Dipolo, etc.

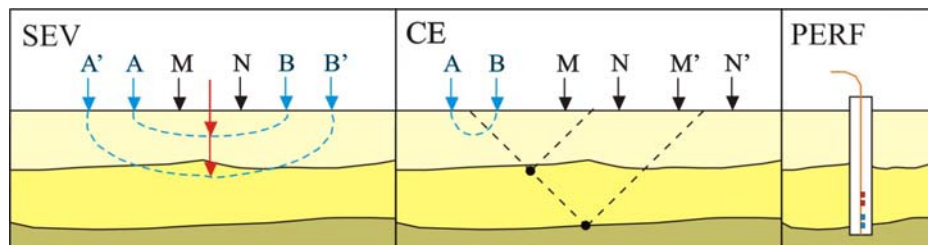


Figura 3.1 – Representação simplificada das técnicas referentes ao método da Eletrorresistividade.

3.1.1. Equações Básicas do Método Elétrico

Analisando o caso para um terreno homogêneo de resistividade ρ , se introduzirmos através de um eletrodo pontual **A**, uma corrente elétrica contínua de intensidade i , esta fluirá radialmente e as superfícies equipotenciais seriam semi-esferas concêntricas de raio r (Figura 3.2).

Aplicando a lei de Ohm no espaço compreendido entre duas equipotenciais, teremos uma diferença de potencial, ΔV , dada por:

$$-\Delta V = \rho \Delta r i / 2\pi r^2$$

integrando-se:

$$V = \rho i / 2\pi r$$

Na prática, a diferença de potencial é medida através de um arranjo de 4 eletrodos, sendo dois extremos (**A** e **B**) para o envio de corrente elétrica (**I**) e dois no centro do arranjo (**M** e **N**), para medição da diferença de potencial (ΔV) (Figura 3.3). Aplicando a fórmula de ΔV para um terreno homogêneo e isotrópico tem:

$$\Delta V = \frac{1}{2\pi} (1/AM - 1/AN - 1/BM + 1/BN) \rho i$$

Fazendo:

$$K = 2\pi / (1/AM - 1/AN - 1/BM + 1/BN)$$

ou

$$K = \frac{(AM \times AN) \pi}{MN}$$

Desta forma, a equação da resistividade aparente fica simplificada como mostrado abaixo, sendo conhecida como fórmula **fundamental da eletrorresistividade**:

$$\rho = K \Delta V / I$$

onde **K** é uma constante que depende do arranjo geométrico dos eletrodos, ou seja, está baseada nas distâncias lineares entre os eletrodos de corrente elétrica e de potencial.

Para um terreno heterogêneo e anisotrópico, o valor calculado através da fórmula acima é chamado, por particularidades do meio geológico, de resistividade aparente (ρ_a) onde a unidade de medida é dada em ohm.m. Assim,

$$\rho_a = K \Delta V / I$$

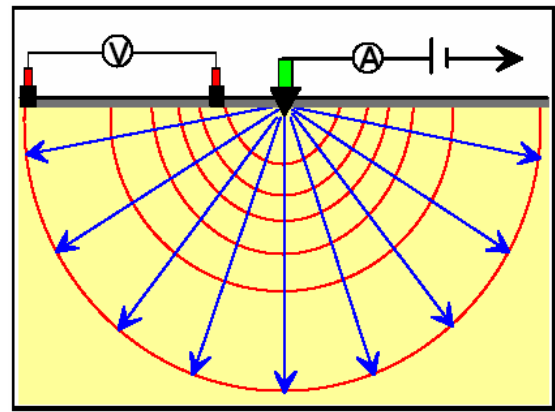
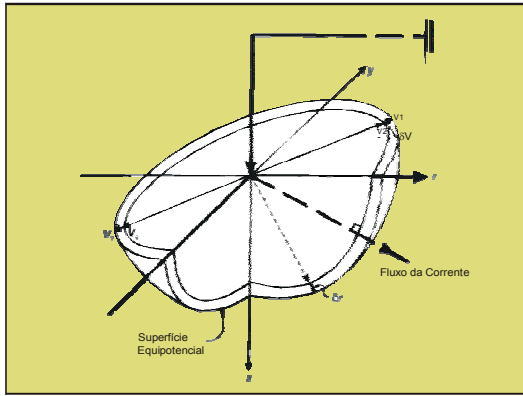


Figura 3.2 - Relação entre o fluxo de corrente elétrica e superfícies equipotenciais a partir de uma fonte pontual (Baseado em Reynolds, 1997).

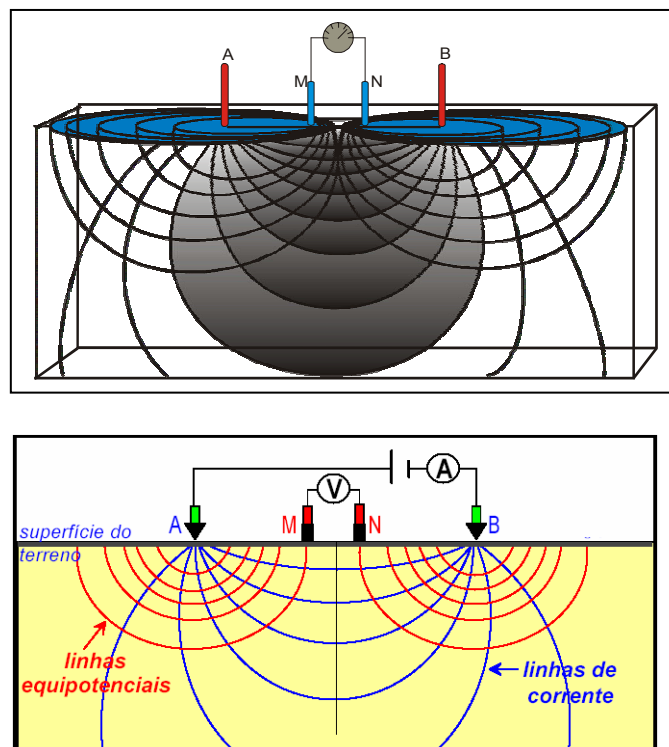


Figura 3.3 - Figuras ilustrativas para o arranjo *Schlumberger*, adotado neste trabalho e a relação entre as linhas de corrente e as superfícies equipotenciais. A e B representam os eletrodos de injeção de corrente elétrica; M e N representam os eletrodos de medida da diferença de potencial. Notar que um conjunto “eletrorresistivímetro” fica caracterizado por um amperímetro (A) e por um volímetro (V).

3.1.2. Aquisição dos Dados Elétricos

Os dados de resistividade aparente foram adquiridos através das técnicas de Sondagem Elétrica Vertical e Perfil de Resistividade (Figura 3.4), por meio dos equipamentos (eletroresistivímetro) DER-500 (DPM Engenharia) e VT/VR-250 (Intergeo), respectivamente.

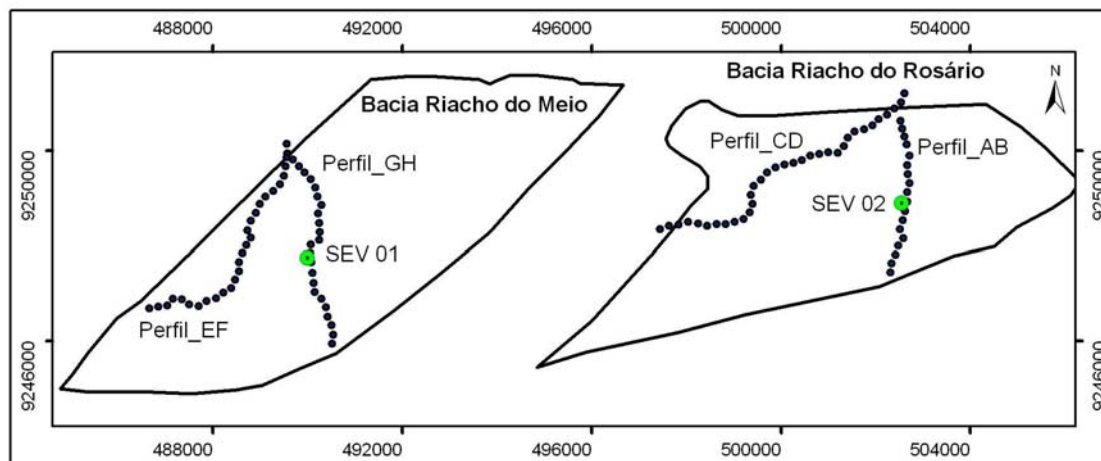


Figura 3.4 – Mapa simplificado da área exibindo o posicionamento dos Perfis de Resistividade e das SEV's.

O arranjo de eletrodos utilizado nas SEV's foi aquele proposto por *Schlumberger* (Orellana, 1972), onde o espaçamento entre os eletrodos externos (A e B) é aumentado progressivamente, sendo a profundidade de investigação diretamente proporcional. O espaçamento dos eletrodos internos (M e N) é aumentado a cada vez em que sua distância for 5 vezes menor do que à distância entre os eletrodos de corrente ($MN \leq AB/5$). Deste modo, é possível medir as variações de resistividade aparente do subsolo em diversos níveis de profundidade.

Utilizando uma abertura máxima (distância) de 2.000 metros entre os eletrodos de corrente AB, foram realizadas 2 SEV's na área de estudo, cujas fichas de campo, posicionamento em mapa e fotos ilustrativas da aquisição dos dados, encontram-se nos Anexos 01, 03 e 05, respectivamente.

Para os Perfis de Resistividade, adotou-se também o arranjo elétrico *Schlumberger*, com aquisição dos dados (resistividade aparente) em uma única profundidade de investigação, pois foi utilizada uma única abertura entre os eletrodos de corrente AB (200 metros) já entre os eletrodos de potencial MN a abertura foi de 20 metros. Desta forma, foram realizados quatro Perfis de Resistividade, totalizado 20 Km de extensão, com espaçamento entre as estações de leitura de 200 metros (Tabela 3.1), cujas fichas de campo, mapa com a posição das estações de leitura (localização dos perfis) e pranchas de fotografias ilustrativas, estão apresentadas nos Anexos 01, 03 e 05 respectivamente.

Perfil	Dimensão (m)	Direção Aproximada	Sentido
A-B	3.400	N-S	N-S
C-D	6.600	NE-SW	NE-SW
E-F	5.200	NE-SW	SW-NE
G-H	4.800	N-S	N-S

Tabela 3.1 – Características gerais dos Perfis de Resistividade.

4. DISCUSSÃO DAS MEDIÇÕES ELÉTRICAS

Pesquisas geofísicas através do método da eletrorresistividade podem ser excelentes ferramentas na investigação de mudanças litológicas, sejam em profundidade, através de sondagens elétricas verticais, sejam lateralmente, através de perfis de resistividade. Não obstante, quantificar de forma elucidativa fácies internas dos pacotes geológicos e determinações precisas de espessuras, sobretudo, pela ausência de informações confiáveis de investigações diretas, seria por demais exigente. Os métodos geofísicos são métodos de investigações indiretas, baseadas em propriedades físicas da matéria, mas voltados para a investigação de um meio anisotrópico e heterogêneo. Por outro lado, tanto os métodos elétricos quanto os métodos eletromagnéticos têm uma capacidade de resolução limitada para determinações de resistividades/condutividades da estrutura interna da terra. Nem os métodos galvânicos nem aqueles indutivos isoladamente conseguem discernir ou resolver a anisotropia dos meios geológicos estratificados. Infelizmente, por problemas adversos, não são feitos investimentos na multidisciplinaridade das técnicas geofísicas. Somente os problemas de Inversão Matemática Conjunta de dados juntamente com os coeficientes de anisotropia poderiam minimizar em muito estes problemas.

Uma vez que a resistividade aparente medida em campo não é uma propriedade física da subsuperfície, foi necessário utilizar técnicas de interpretação que transforme os valores obtidos pelas sondagens verticais em resistividade “real”. No caso do CE, não é possível fazer essa transformação, desta forma, sua interpretação é qualitativa. Muito embora se procurou dar ênfase a uma visão interpretativa qualitativa das SEV's, nessa pesquisa foram realizados procedimentos de modelagem, numa tentativa de incorporar o que pudesse ser adicionado em termos de interpretação.

Desta forma, as análises e interpretações finais tiveram as seguintes etapas:

- análise qualitativa dos dados de campo (sondagens e perfis elétricos);
- análise quantitativa dos dados apresentados dos processamentos de inversão e modelagem (SEV's);
- análises qualitativas dos dados obtidos destes processamentos.

No que se referem aos processamentos de inversão e modelagem as curvas de campo das SEV's foram interpretadas através da seguinte metodologia:

1. Inicialmente os dados de campo foram processados através do *software* ATO versão 1.82 (Zohdy & Bisdorf, 1989) onde, basicamente, cada ponto de medida é considerado como uma camada geoeétrica distinta com dois parâmetros associados, resistividade e espessura;
2. A segunda etapa consistiu no agrupamento de camadas que possuem comportamento geoeétrico semelhantes, utilizando as informações geológicas locais disponíveis. No caso específico deste trabalho, foram também utilizadas informações de perfis litológicos dos cinco poços tubulares profundos construídos na bacia sedimentar de Lavras da Mangabeira (LAVMA 05, 06, 124, 125 e 126) (Figura 2.2). Esta etapa trata-se de uma parametrização dos estratos geoeétricos com informações litológicas;
3. Após as etapas 1 e 2, os dados foram novamente processados (modelados em 1-D) no *software* IX1D da Interpex Limited com a introdução de um modelo inicial de n-camadas com suas respectivas, resistividades e espessuras, obtido da primeira etapa de interpretação.

O método de inversão, segundo Ward (1990), consiste em calcular uma curva teórica e compará-la com a curva de campo. A comparação é feita, utilizando a técnica de mínimos-quadrados, entre os valores observados de ρ_a versus $AB/2$ (curva de campo) e os valores calculados de ρ_a devido a um arranjo geométrico determinado de 4 eletrodos sobre n-camadas (curva teórica). Este método possibilita que a cada tentativa de comparação, o erro convirja para valores menores até um limite aceitável, geralmente menor que 5%

4.1. Sondagens Elétricas

Nesta pesquisa foram realizadas duas sondagens elétricas verticais: a SEV 01, localizada na Bacia do Riacho do Meio e a SEV 02, localizada na Bacia Riacho do Rosário (Figura 4.1).

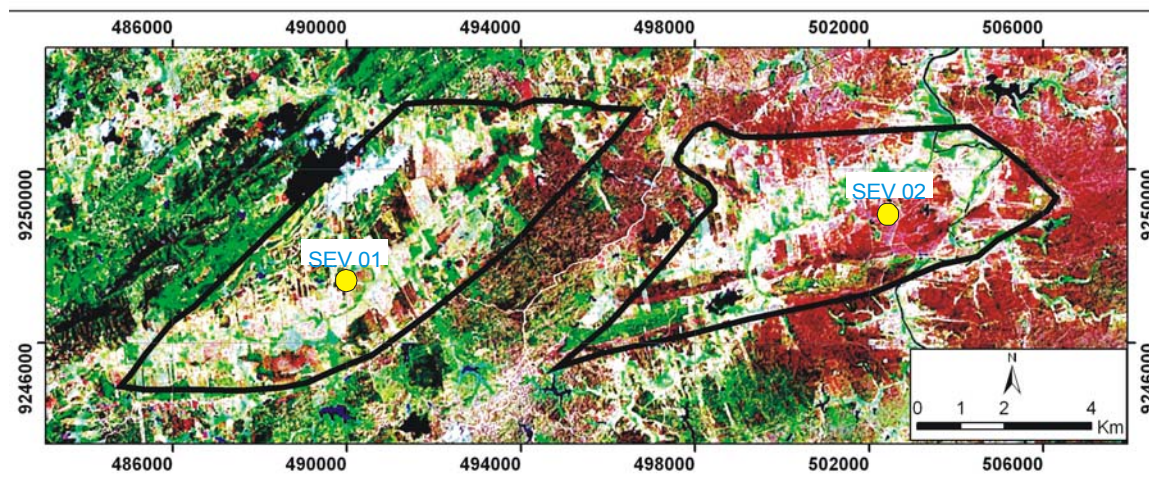


Figura 4.1 - Localização das SEV's realizadas nas Bacias de Lavras da Mangabeira (Bacia do Riacho do Meio – SEV 01, e Bacia Riacho do Rosário – SEV 02)

As interpretações destas duas SEV's se basearam na análise qualitativa das curvas de resistividade elétrica de campo e dos valores de resistividades elétricas obtidos dos processamentos de inversão e modelagem (Figura 4.2).

Na SEV 01 foram interpretados quatro horizontes geoeletricos, do topo para base, descritos a seguir:

- primeiro horizonte muito resistivo correspondendo aos sedimentos arenosos inconsolidados da cobertura sedimentar;
- segundo horizonte com resistividade mais baixa que o anterior, de natureza areno-argiloso, sugestivo da presença de um horizonte aquífero raso, que no campo é corroborado pelo posicionamento da SEV na margem de um rio, onde também foi observado uma cacimba com o nível estático apresentando-se em torno de 5 metros de profundidade;
- terceiro horizonte muito condutivo, indicando um espesso pacote sedimentar de natureza pelítica, podendo haver, pelo comportamento da curva de campo (com discretas variações de resistividades), intercalações com sedimentos arenosos e/ou argilosos;
- O quarto horizonte corresponde ao embasamento cristalino relativamente resistivo, que pela avaliação qualitativa da curva de campo talvez seja possível avaliar a presença de um inexpressível manto de alteração.

Com relativa concordância com os dados elétricos da SEV 01, o perfil do poço profundo 126 (Figura 2.2) (poço localizado na Bacia Riacho do Meio – Anexo 03) exhibe um espesso pacote de argilito intercalado por uma lente de arenito com 5 metros de espessura.

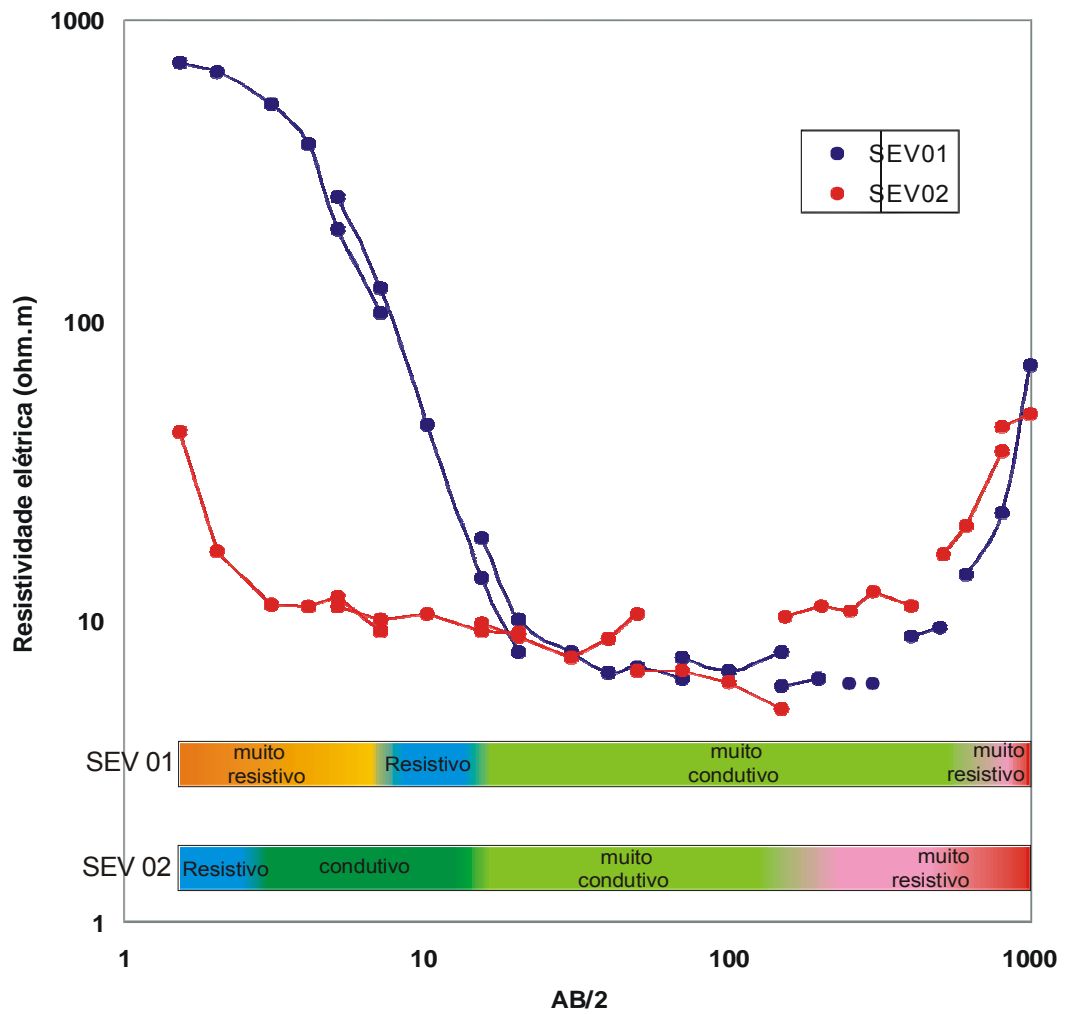


Figura 4.2 – Curvas de resistividade elétrica das SEV's 1 e 2, com as respectivas interpretações qualitativas.

- primeiro horizonte geoeletrico mais superficial (correspondente ao horizonte 2 da SEV 01), correspondendo a uma cobertura sedimentar composta por sedimentos areno-argilosos, neste caso, sem indicativo no campo da presença de um horizonte aquífero raso;
- segundo horizonte geoeletrico de pouca profundidade, correspondendo a sedimentos de composição mais argilosa que o anterior e por conseguinte mais condutivo;
- terceiro horizonte geoeletrico muito condutivo atingindo espessuras mais expressivas e composto por sedimentos essencialmente argilosos (conforme horizonte 3 da SEV 01);
- quarto horizonte geoeletrico muito resistivo, correspondente ao embasamento cristalino, no entanto, por comparação com a curva de resistividade da SEV 01, com sugestão de um manto de alteração mais pronunciado.

O poço profundo LAVMA 06 (Figura 2.2), localizado na Bacia Riacho do Rosário (Anexo 03), exhibe um espesso pacote de argilito intercalado com lentes de siltito, reforçando assim, a interpretação quantitativa (modelagem) dos dados geofísicos elétricos para a SEV 02.

Com base nas interpretações descritas para as SEV's 1 e 2 elaboraram-se duas seções geoeletricas com indicações dos parâmetros de espessuras e de resistividades para cada um dos horizontes geoeletricos identificados (Figura 4.3).

4.1.1. Eleição da Linha AB para os Perfis de Resistividade

A eleição de um comprimento de linha AB de envio de corrente, para a realização dos perfis de resistividade levou em conta, basicamente, o conhecido princípio da herança tectônica, onde falhamentos antigos do embasamento cristalino de uma bacia sedimentar, e suas reativações comandariam toda a história geológica dessas bacias, afetando todas as formações que a constituem. Desta forma, a metodologia adotada no levantamento geofísico por meio de perfis de resistividade, deveu-se à possibilidade de se obter a configuração tectono-estrutural das bacias investigadas, bem como a cartografia dos sedimentos argilosos identificados nas sondagens elétricas verticais, de modo a caracterizar a sua distribuição espacial, contribuindo assim para o conhecimento do potencial hidrogeológico da área, uma vez que sedimentos desta natureza comportam-se como aquícluíde. Com base nestes propósitos, foi determinada uma linha AB de 200 metros para todos os perfis, a qual permite investigar um pacote sedimentar de aproximadamente 50 metros de espessura.

4.2. Perfis de Resistividade

Nesta pesquisa foram realizados 4 perfis de resistividade (AB, CD, EF e GH – Figura 4.4) totalizando 20 quilômetros de extensão, conforme exigências do Termo de Referência. Os Anexos 02 e 03 correspondem respectivamente, as fichas de campo e ao posicionamento das estações de aquisição dos dados de resistividade aparente.

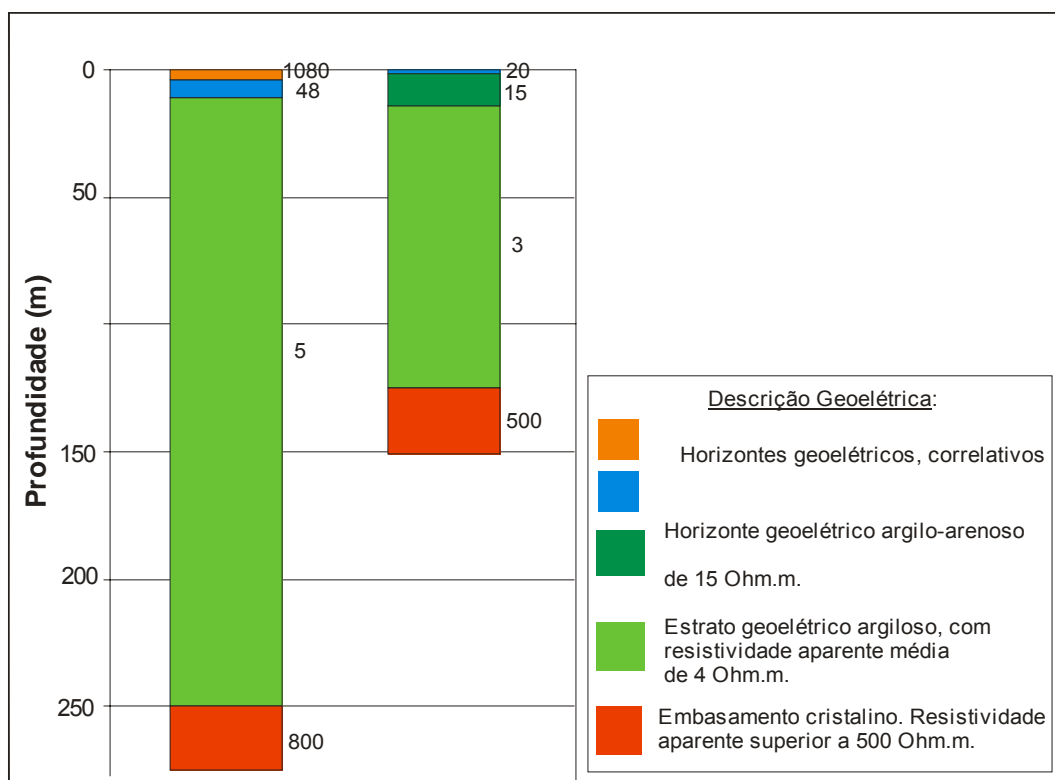


Figura 4.3 – Seções geoeletricas interpretadas para as SEV's, mostrando os horizontes geoeletricos com suas espessuras e resistividade elétrica.

4.2.1. Perfil AB

Este perfil foi realizado na sub-bacia Riacho do Rosário, possui 3.400 metros de comprimento e direção aproximada norte-sul (Figura 4.4 e 5.1; Anexo 02 e 03). Na porção inicial do Perfil AB e entre as estações de leitura 11 e 14, observa-se um patamar de resistividade aparente com valor da ordem de 20 Ohm.m, correspondendo provavelmente a litotipos arenosos. Entre as estações de leitura 06 e 11 observa-se um outro patamar mais condutivo (10 Ohm.m) correspondente ao fácies mais argiloso da Formação Serrote do Limoeiro. Do ponto 15 (2.800 metros) até o final deste perfil, os valores de resistividades aparentes são bem elevados (100 – 300 Ohm.m) e foram adquiridos próximos a borda sul da referida bacia sedimentar, correspondendo portanto, aos litotipos do embasamento cristalino.

4.2.2. Perfil CD

O Perfil CD também foi realizado na sub-bacia Riacho do Rosário, com 6.600 metros de comprimento e orientação preferencial NE-SW (Figura 4.4 e 5.2; Anexo 02 e 03). Do início deste perfil até a estação de leitura 09 observa-se um patamar de resistividade aparente em torno de 20 Ohm.m, correspondendo a lentes de litotipos arenosos da Formação Serrote do Limoeiro. Em seguida, até o ponto de leitura 31, destaca-se um patamar mais condutivo, com valores de resistividade aparente de 10 Ohm.m (estrato geoeletrico argiloso). A partir da estação 31, os valores de resistividade são relativamente elevados (> 100 Ohm.m) correspondendo aos litotipos do embasamento cristalino, conforme observado também nos afloramentos em campo, próximo a parte final do perfil em apreço.

4.2.3. Perfil EF

O perfil EF foi realizado paralelamente a borda oeste da sub-bacia Riacho do Meio, possui 5.200 metros de extensão e está orientado na direção SW-NE (Figura 4.4 e 5.3; Anexo 02 e 03). Do início deste perfil até a estação de leitura 14 observa-se um patamar de resistividade aparente de 15 Ohm.m, correspondendo aos litotipos areno-argilosos da Formação Serrote do Limoeiro. Em seguida, ocorre um patamar mais resistivo (correspondente a sedimentos psamíticos) com três picos de resistividade nas estações de leitura 16, 21 e 25.

4.2.4. Perfil GH

O perfil GH, também realizado na sub-bacia Riacho do Meio, possui 4.800 metros de extensão e direção aproximada N-S (Figura 4.4 e 5.4; Anexo 02 e 03). Do início do perfil até a estação de leitura 10, o valor médio de resistividade aparente é de aproximadamente 30 Ohm.m, correspondendo a litotipos de natureza psamítica (arenitos). Em seguida, até o final do perfil, ocorre um patamar com resistividade aparente de 10 Ohm.m, correspondendo aos litotipos pelíticos da Formação Serrote do Limoeiro.

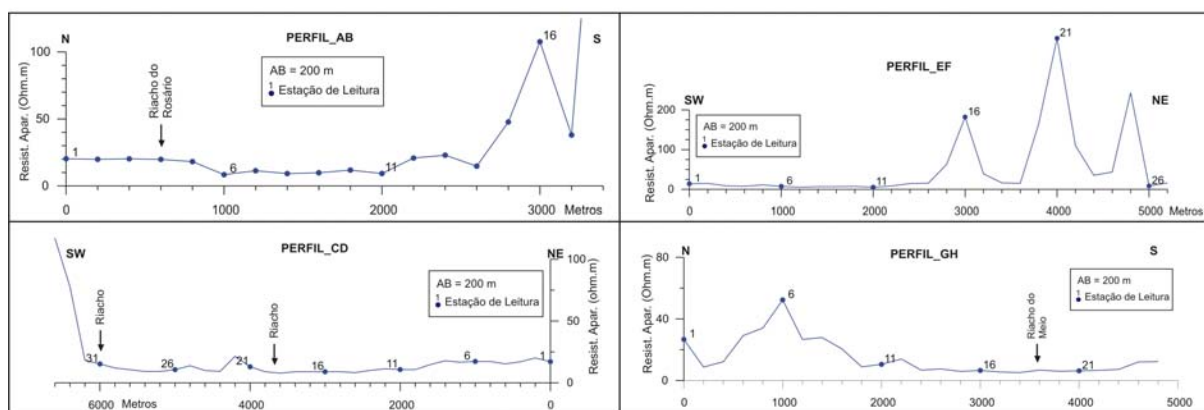


Figura 4.4 – Gráfico dos Perfis de Resistividades AB, CD, EF e GH.

4.3. Mapa de Resistividades Aparentes para AB 200 m

A distribuição dos perfis de resistividade nas sub-bacias Riacho do Rosário e Riacho do meio, permitiu a geração de um mapa de resistividade aparente conforme apresentado no Anexo 04. Este mapa é resultado da geração de um *grid* regular (utilizando como dados as coordenadas e os valores de resistividade de cada estação de leitura) seguido de uma interpolação dos dados por meio do método da *Krigagem* e apresentação do resultado na forma de curvas de iso-valores. Este processamento foi realizado com o uso do *software* Surfer 8 e, em seguida, adicionado ao banco de dados em ambiente SIG do pacote ARCMAP.

Na porção centro-norte da sub-bacia Riacho do Rosário, as curvas de iso-resistividade correspondem aos sedimentos da Formação Serrote do Limoeiro (10 – 20 Ohm.m), indicando assim que a borda desta bacia está mais a norte do que apresentado no mapa geológico da CPRM, soma-se ainda o fato de que valores de resistividades aparentes representativos de litotipos cristalinos não foram medidos neste trecho. Em direção a borda sul desta bacia, os

valores de resistividade aparente crescem constantemente até valores da ordem de 200 a 300 Ohm.m, correspondendo assim aos litotipos do embasamento cristalino.

Para a bacia Riacho do Meio, os limites da área de interpolação dos dados concorda com os limites do levantamento geofísico. Desta forma, por não possuir dados, a porção norte desta bacia não foi inserida no processo de interpolação. Com base no mapa do Anexo 04, observa-se que os valores de resistividade aparente da porção centro sul da bacia em apreço, são da ordem de 10 Ohm.m, referentes aos sedimentos pelíticos já tratados. Na borda centro-oeste da mesma, os valores de resistividades aparentes representados por iso-linhas, correspondem aos sedimentos psamíticos e indicam também que o limite oeste desta bacia não corresponde ao representado no mapa geológico da CPRM tomado como base (Cavalcante *et. al.*, 2003).

5. INTERPRETAÇÃO GEOLÓGICA

Os perfis de resistividade foram realizados na Bacia Sedimentar de Lavras da Mangabeira (sub-bacias Riacho do Rosário e Riacho do Meio) com o objetivo principal de mapear possíveis lineamentos estruturais e, por conseguinte, caracterizar a existência de blocos soerguidos e rebaixados (*horts e grabens*). Para tanto, vamos destacar as seguintes premissas:

- A investigação elétrica foi rasa, envolvendo uma camada superficial do terreno com espessura não superior a 50 metros. Neste caso, se apostou no princípio da herança tectônica, segundo o qual, a estruturação do embasamento cristalino da bacia, se refletiria em toda a seqüência sedimentar, por reativações dos antigos falhamentos, que possam existir.
- Os perfis foram programados e realizados de forma a adquirir os dados de resistividade aparente, ao longo de toda a extensão das duas bacias investigadas. Foram aqui, desconsiderados os sedimentos de cobertura.
- A interpretação dos dados de resistividade aparente ocorreu de forma qualitativa, onde a caracterização de lineamentos estruturais e definição de blocos litológicos alçados ou rebaixados, devem-se a detecção de descontinuidades elétricas. Acreditamos que estas descontinuidades correspondam à existência de litologias diferentes em contato lateral, devido à atuação de movimentos tectônicos.
- As interpretações geológicas descritas a seguir tiveram como base os dados elétricos laterais (perfis de resistividade), o contexto geológico regional (bibliografia), observações geológicas em campo, mapa geológico base da CPRM (Cavalcante *et.al.*, 2003) e perfis litológicos de poços profundos.
- Os perfis topográficos utilizados na elaboração dos perfis geológicos, correspondem a dados orbitais de satélite (Projeto SRTM - *Shuttle Radar Topography Mission*), que foram extraídos com a utilização do *software* Global Mapper.
- A abordagem deste levantamento, principalmente no que diz respeito à interpretação dos dados e geração de modelos geológicos, tiveram um caráter regional em virtude dos propósitos desta pesquisa e, no caso especial desta bacia, corresponde a trabalhos pioneiros desta natureza. Desta forma, os resultados aqui apresentados servirão de base para outras atividades de pesquisa, bem como nortear estudos geofísicos de detalhe.

5.1. Bacia Riacho do Rosário

Analisando os perfis de resistividade AB e CD (Figuras 5.1 e 5.2, respectivamente) realizados nesta bacia, verifica-se que não ocorrem descontinuidades elétricas correspondentes a falhamentos geológicos. As principais características que podemos destacar a partir dos modelos geológicos gerados, são:

- Os sedimentos pelíticos diversos (argilito, siltito e folhelho) possuem uma grande distribuição espacial e apresentam variações faciológicas para sedimentos arenosos, assinalados por valores de resistividades aparentes da ordem de 20 Ohm.m.
- O dique observado em campo e apresentado no mapa geológico da CPRM (Cavalcante *et.al.*, 2003) é bem cartografado pelo perfil de resistividade AB, onde ocorre um aumento nos valores de resistividade aparente, na região que aflora o dique.
- As duas primeiras estações de leitura do Perfil CD estão, conforme o mapa geológico base, sobrepostas ao embasamento cristalino. No entanto, os valores de resistividades aparentes adquiridos (20 Ohm.m) correspondem a litotipos argilo-arenosos, indicando que o limite norte desta bacia não corresponde ao apresentado no mapa geológico da CPRM, devendo-se portanto, realizar estudos geológicos e geofísicos de detalhe, de modo a obter subsídios para realizar as devidas modificações neste mapa.
- No extremo sul dos perfis considerados, os valores de resistividade são bem elevados (> 200 Ohm.m), caracterizando os litotipos do embasamento cristalino e delimitando assim a borda sul da Bacia Riacho do Rosário.

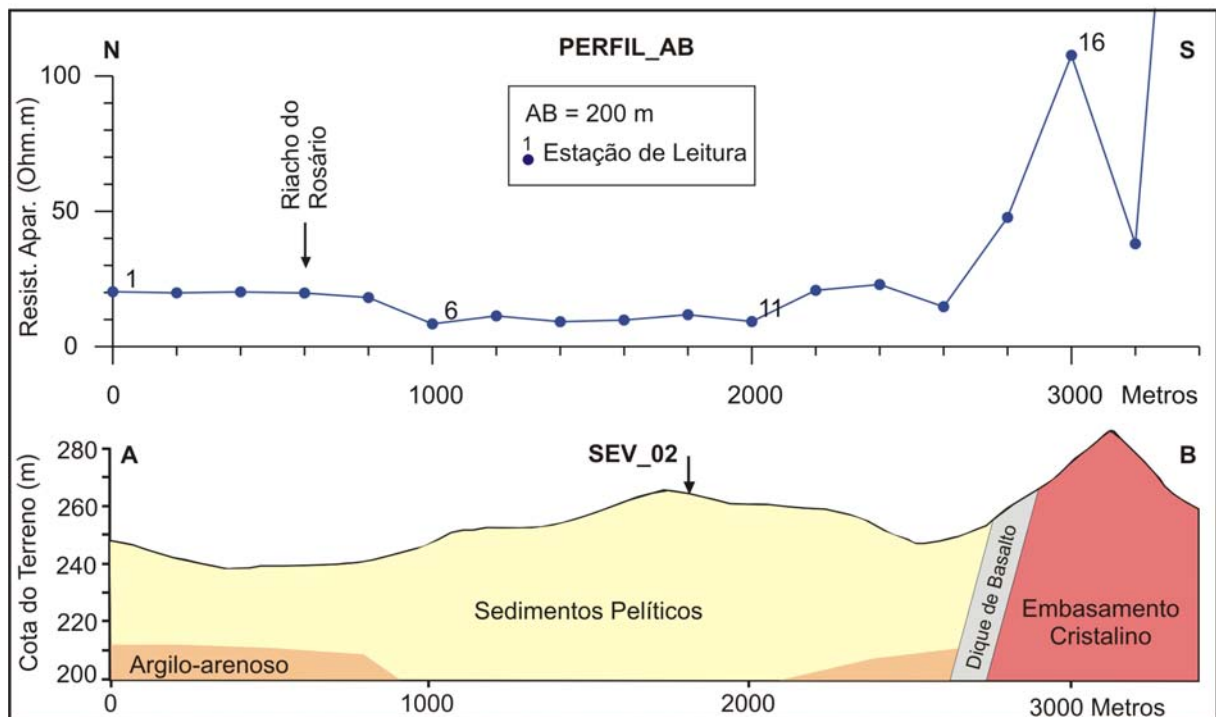


Figura 5.1 – Perfil de Resistividade AB e uma possível seção geológica esquemática.

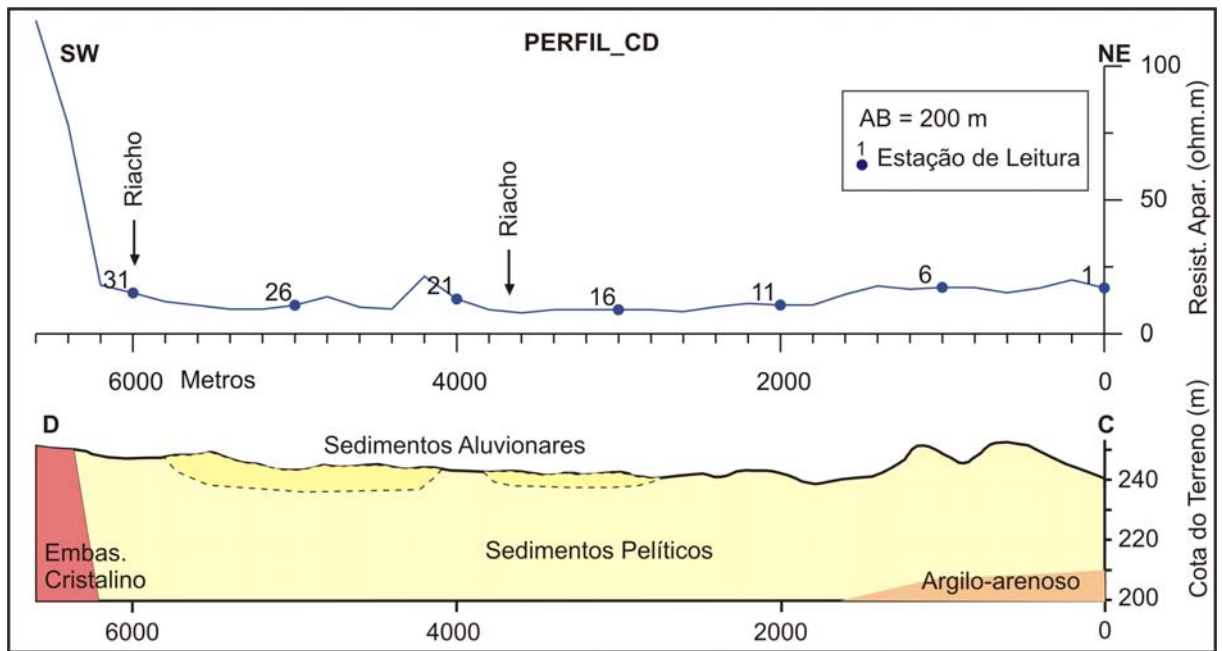
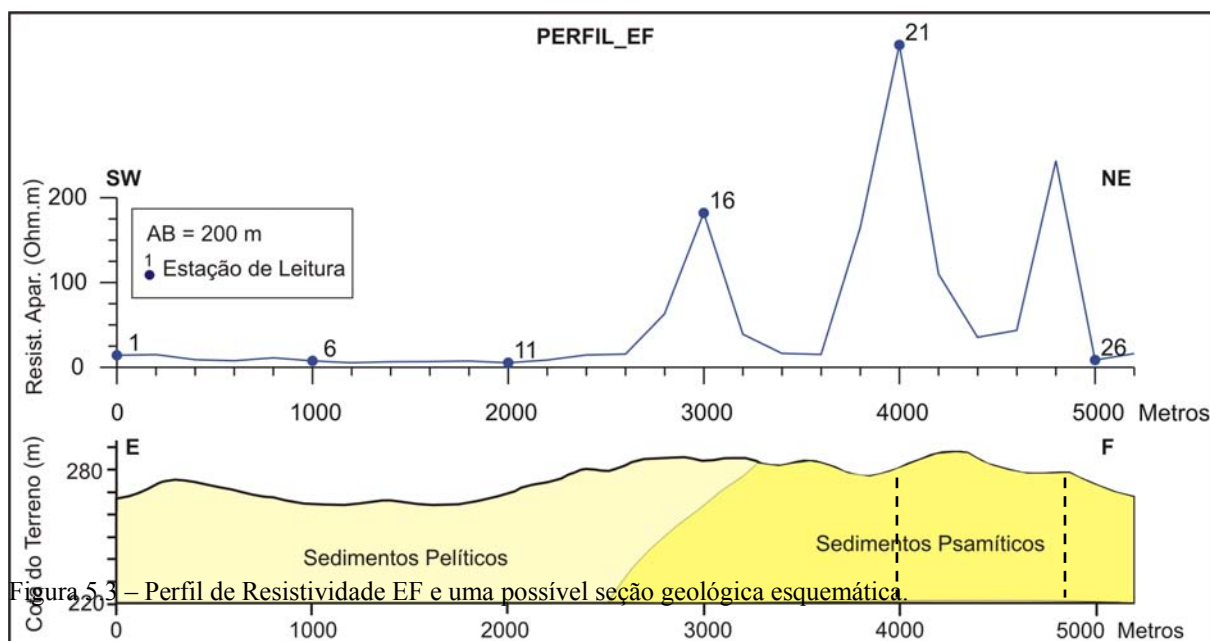


Figura 5.2 – Perfil de Resistividade CD e uma possível seção geológica esquemática.

5.2. Bacia Riacho do Meio

Os Perfis EF e GH, realizados na bacia Riacho do Meio, não exibem descontinuidades elétricas que caracterizem a existência de falhamentos geológicos. Os modelos geológicos oriundos da interpretação dos dados geofísicos elétricos (Figura 5.3 e 5.4), mostram apenas uma variação faciológica dos sedimentos identificados. Desta forma, foi identificado na borda oeste da referente bacia, a existência de sedimentos psamíticos, gradando na direção sul, para sedimentos pelíticos. Outras características correspondem:

- Os sedimentos pelíticos diversos (argilito, siltito e folhelho) possuem uma grande distribuição espacial.
- As estações de leitura 01 e 02 do Perfil EF e 27 do Perfil GH foram realizadas, conforme mapa geológico base, sobre os litotipos do embasamento cristalino. Porém, os valores medidos nestas estações correspondem aos sedimentos psamíticos da Formação Serrote do Limoeiro, indicando que o limite oeste desta bacia não condiz com o apresentado no mapa geológico base. Corroborando está afirmativa, têm-se o poço profundo 125, que possui um perfil litológico constituído por rochas sedimentares, no entanto, segundo o mapa geológico base, está posicionado sobre litotipos cristalinos.



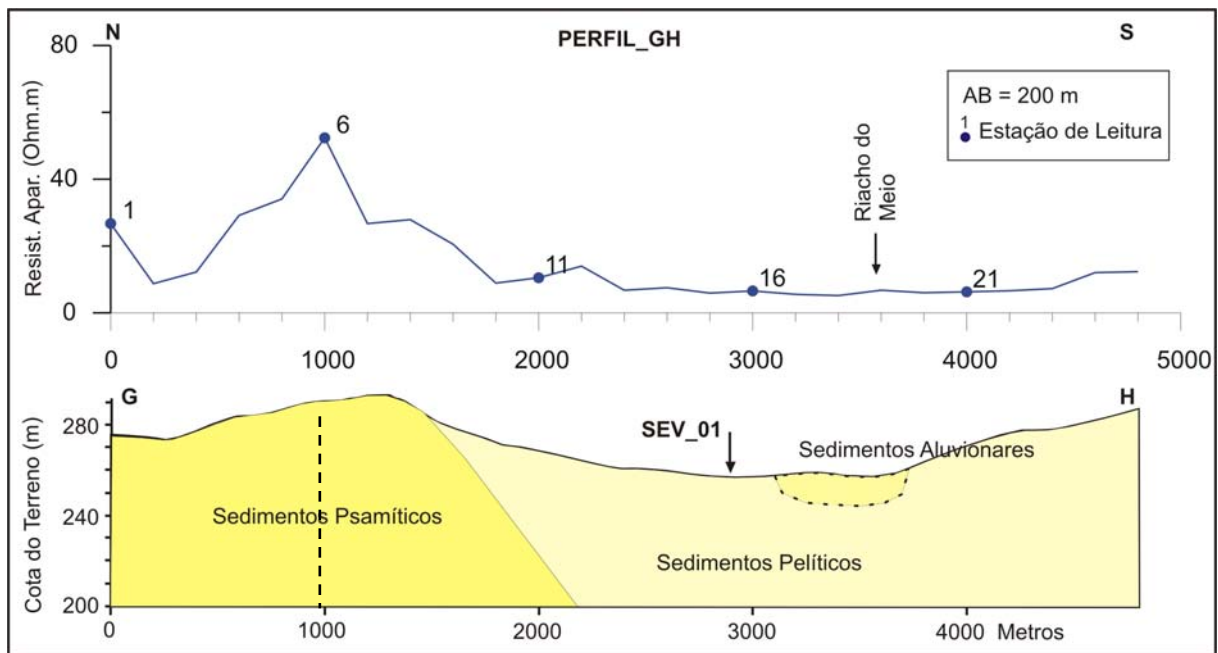


Figura 5.4 – Perfil de Resistividade GH e uma possível seção geológica esquemática.

6. CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES

Com base nos objetivos propostos para esta pesquisa e nos resultados obtidos podemos tecer as seguintes considerações, conclusões e recomendações:


- Esta pesquisa justificou-se devido à escassez de trabalhos geofísicos na região. Estes novos dados, de natureza elétrica, aqui adquiridos e tratados, consolidam-se como de suma importância para a caracterização geológica como base de conhecimentos para a realização de futuras pesquisas para a avaliação da potencialidade hídrica subterrânea, bem como a definição de locais mais favoráveis à captação deste recurso, além de favorecer a tomadas de decisões por órgãos e/ou instituições competentes.
- Quatro estratos geoeletricos foram determinados a partir da inversão das sondagens elétricas verticais: (1) Horizonte geoeletrico pouco espesso correspondente à cobertura sedimentar; (2) Estrato geoeletrico argilo-arenoso com resistividade média de 10 Ohm.m e espessura máxima de 140 Ohm.m; (3) Estrato geoeletrico argiloso, com resistividade aparente em torno de 6 Ohm.m e espessura da ordem de 250 metros; (4) Horizonte geoeletrico resistivo (> 500 Ohm.m) correspondente a litotipos do embasamento cristalino.
- A espessura total do pacote sedimentar, determinada com base na inversão das SEV's, é de aproximadamente 250 metros para a sub-bacia Riacho do Meio e de 240 metros para a sub-bacia Riacho do Rosário. Vale ressaltar que está informação é pontual, não devendo ser extrapolada para toda a extensão das bacias pesquisada.
- O estrato geoeletrico mais importante (250 metros de espessura), por apresentar uma natureza pelítica, possui um baixo potencial hidrogeológico, correspondendo portanto, a um aquícluíde. Como agravante, estes litotipos predominam dentro da formação geológica Serrote do Limoeiro e, por conseguinte, no interior das bacias estudadas.
- Com base nos dados provenientes dos perfis de resistividade verificou-se que os litotipos da Formação Serrote do Limoeiro não exibem descontinuidades geológicas e, por conseguinte, não foram identificados blocos estruturais alçados e rebaixados (*horts grabens*). A possibilidade de algumas estruturas verticais é

mostrada nas seções geofísicas esquemáticas.

- A continuidade desta pesquisa é imprescindível, principalmente para a caracterização das dimensões dos sedimentos pelíticos da Formação Serrote do Limoeiro, a partir da qual, tornar-se-á possível uma definição mais concreta e plausível acerca da potencialidade hídrica subterrânea da região. Esta caracterização é possível, por meio de uma maior quantidade de sondagens elétricas verticais bem distribuídas ao longo das bacias que compõem a Bacia Sedimentar de Lavras da Mangabeira.
- As interpretações aqui levantadas sugerem que perfis elétricos com aberturas maiores de AB possivelmente não trariam avanços de interpretações. Por outro lado fica sugerido inicialmente um maior número de SEV's.

ANEXO 01

Sondagem Elétrica Vertical (Fichas de Campo e Curvas de Resistividade)

	PROJETO DE GEOFÍSICA DAS BACIAS SEDIMENTARES DO ARARIPE/CE, POTIGUAR/RN E LAVRAS DA MANGABEIRA/CE Contrato nº 088/PR/05
ELETRORRESISTIVIDADE - SEV	

Data: 14/11/2005	Estado/Município/Localidade: Ceará / Lavras da Mangabeira	
SEV n°: 01	Rumo (Az): 45°	Coord. UTM: 490021 N / 9247754 E
Equipamento: DER-500	Cota Altimétrica: 264m	
Equipe: Mauro Lisboa, Tercyo Pinéo, Eduardo Santos e Jackson Alves		
OBS.:		

AB/2 (m)	MN/2 (m)	K (m)	ΔV (mv)	I (mA)	ρa (1) (ohm/m)	ΔV (mv)	I (mA)	ρa (2) (ohm/m)	ρa (média) (ohm/m)
1,5	0,3	11,31	646	10	730,61	644	10	728,35	729,48
2	0,3	20,47	534	16	683,28	536	16	685,84	684,56
3	0,3	46,65	910	80	530,68	915	80	533,59	532,13
4	0,3	83,30	330	70	392,72	420	90	388,76	390,74
5	0,3	130,43	220	140	204,96	180	120	195,64	200,30
7	0,3	256,09	41,7	100	106,79	40	100	102,44	104,61

5	1	37,70	975	140	262,55	1100	160	259,18	260,87
7	1	75,40	171,5	100	129,31	170	100	128,18	128,74
10	1	155,51	11,1	38	45,43	12,3	40	47,82	46,62
15	1	351,86	11,1	280	13,95	10,9	280	13,70	13,82
20	1	626,75	3,5	280	7,83	4	300	8,36	8,10

15	3	113,10	39,7	240	18,71	40	240	18,85	18,78
20	3	204,73	13,2	270	10,01	14	300	9,55	9,78
30	3	466,53	4,7	280	7,83	5,02	290	8,08	7,95
40	3	833,05	1,6	200	6,66	1,6	200	6,66	6,66
50	3	1304,29	0,8	150	6,96	1	200	6,52	6,74
70	3	2560,93	0,3	120	6,40	0,5	200	6,40	6,40

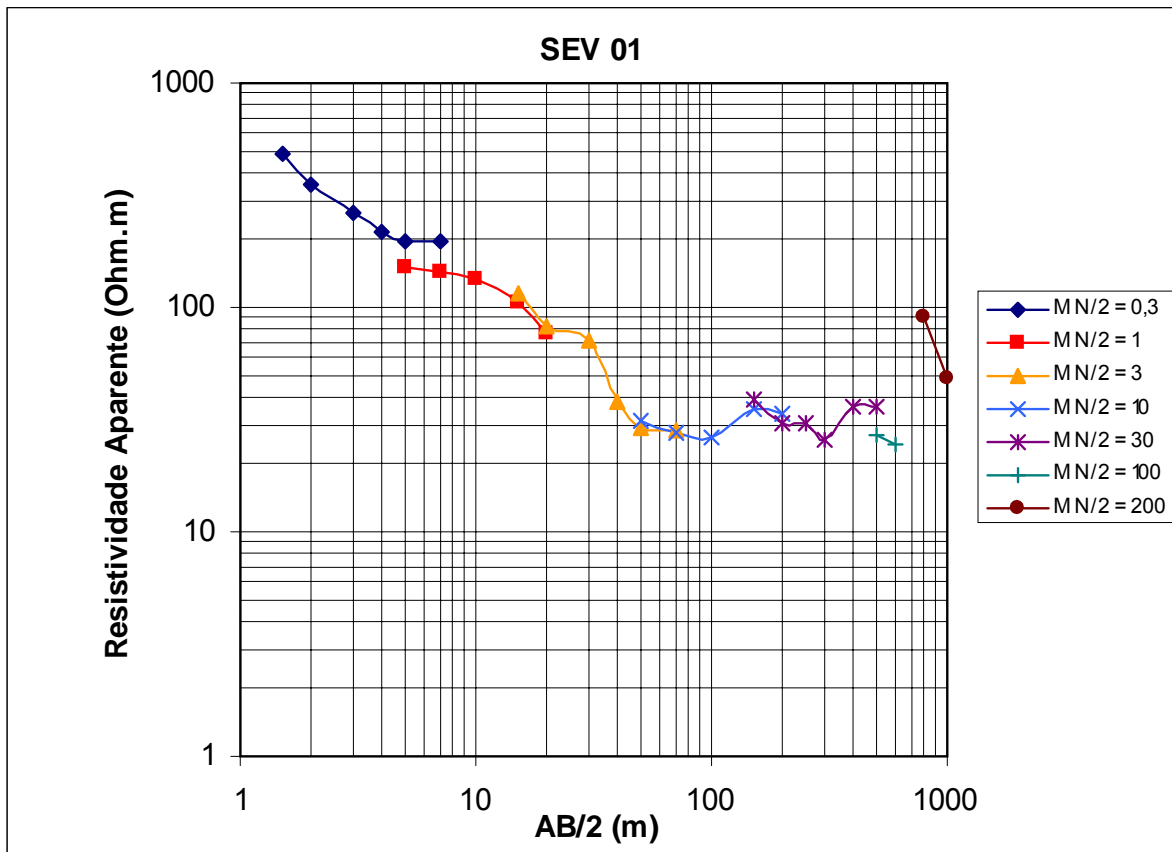
70	10	753,98	1,2	120	7,54	1,4	125	8,44	7,99
100	10	1555,09	0,7	160	6,80	1	220	7,07	6,94
150	10	3518,59	0,4	180	7,82	0,5	190	9,26	8,54


150	30	1130,98	0,9	170	5,99	1	180	6,28	6,14
200	30	2047,28	0,5	160	6,40	0,5	160	6,40	6,40

250	60	1542,00	0,4	100	6,17	0,5	100	7,71	6,94
300	60	2261,95	0,6	220	6,17	0,4	160	5,65	5,91

400	100	2356,20	0,6	160	8,84	0,8	220	8,57	8,70
500	100	3769,92	0,6	240	9,42	0,5	200	9,42	9,42

600	150	3534,30	0,8	200	14,14	1	240	14,73	14,43
800	150	6466,46	0,7	200	22,63	0,7	200	22,63	22,63
1000	150	10236,38	1,4	200	71,65	1,2	180	68,24	69,95



	PROJETO DE GEOFISICA DAS BACIAS SEDIMENTARES DO ARARIPE/CE, POTIGUAR/RN E LAVRAS DA MANGABEIRA/CE Contrato n° 088/PR/05
ELETRORRESISTIVIDADE - SEV	

Data: 15/11/2005 Estado/Município/Localidade: Ceará / Lavras da Mangabeira
SEV n°: 02 Rumo (Az): 190° Coord. UTM: 502530 N / 9248900 E
 Equipamento: DER-500 Cota Altimétrica:
 Equipe: Mauro Lisboa, Tercyo Pinéo, Eduardo Santos e Jackson Alves
 OBS.:

AB/2 (m)	MN/2 (m)	K (m)	ΔV (mv)	I (mA)	ρa (1) (ohm/m)	ΔV (mv)	I (mA)	ρa (2) (ohm/m)	ρa (média) (ohm/m)
1,5	0,3	11,31	378	100	42,75	380	100	42,98	42,86
2	0,3	20,47	82,5	100	16,89	90,3	120	15,41	16,15
3	0,3	46,65	24,2	100	11,29	26,8	120	10,42	10,85
4	0,3	83,30	16,1	120	11,18	14	100	11,66	11,42
5	0,3	130,43	5,5	60	11,96	6,2	70	11,55	11,75
7	0,3	256,09	6,5	180	9,25	7,2	200	9,22	9,23

5	1	37,70	29,4	100	11,08	28,6	90	11,98	11,53
7	1	75,40	13,3	100	10,03	15,2	120	9,55	9,79
10	1	155,51	13,6	200	10,57	12	160	11,66	11,12
15	1	351,86	5,2	200	9,15	5	200	8,80	8,97
20	1	626,75	2,6	180	9,05	2,9	200	9,09	9,07

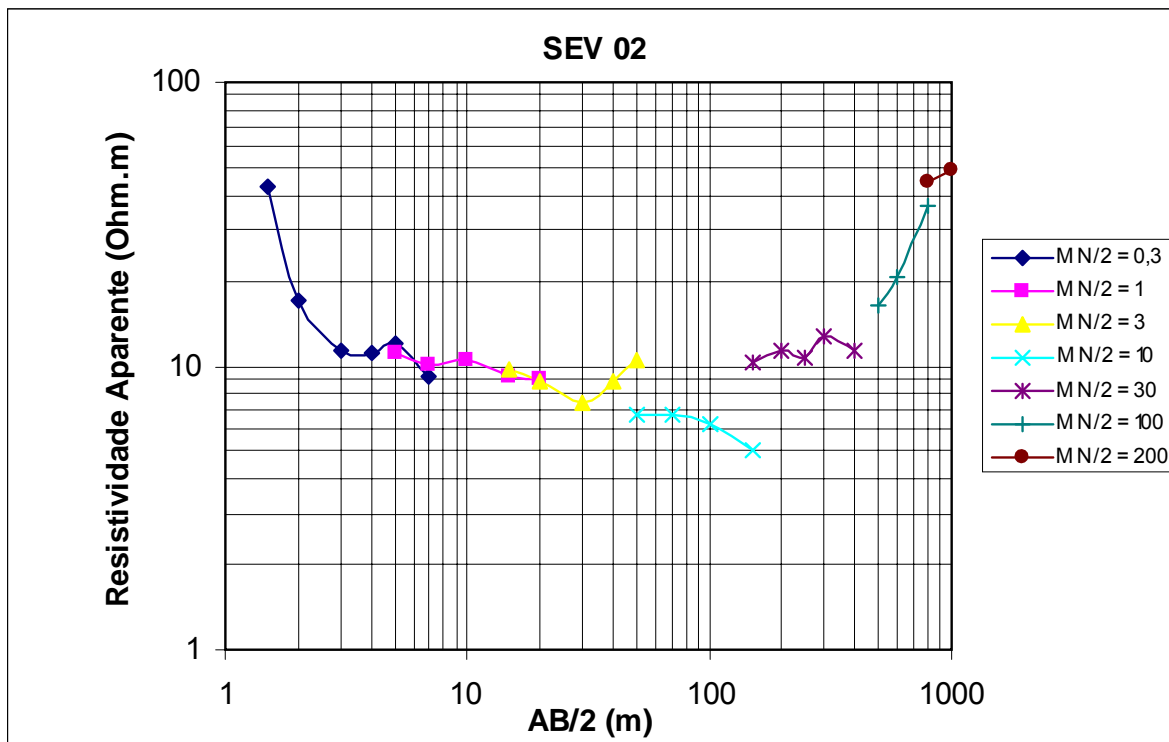
15	3	113,10	17,2	200	9,73	17	200	9,61	9,67
20	3	204,73	7,8	180	8,87	8,1	200	8,29	8,58
30	3	466,53	3,2	200	7,46	2,5	150	7,78	7,62
40	3	833,05	2,1	200	8,75	1,6	150	8,89	8,82
50	3	1304,29	0,8	100	10,43	1,2	150	10,43	10,43

50	10	376,99	1,8	100	6,79	2,2	120	6,91	6,85
70	10	753,98	1,8	200	6,79	1,4	150	7,04	6,91
100	10	1555,09	0,8	200	6,22	0,8	200	6,22	6,22
150	10	3518,59	0,3	210	5,03	0,3	210	5,03	5,03

150	30	1130,98	2	220	10,28	1,8	200	10,18	10,23
200	30	2047,28	1,1	200	11,26	1	200	10,24	10,75
250	30	3225,38	1	300	10,75	0,8	260	9,92	10,34
300	30	4665,28	0,6	220	12,72	0,6	220	12,72	12,72
400	30	8330,48	0,3	220	11,36	0,3	220	11,36	11,36


500	100	3769,92	0,2	46	16,39	0,6	120	18,85	17,62
600	100	5497,80	0,9	240	20,62	1	240	22,91	21,76
800	100	9896,04	0,2	54	36,65	0,5	110	44,98	40,82

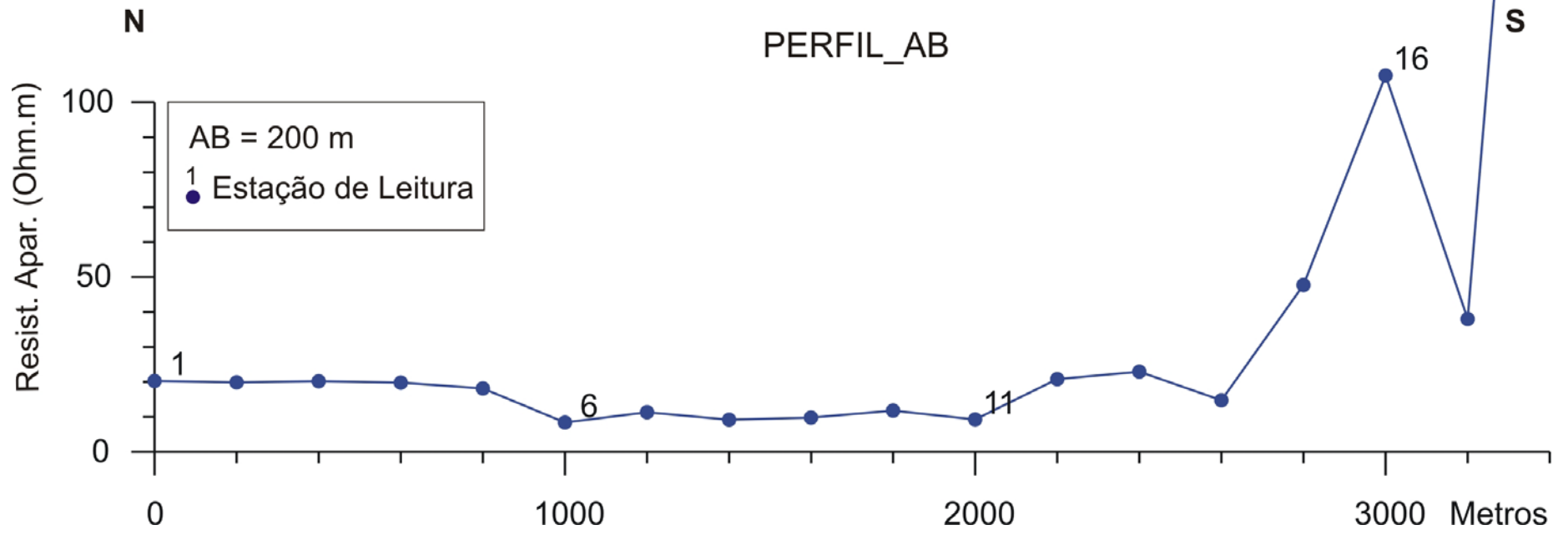
800	200	4712,40	0,7	74	44,58	1	100	47,12	45,85
1000	200	7539,84	1,3	200	49,01	1,2	200	45,24	47,12



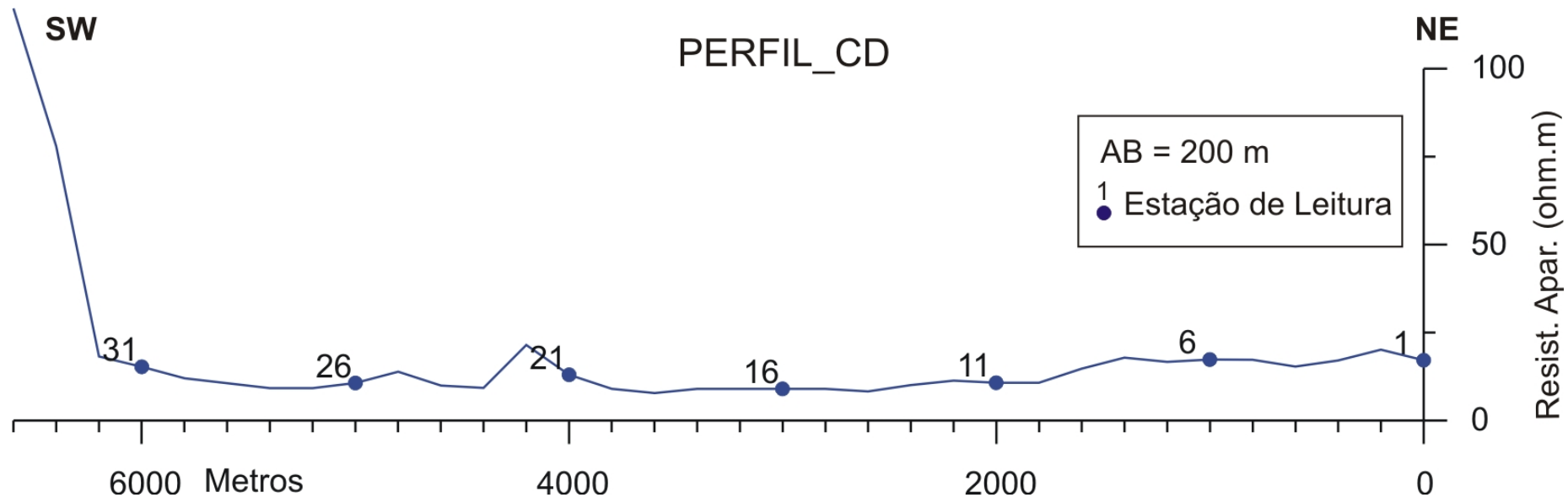
ANEXO 02


Perfis de Resistividade (Fichas de Campo e Perfis Elétricos)

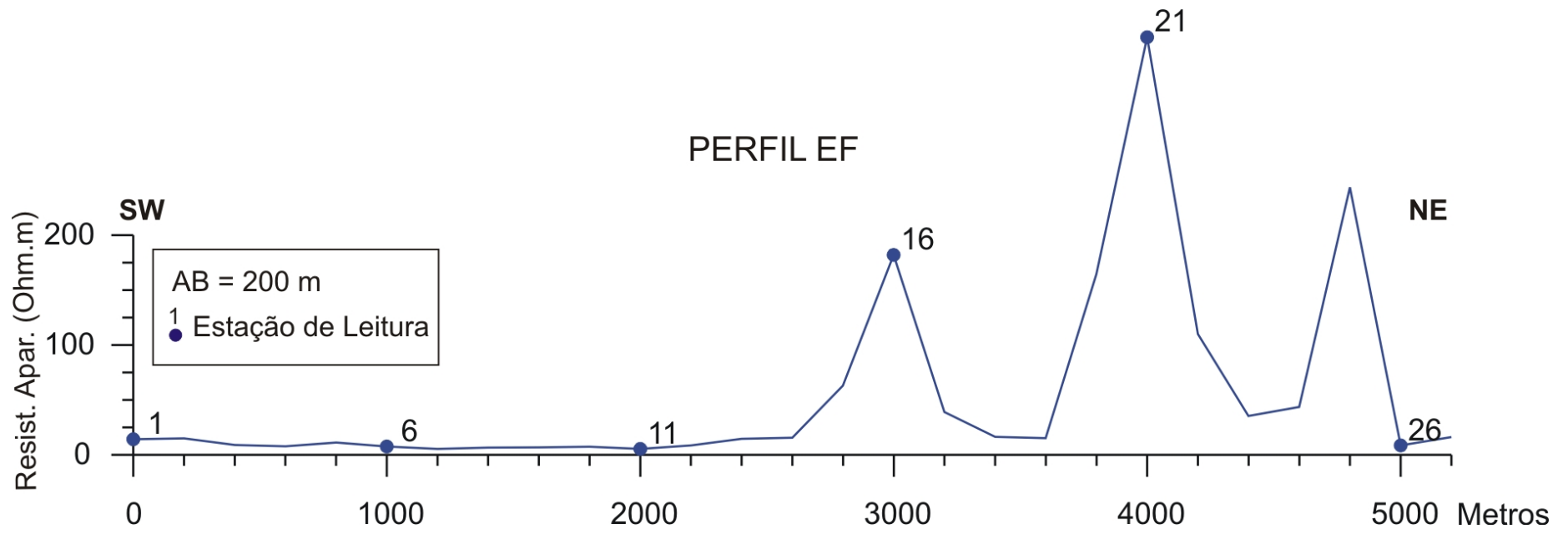
							PROJETO GEOFISICA DE BACIAS SEDIMENTARES DO NORDESTE BRASILEIRO						
							PERFIL DE RESISTIVIDADE - AB						
							LOCAL: BACIA LAVRAS DA MANGABEIRA - CEARÁ						
Pt.	Dist. (m)	UTM E	UTM N	AB/2 (m)	MN/2 (m)	k	DV (mv)	I (mA)	$\rho_a (1)$ (ohm/m)	DV (mv)	I (mA)	$\rho_a (2)$ (ohm/m)	ρ_a (média)
1	0	502499	9250616	100	10	1555,09	10,2	780	20,34	10,1	780	20,14	20,24
2	200	502545	9250452	100	10	1555,09	3,1	245	19,68	3,15	245	19,99	19,84
3	400	502591	9250288	100	10	1555,09	6,73	520	20,13	6,76	520	20,22	20,17
4	600	502637	9250124	100	10	1555,09	3,04	240	19,70	3,07	240	19,89	19,79
5	800	502691	9249886	100	10	1555,09	7,37	630	18,19	7,32	630	18,07	18,13
6	1000	502651	9249692	100	10	1555,09	4,2	780	8,37	4,22	780	8,41	8,39
7	1200	502664	9249498	100	10	1555,09	1,23	170	11,25	1,85	255	11,28	11,27
8	1400	502689	9249310	100	10	1555,09	1,18	200	9,18	1,17	200	9,10	9,14
9	1600	502645	9249122	100	10	1555,09	2,84	450	9,81	2,83	450	9,78	9,80
10	1800	502646	9248916	100	10	1555,09	2,88	380	11,79	2,87	380	11,75	11,77
11	2000	502603	9248726	100	10	1555,09	2,79	470	9,23	2,81	470	9,30	9,26
12	2200	502549	9248534	100	10	1555,09	6,19	465	20,70	6,23	465	20,83	20,77
13	2400	502495	9248340	100	10	1555,09	7,43	505	22,88	7,45	505	22,94	22,91
14	2600	502566	9248152	100	10	1555,09	1,42	150	14,72	1,42	150	14,72	14,72
15	2800	502453	9248002	100	10	1555,09	4,43	145	47,51	4,47	145	47,94	47,73
16	3000	502396	9247812	100	10	1555,09	5,39	78	107,46	5,41	78	107,86	107,66
17	3200	502318	9247638	100	20	753,98	8,3	170	36,81	7	135	39,10	37,95
18	3400	502289	9247444	100	10	1555,09	45,6	220	322,33	33,2	160	322,68	322,50




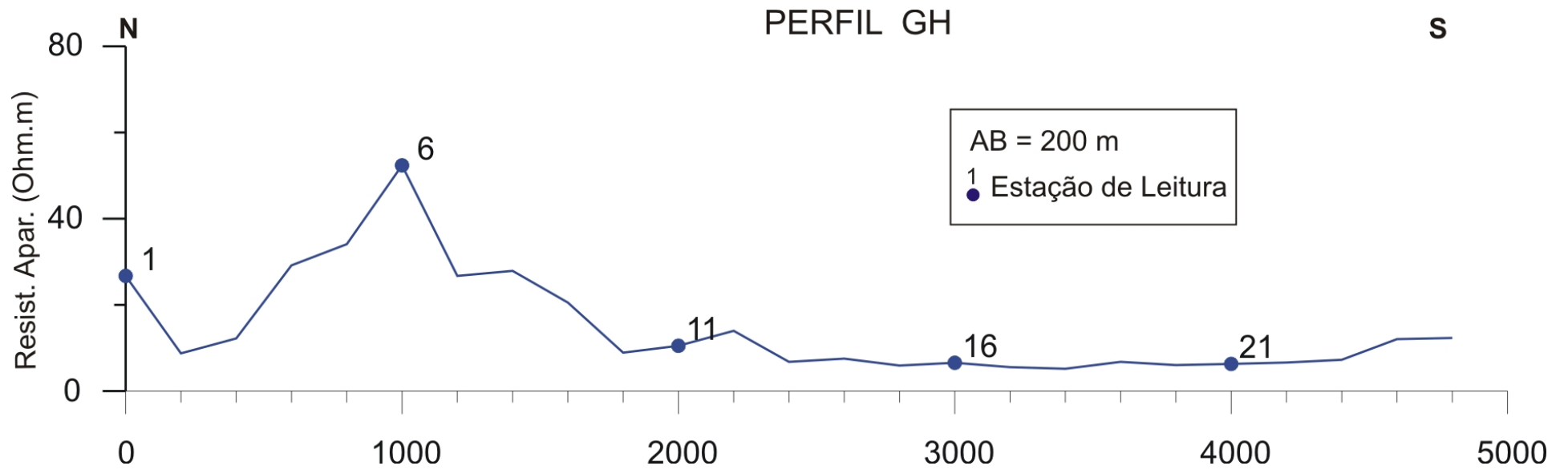
							PROJETO GEOFISICA DE BACIAS SEDIMENTARES DO NORDESTE BRASILEIRO						
PERFIL DE RESISTIVIDADE - CD													
LOCAL: BACIA LAVRAS DA MANGABEIRA - CEARÁ													
Pt.	Dist. (m)	UTM E	UTM N	AB/2 (m)	MN/2 (m)	k	DV (mv)	I (mA)	$\rho_a (1)$ (ohm/m)	DV (mv)	I (mA)	$\rho_a (2)$ (ohm/m)	ρ_a (média)
1	0	502592	9251200	100	10	1555,09	8,3	740	17,44	7,95	740	16,71	17,07
2	200	502513	9251014	100	10	1555,09	10,1	780	20,14	10,07	780	20,08	20,11
3	400	502371	9250878	100	10	1555,09	6,8	620	17,06	6,78	620	17,01	17,03
4	600	502216	9250754	100	10	1555,09	6,22	630	15,35	6,17	630	15,23	15,29
5	800	502048	9250660	100	10	1555,09	7,66	690	17,26	7,61	690	17,15	17,21
6	1000	501914	9250522	100	10	1555,09	9,28	830	17,39	9,21	830	17,26	17,32
7	1200	501733	9250442	100	10	1555,09	7,41	690	16,70	7,36	690	16,59	16,64
8	1400	501538	9250392	100	10	1555,09	7,71	670	17,90	7,68	670	17,83	17,86
9	1600	501393	9250264	100	10	1555,09	2,73	290	14,64	2,76	290	14,80	14,72
10	1800	501317	9250092	100	10	1555,09	1,92	280	10,66	1,94	280	10,77	10,72
11	2000	501181	9249950	100	10	1555,09	3,87	560	10,75	3,84	560	10,66	10,71
12	2200	500986	9249958	100	10	1555,09	5,7	780	11,36	5,64	780	11,24	11,30
13	2400	500796	9249920	100	10	1555,09	3,28	510	10,00	3,28	510	10,00	10,00
14	2600	500601	9249884	100	10	1555,09	3,62	670	8,40	3,5	670	8,12	8,26
15	2800	500433	9249796	100	10	1555,09	3,36	580	9,01	3,34	580	8,96	8,98
16	3000	500250	9249738	100	10	1555,09	3,92	680	8,96	3,93	680	8,99	8,98
17	3200	500056	9249698	100	10	1555,09	4,81	830	9,01	4,76	830	8,92	8,97
18	3400	499867	9249636	100	10	1555,09	4,11	710	9,00	4,09	710	8,96	8,98
19	3600	499694	9249538	100	10	1555,09	2,48	500	7,71	2,5	500	7,78	7,74
20	3800	499567	9249386	100	10	1555,09	2,73	470	9,03	2,71	470	8,97	9,00
21	4000	499418	9249254	100	10	1555,09	2,03	240	13,15	1,98	240	12,83	12,99
22	4200	499351	9249068	100	10	1555,09	6,36	460	21,50	6,33	460	21,40	21,45
23	4400	499387	9248874	100	10	1555,09	2,92	490	9,27	2,89	490	9,17	9,22
24	4600	499335	9248692	100	10	1555,09	2,93	460	9,91	2,92	460	9,87	9,89
25	4800	499196	9248552	100	10	1555,09	3,2	360	13,82	3,22	360	13,91	13,87
26	5000	499014	9248496	100	10	1555,09	2,34	340	10,70	2,31	340	10,57	10,63
27	5200	498827	9248448	100	10	1555,09	1,37	230	9,26	1,35	230	9,13	9,20
28	5400	498629	9248444	100	10	1555,09	2,01	340	9,19	2	340	9,15	9,17
29	5600	498432	9248414	100	10	1555,09	5,26	770	10,62	5,19	770	10,48	10,55
30	5800	498241	9248460	100	10	1555,09	5,81	750	12,05	5,75	750	11,92	11,98
31	6000	498035	9248492	100	10	1555,09	6,97	710	15,27	6,93	710	15,18	15,22
32	6200	497832	9248442	100	10	1555,09	10,1	860	18,26	10	860	18,08	18,17
33	6400	497635	9248410	100	10	1555,09	26,2	520	78,35	25,9	520	77,46	77,90
34	6600	497447	9248340	100	10	1555,09	12,8	170	117,09	12,8	170	117,09	117,09



							PROJETO GEOFISICA DE BACIAS SEDIMENTARES DO NORDESTE BRASILEIRO						
PERFIL DE RESISTIVIDADE - EF													
LOCAL: BACIA LAVRAS DA MANGABEIRA - CEARÁ													
Pt.	Dist. (m)	UTM E	UTM N	AB/2 (m)	MN/2 (m)	k	DV (mv)	I (mA)	$\rho_a (1)$ (ohm/m)	DV (mv)	I (mA)	$\rho_a (2)$ (ohm/m)	ρ_a (média)
1	0	486683	9246692	100	10	1555,09	3,34	365	14,23	3,32	365	14,14	14,19
2	200	486872	9246722	100	10	1555,09	5,98	620	15,00	5,96	620	14,95	14,97
3	400	487069	9246750	100	10	1555,09	0,68	120	8,81	0,68	120	8,81	8,81
4	600	487179	9246886	100	10	1555,09	0,39	78	7,78	0,39	78	7,78	7,78
5	800	487377	9246874	100	10	1555,09	1,43	200	11,12	1,44	200	11,20	11,16
6	1000	487530	9246776	100	10	1555,09	1,99	410	7,55	1,68	345	7,57	7,56
7	1200	487722	9246744	100	10	1555,09	1,23	355	5,39	1,23	355	5,39	5,39
8	1400	487889	9246850	100	10	1555,09	1,06	260	6,34	1,09	260	6,52	6,43
9	1600	488090	9246902	100	10	1555,09	2,25	525	6,66	2,31	530	6,78	6,72
10	1800	488242	9247020	100	10	1555,09	1,63	350	7,24	1,63	350	7,24	7,24
11	2000	488415	9247112	100	10	1555,09	0,67	200	5,21	0,69	200	5,37	5,29
12	2200	488498	9247292	100	10	1555,09	1,11	200	8,63	1,1	200	8,55	8,59
13	2400	488580	9247470	100	10	1555,09	0,63	68	14,41	0,64	68	14,64	14,52
14	2600	488573	9247660	100	10	1555,09	0,66	67	15,32	0,68	67	15,78	15,55
15	2800	488650	9247842	100	10	1555,09	1,79	44	63,26	1,77	44	62,56	62,91
16	3000	488727	9248012	100	10	1555,09	9,38	80	182,33	9,33	80	181,36	181,85
17	3200	488829	9248164	100	10	1555,09	6,04	240	39,14	5,96	240	38,62	38,88
18	3400	488750	9248320	100	10	1555,09	2,45	235	16,21	2,45	235	16,21	16,21
19	3600	488823	9248526	100	10	1555,09	4,35	450	15,03	4,35	450	15,03	15,03
20	3800	488933	9248688	100	10	1555,09	4,51	42	166,99	4,38	42	162,17	164,58
21	4000	489009	9248872	100	10	1555,09	3,22	13	385,18	3,86	16	375,17	380,17
22	4200	489134	9249024	100	10	1555,09	1,98	30	102,64	2,64	35	117,30	109,97
23	4400	489299	9249144	100	10	1555,09	0,7	34	32,02	0,79	32	38,39	35,20
24	4600	489434	9249288	100	10	1555,09	1,98	70	43,99	1,94	70	43,10	43,54
25	4800	489517	9249462	100	10	1555,09	4,14	26	247,62	4	26	239,24	243,43
26	5000	489555	9249660	100	10	1555,09	0,27	49	8,57	0,27	49	8,57	8,57
27	5200	489575	9249852	100	10	1555,09	0,76	73	16,19	0,75	73	15,98	16,08



							PROJETO GEOFISICA DE BACIAS SEDIMENTARES DO NORDESTE BRASILEIRO						
							PERFIL DE RESISTIVIDADE - GH						
							LOCAL: BACIA LAVRAS DA MANGABEIRA - CEARÁ						
Pt.	Dist. (m)	UTM E	UTM N	AB/2 (m)	MN/2 (m)	k	DV (mv)	I (mA)	$\rho_a (1)$ (ohm/m)	DV (mv)	I (mA)	$\rho_a (2)$ (ohm/m)	ρ_a (média)
1	0	489581	9250138	100	10	1555,09	7,74	450	26,75	7,72	450	26,68	26,71
2	200	489592	9249938	100	10	1555,09	1,98	350	8,80	1,95	350	8,66	8,73
3	400	489712	9249810	100	10	1555,09	2,36	300	12,23	2,35	300	12,18	12,21
4	600	489843	9249668	100	10	1555,09	4,32	230	29,21	4,3	230	29,07	29,14
5	800	489960	9249536	100	10	1555,09	4,78	220	33,79	4,85	220	34,28	34,04
6	1000	490088	9249390	100	10	1555,09	1,87	56	51,93	1,9	56	52,76	52,35
7	1200	490181	9249216	100	10	1555,09	0,88	53	25,82	0,94	53	27,58	26,70
8	1400	490234	9249024	100	10	1555,09	1,13	62	28,34	1,09	62	27,34	27,84
9	1600	490310	9248848	100	10	1555,09	3,55	270	20,45	3,58	270	20,62	20,53
10	1800	490242	9248670	100	10	1555,09	0,96	170	8,78	0,98	170	8,96	8,87
11	2000	490268	9248476	100	10	1555,09	0,56	80	10,89	0,52	80	10,11	10,50
12	2200	490274	9248282	100	10	1555,09	0,59	67	13,69	0,61	67	14,16	13,93
13	2400	490263	9248118	100	10	1555,09	1,21	280	6,72	1,21	280	6,72	6,72
14	2600	490085	9248022	100	10	1555,09	2,53	530	7,42	2,48	510	7,56	7,49
15	2800	490074	9247844	100	10	1555,09	1,17	310	5,87	1,18	310	5,92	5,89
16	3000	490097	9247664	100	10	1555,09	0,67	160	6,51	0,67	160	6,51	6,51
17	3200	490125	9247429	100	10	1555,09	0,7	200	5,44	0,72	200	5,60	5,52
18	3400	490150	9247222	100	10	1555,09	0,78	235	5,16	0,78	235	5,16	5,16
19	3600	490171	9247032	100	10	1555,09	2,28	525	6,75	2,27	525	6,72	6,74
20	3800	490313	9246896	100	10	1555,09	1	260	5,98	1	260	5,98	5,98
21	4000	490401	9246714	100	10	1555,09	1,22	300	6,32	1,2	300	6,22	6,27
22	4200	490438	9246519	100	10	1555,09	0,84	200	6,53	0,86	200	6,69	6,61
23	4400	490527	9246337	100	10	1555,09	1,4	300	7,26	1,38	300	7,15	7,21
24	4600	490559	9246142	100	10	1555,09	0,62	80	12,05	0,62	80	12,05	12,05
25	4800	490536	9245942	100	10	1555,09	0,78	100	12,13	0,8	100	12,44	12,29



ANEXO 03

Mapa Geológico com Localização das SEV's e Perfis de Resistividade

ANEXO 04

Mapa de Resistividades Aparentes – Linha AB de 200 metros

ANEXO 05

Pranchas de Fotografias



Vista geral do Local onde foi realizada a Sondagem Elétrica Vertical 01, na bacia sedimentar de Lavras da Mangabeira - Ceará (bacia Riacho do Meio).



Detalhe do centro da Sondagem Elétrica Vertical 01, com linha AB de 2000 metros. Equipamento utilizado corresponde a um Eletrorresistivímetro PER-500, fabricado pela DPM engenharia.



Fotografia exibindo o local onde foi realizada a Sondagem Elétrica Vertical 02, na bacia de Lavras da Mangabeira - Ceará (bacia Riacho do Rosário). O centro da SEV está posicionado após o carro.



Perfil de Resistividade (AB) realizado na bacia sedimentar de Lavras da Mangabeira - Ceará (bacia Riacho do Rosário).



Detalhe da aquisição dos dados ao longo do Perfil de Resistividade (AB). O equipamento utilizado corresponde a um VT-250 (transmissor) e VR-250 (receptor).



Fotografia obtida na estação de leitura 18 do Perfil de Resistividade (AB), exibindo afloramento de litotipos constituintes do embasamento cristalino.



Vista geral do Local onde foi realizado o Perfil de Resistividade (CD), na bacia sedimentar de Lavras da Mangabeira - Ceará (bacia Riacho do Rosário).



Fotografia exibindo com detalhe, a leitura realizada no início do Perfil de Resistividade (CD).



Estação 02 do Perfil de Resistividade (EF) realizado na bacia Riacho do Meio. Do lado esquerdo da fotografia afloram os arenitos (serrote) da Fm. Serrote do Limoeiro.



Perfil de Resistividade (EF) onde observa-se nas proximidades, afloramentos expressivos de arenito pertencente a Fm. Serrote do Limoeiro.



Estação 01 do Perfil de Resistividade (GH), bacia Riacho do Meio. Como visto na fotografia, esta estação foi realizada próxima a um poço profundo produtor.



Perfil de Resistividade (GH), esta leitura foi obtida sobre os sedimentos aluvionares, correspondente a estação 18.

META B 2.2 – GRAVIMETRIA

Autores: Dr. Raimundo Mariano Gomes Castelo Branco; Dr. David Lopes de Castro – UFC; Dr. Enéas Louzada - UFC

1. INTRODUÇÃO

O presente documento corresponde ao *Relatório Conclusivo do Levantamento Gravimétrico* da Bacia Sedimentar Lavras da Mangabeira (Fase 2 do Projeto: Comportamento de Bacias sedimentares da Região Semi-Árida do Nordeste Brasileiro), em resposta ao **Termo de Referência para Levantamentos Geofísicos na Bacia de Lavras da Mangabeira** (PROJETO CTHIDRO - Convênio N°. 01.04.0623.00 – CPRM/FINEP).

Este tem como objetivos apresentar de forma detalhada todas as atividades executadas durante o levantamento de dados geofísicos pelo método da Gravimetria, com o intuito de mapear o contorno do topo do embasamento cristalino, resultando na indicação de variações de espessura do pacote sedimentar da bacia, bem como investigar a ocorrência de *grabens* e *horsts*. Os procedimentos para o estabelecimento das estações gravimétricas e plano-altimétricas são descritos abaixo, assim como o pós-processamento dos dados de posicionamento e altimetria obtidos com um sistema GPS Diferencial e as reduções gravimétricas. As correções dos dados gravimétricos são apresentadas de forma detalhada, bem como a separação das componentes regional e residual do campo gravimétrico e as modelagens 3-D e 2-D da bacia. Os mapas das anomalias gravimétricas e os mapas e perfis das profundidades do topo do embasamento são também apresentados e discutidos.

O levantamento gravimétrico envolveu um reconhecimento da região das bacias sedimentares de Lavras da Mangabeira (Fig. 1), através de uma malha com 74 estações regularmente espaçadas de cerca de 1,0 km. As coordenadas do polígono, que envolve a área a ser pesquisada, são: 38° 56' 29'' e 39° 08' 18'' de Longitudes Oeste e 06° 46' 11'' e 06° 49' 56'' de Latitudes Sul. Para que as grandezas determinadas pudessem ser vinculadas ao Sistema Geodésico Brasileiro, a rede geodésica foi estendida até a área de trabalho, através da implantação de uma rede plani-altimétrica e de uma rede gravimétrica complementares. As estações destas redes constituíram o apoio complementar ao levantamento gravimétrico da bacia.

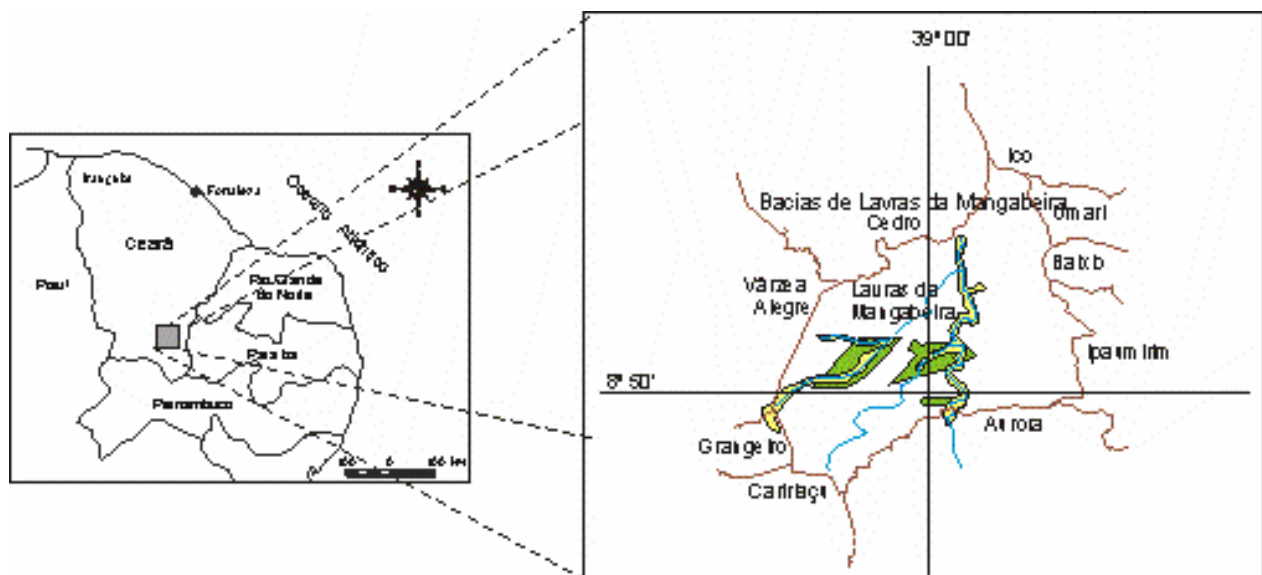


Fig. 1. Localização do município e das Bacias Sedimentares de Lavras da Mangabeira no sul do estado do Ceará.

2. POSICIONAMENTO PLANI-ALTIMÉTRICO

2.1. Estações Plani-altimétricas Complementares

A determinação das estações do apoio plani-altimétrico complementar foi realizada com um sistema GPS Diferencial ProMark2, Thales Navegation Inc., tendo como referência o Sistema Geodésico Brasileiro, de responsabilidade do IBGE. Três estações plani-altimétricas complementares foram implantadas nas Referências de Nível (RRNN) 491N, 491R e 1890A, tendo-se assegurado que as distâncias dos pontos gravimétricos às respectivas estações complementares de referência não são superiores a 10 km. A descrição de cada estação plani-altimétrica complementar encontra-se na Tabela 1. As altitudes determinadas por nivelamento geométrico das estações em questão foram obtidas nos Relatórios de Estações Geodésicas do IBGE. Por outro lado, as coordenadas planimétricas das estações foram obtidas utilizando o método absoluto e não o diferencial, através do rastreamento GPS durante o levantamento geofísico. Sucessivas ocupações destas estações nos levantamentos diários, com equipamento GPS geodésico, conjugadas com os dados altimétricos de precisão das RRNN's permitiram obter-se um nível de precisão plani-altimétrica adequado ao padrão exigido pelo Termo de Referência.

A escolha das referências de nível do IBGE do apoio plani-altimétrico complementar foi guiada por vários critérios: a) localização exata dos marcos do IBGE, visto que em sua maioria encontram-se destruídos; b) sua localização espacial referente à área levantada; c) condições de acessibilidade e segurança para o equipamento e pessoal técnico; e d) ausência de obstáculos que dificultem a recepção do sinal GPS. Como mencionado acima, as RRNN's apresentam obstrução parcial de diferentes níveis. Contudo, tomou-se a precaução de monitorar-se continuamente o PDOP (*Position Dilution of Precision*) durante o rastreamento dos equipamentos da base e itinerante. O PDOP é o parâmetro estatístico necessário para garantir a adequação de uma estação base para o rastreamento GPS Diferencial. Este deve ser sempre inferior a 4,0, de modo a garantir uma qualidade aceitável para os posicionamentos adquiridos (Pestana, 2002). No levantamento plani-altimétrico, o PDOP variou entre 1,4 e 3,8 (ANEXO I), propiciando uma precisão horizontal e vertical dentro dos objetivos estabelecidos no Termo de Referência.

Tab. 1. Referências de Nível complementares para posicionamento plani-altimétrico na bacia de Lavras da Mangabeira

RN	Coordenadas				Descritivo
	Long	Lat	UTM(E)	UTM(N)	
491N	-38,9700	-6,7550	503315	9253332	Chapa cravada na plataforma da estação ferroviária, junto à porta da sala de espera. Lavras da Mangabeira.
491R	-38,9986	-6,7664	500153	9252073	4 m da margem esquerda; 90 m aquém do pontilhão sobre o córrego do Pontilhão; 4,5 km além da estação ferroviária de Lavras da Mangabeira; 4,5 km aquém do entroncamento para a localidade de Mangabeira.
1890A	-39,1186	-6,7564	486893	9253177	Chapa cravada defronte a entrada principal da Igreja de São Sebastião, na localidade de Mangabeira.

2.2. Estações Plani-altimétricas da bacia Lavras da Mangabeira

Na área pesquisada, 74 estações gravimétricas e plani-altimétricas foram estabelecidas concomitantemente (Fig. 2). Os dados obtidos pelo rastreamento do par de GPS foram processados no *software Astech Solutions v. 2.70*, obtendo-se informações plani-altimétricas com erro de posicionamento não superior a 10 cm nos planos horizontais e vertical. As planilhas diárias com as coordenadas geográficas, altimetria de cada estação, além da precisão e os relatórios do processamento dos dados DGPS são apresentadas no ANEXO I. A Figura 3 apresenta a distribuição espacial das estações na área pesquisada.

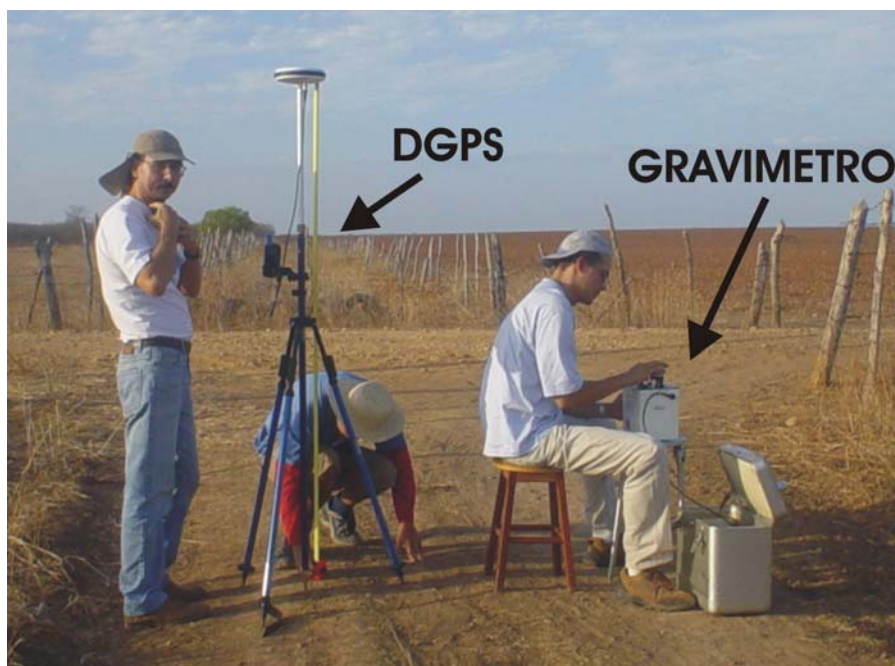


Fig. 2. Estabelecimento de estação gravimétrica e plani-altimétrica na bacia Lavras da Mangabeira.

3. ESTAÇÕES GRAVIMÉTRICAS BASE

De acordo com o Termo de Referência para Levantamentos Geofísicos na Bacia de Lavras da Mangabeira (CPRM/FINEP), duas estações de apoio gravimétrico complementar foram estabelecidas na área levantada, cujos valores de gravidade foram transportados diretamente da Estação de Icó (Nº 0171484) da Rede Gravimétrica Fundamental Brasileira – RGFB (Fig. 4), 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. As RN's 491N e 1890A foram selecionadas para o estabelecimento das referidas estações complementares (Figs. 3 e 4). A Figura 5 apresenta os esboços esquemáticos das localizações das estações complementares nas cidades de Lavras da Mangabeira e Mangabeira, respectivamente.

A Linha LM001 (ANEXOS II e III) apresenta os valores de gravidade obtidos para as estações complementares, cujas discrepâncias foram iguais a 0,03 mGal dos valores médios obtidos. A gravimetria foi executada com gravímetro geodésico do tipo Lacoste & Romberg, Modelo G, com intervalo de operação de pelo menos 6000 mGal, repetibilidade de medida melhor do que 0,01 mGal e deriva menor do que 1 mGal por mês.

4. ESTABELECIMENTO DE ESTAÇÕES GRAVIMÉTRICAS

O posicionamento das 74 estações de medidas, regularmente espaçadas de aproximadamente 1,0 km no terreno, foi estabelecido com base na grade ideal, adaptada às facilidades de acesso e às características do relevo circunvizinho, visando minimizar o efeito da topografia sobre o valor da gravidade (Fig. 3). O levantamento gravimétrico foi executado em circuitos fechados, tendo como pontos de partida e chegada as estações gravimétricas complementares distintas pré-estabelecidas. Para a uma identificação mais explícita das estações base RN491N e RN1890A, estas foram codificadas como 100001 e 100002, respectivamente.

Todos os 05 circuitos gravimétricos foram fechados no período inferior a 12 horas e nenhum deles apresentou erro de fechamento superior a 0,1 mGal, após a correção de maré. As cadernetas de campo estão dispostas no ANEXO II.

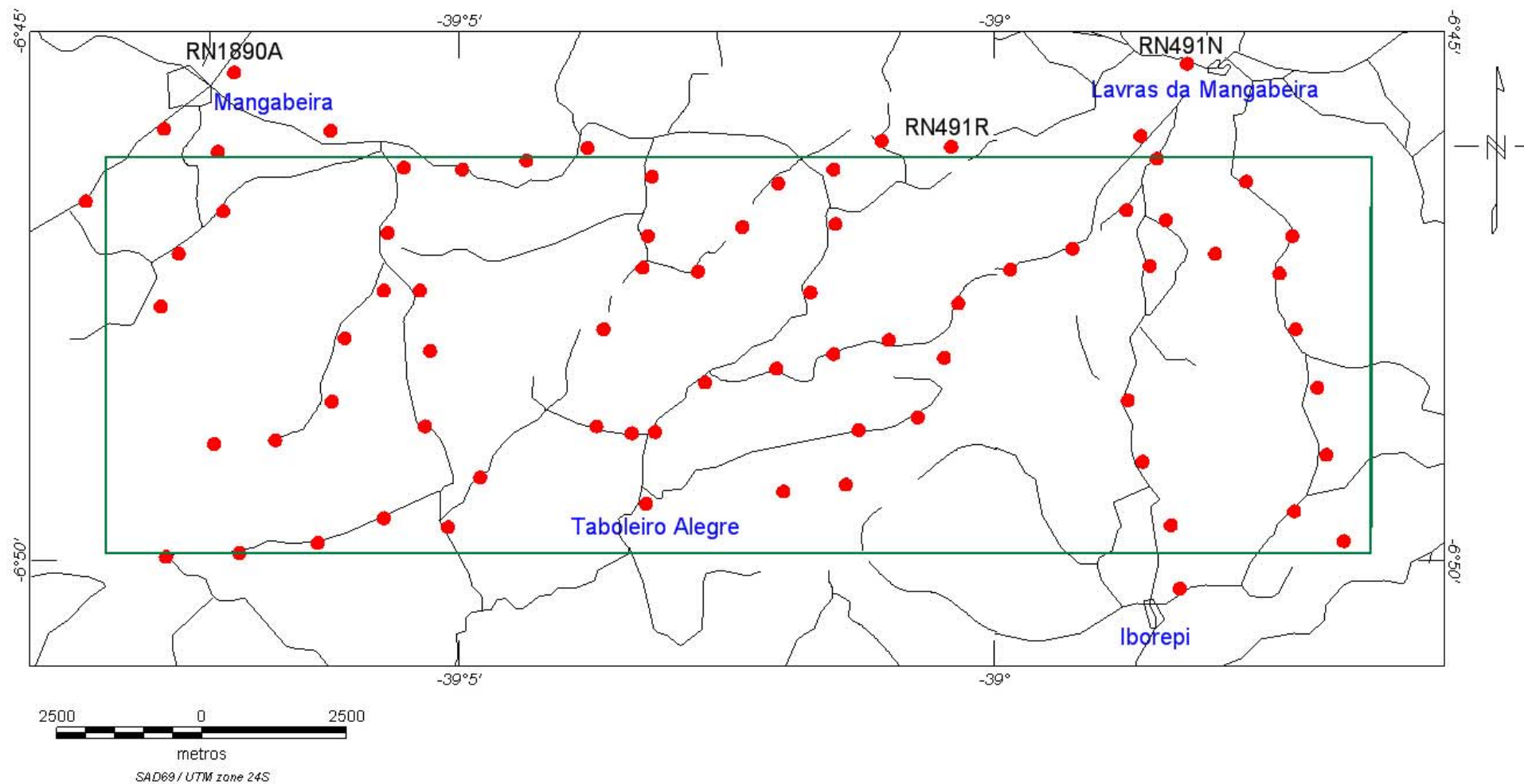


Fig. 3. Mapa de localização das estações gravimétricas e plani-altimétricas da bacia Lavras da Mangabeira, bem como das Referências de Nível complementares para o levantamento gravimétrico e posicionamento plani-altimétrico.



Fig. 4. Estações-base do levantamento gravimétrico: (A) Mastro do Relógio (Icó); (B) Estação ferroviária de Lavras da Mangabeira; e (C) Igreja Matriz de Mangabeira.



Fig. 5. Esboços esquemáticos das estações base do levantamento gravimétrico em Lavras da Mangabeira (RN491N) e Mangabeira (RN1890A). Ver descritivo das RRNN's na Tabela 1.

4.1. Cálculo da Anomalia Bouguer

Para a determinação da anomalia Bouguer foram calculados os valores da gravidade nos pontos observados em cada circuito, corrigidos dos seguintes efeitos sistemáticos: tabela de calibração do gravímetro, maré luni-solar, deriva estática, deriva dinâmica e escala residual do gravímetro em relação ao datum gravimétrico. Para o cálculo dos valores da anomalia Bouguer, foram incluídas as correções da gravidade normal, de Ar-Livre, de Bouguer e do terreno. As correções de Bouguer e de terreno foram calculadas para o valor de densidade média estimado para o embasamento local igual a $2,67 \text{ g/cm}^3$. Os aplicativos SEDGRAV e REDGRAV, desenvolvidos pela Divisão de Pesquisas e Análises (DEGED/IBGE) em parceria com a Escola Politécnica (USP), serão empregados para as reduções gravimétricas e cálculo das anomalias Bouguer. As correções gravimétricas são descritas a seguir:

A. Fator de Escala do Instrumento

O fator de escala do instrumento converte a leitura instrumental para um valor relativo em mGal baseado na tabela de calibração do gravímetro:

$$r_c = r \cdot S(r) \quad (1)$$

onde r_c é a leitura corrigida em mGal, r a leitura instrumental em unidades do contador e $S(r)$ o fator de escala (unidades/mGal).

B. Correção de Maré

As leituras são corrigidas da variação de maré devido à atração gravitacional do sistema Luni-Solar para a data e local da observação. Apenas uma simplificação desta correção será apresentada aqui, visto que sua formulação completa é bastante complexa,

$$r_t = r_c + g_{cm} \quad (2)$$

onde r_t é a leitura corrigida da maré e r_c a leitura corrigida da Equação 1 e g_{cm} a correção de maré.

C. Correção de Altitude

Cada leitura é corrigida para a altura do instrumento sobre a estação gravimétrica ou base sobre a qual a elevação é medida:

$$r_h = r_t + 0,308596 h_i \quad (3)$$

onde r_h é a leitura corrigida da altura do instrumento, r_t a leitura corrigida da maré (Eq. 2) e h_i altitude do instrumento em metros. Nas planilhas de Reduções dos Dados Gravimétricos (Anexo III), a coluna "ALT" apresenta a altitude da leitura do gravímetro, ou seja, a altitude do terreno somada ao desnível do gravímetro em relação ao solo (coluna "DESN") da Caderneta de Observações do Levantamento Gravimétrico (Anexo II). Durante o levantamento gravimétrico, ocorreram três situações distintas para a leitura gravimétrica nas estações de medidas com o gravímetro posicionado: a) diretamente no solo - Desnível igual a zero; b) encima de um prato com nível - Desnível próximo a 0,1 m; e c) encima de um tripé - Desnível em torno de 0,50 m. No intuito de tornar explícita a diferença entre os valores da coluna "ALT" e a altitude do terreno, obtida no levantamento planialtimétrico (Anexo I).

D. Correção da Deriva Instrumental

A deriva é calculada com base no erro de fechamento entre a primeira e a última leitura na estação-base de cada linha gravimétrica:

$$d = \frac{(r_{B2} - r_{B1}) - (g_{B2} - g_{B1})}{t_{B2} - t_{B1}} \quad (4)$$

onde d é a deriva em mGal/hora, r_{B1} e r_{B2} as leituras na base, t_{B1} e t_{B2} as datas das leituras e g_{B1} e g_{B2} valor absoluto da gravidade em mGal.

E. Gravidade Absoluta

A gravidade absoluta é a atração gravitacional terrestre na estação de medida:

$$g_a = g_{B1} + (r_h - r_{B1}) - (t - t_{B1}) d \quad (5)$$

onde g_a é a gravidade absoluta em mGal, g_{B1} a gravidade absoluta na base 1, r_h a leitura corrigida da altitude (Eq. 3), r_{B1} a leitura na base 1, t a data da leitura, t_{B1} a data da leitura na base 1 e d a deriva instrumental (Eq. 4).

F. Correção de Latitude

A correção de latitude requer a gravidade teórica para o local de medida sobre o esferóide terrestre. A Formula Internacional de 1967 foi utilizada para o cálculo da gravidade teórica:

$$g_l = 978031,846 \cdot [1 + 0,005278895 \text{ sen}^2(l) - 0,000023462 \text{ sen}^4(l)] \quad (6)$$

onde g_l é a gravidade teórica em mGal (correção de latitude) e l a latitude da estação.

G. Anomalia Ar-Livre

A correção Ar-Livre é calculada pela subtração da correção de latitude (gravidade teórica) da gravidade absoluta, adicionando a correção para a elevação da estação:

$$g_{fa} = g_a - g_l + 0,308596 h_s \quad (7)$$

onde g_{fa} é a anomalia Ar-Livre em mGal, g_a a gravidade absoluta (Eq. 5), g_l correção de latitude (Eq. 6) e h_s a elevação da estação em metros.

H. Anomalia Bouguer

A anomalia Bouguer corrige a anomalia Ar-Livre para as massas topográficas que existem entre a elevação da estação de medida e o esferóide de referência:

$$g_{ba} = g_{fa} - 0,0419088 \cdot [.h_s + (.w - .)h_w + (.i - .w)h_i] \quad (8)$$

onde g_{ba} é a anomalia Bouguer, g_{fa} a anomalia Ar-Livre (Eq. 7), ρ a densidade das rochas em g/cm^3 , h_s a elevação da estação em metros, ρ_w a densidade da água em g/cm^3 , h_w profundidade da água em metros (incluindo gelo), ρ_i a densidade do gelo em g/cm^3 , h_i a espessura do gelo em metros.

I. Anomalia Bouguer Completa

A anomalia Bouguer completa corrige a anomalia Bouguer das atrações gravimétricas das massas topográficas nas vizinhanças do ponto de observação:

$$g_{cba} = g_{ba} + g_{tc} \quad (9)$$

onde g_{cba} é a anomalia Bouguer completa em mGal, g_{ba} a anomalia Bouguer (Eq. 8) e g_{tc} a correção de terreno em mGal, descrita a seguir.

J. Correção de Terreno

As correções de terreno foram calculadas em duas etapas, utilizando-se o aplicativo EFFECT, desenvolvido por Banerjee (1998). A primeira é concernente ao relevo próximo do ponto, até uma distância de 100 m, baseada nas estimativas *in loco* dos desníveis relativos ao ponto, em cada quadrante circunvizinho, para compartimentos delimitados pelos raios de 20 m e 100 m. Estas estimativas são baseadas nos dados topográficos adquiridos nas estações de medidas (ANEXO I). A segunda, para a distância entre 100 m e 6 km, a partir do modelo digital do terreno obtido pela interpolação de dados topográficos do programa *Shuttle Radar Topography Mission* (SRTM). Estes dados topográficos oferecem resolução vertical de 16 m, estando dispostos em uma malha regular de 90 m

de lado. A Figura 6 apresenta um modelo digital de terreno obtido pela interpolação dos referidos dados SRTM para a região em torno da área pesquisada.

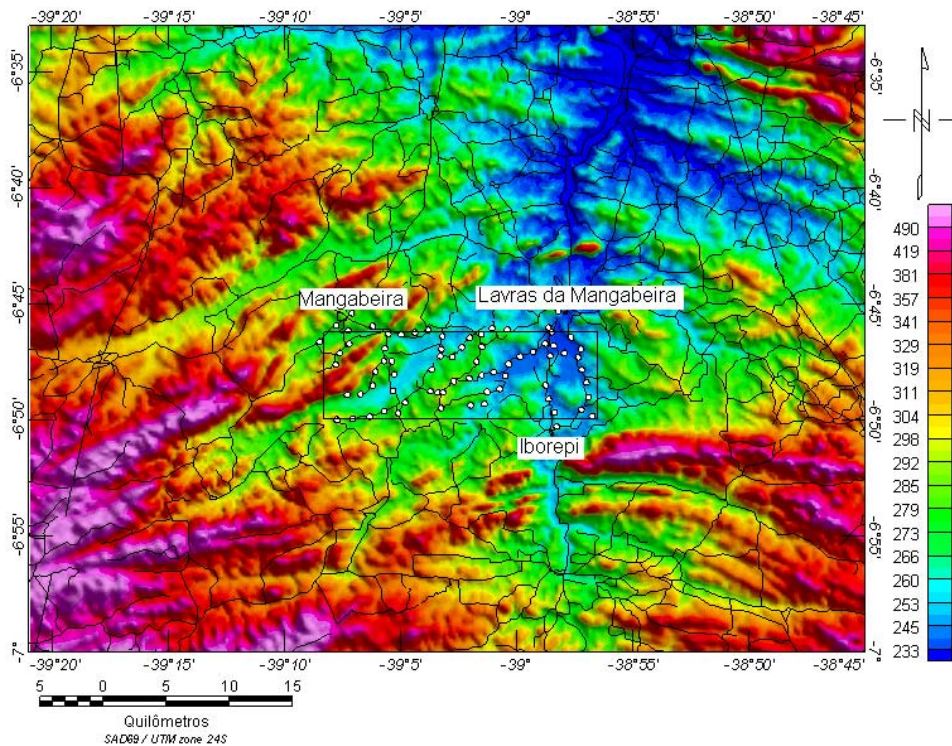


Fig. 6. Modelo digital de terreno obtido com os dados do SRTM e utilizado para o cálculo da correção de terreno. As altitudes estão referenciadas ao geóide WGS84 EGM96.

As planilhas com a correção de maré, gravidades observada e teórica e as anomalias Ar-Livre, correção de terreno e anomalias Bouguer completas estão dispostas no ANEXO III.

4.2. Mapa de Anomalias Bouguer

O mapa de anomalias Bouguer foi confeccionado a partir de uma malha regular com células quadradas de 500 m de lado, utilizando o método de interpolação *Kriging*. Para a interpolação da malha, foi calculado um semi-variograma, que apresenta a correlação dos dados como uma função da distância. A análise do semi-variograma permitiu selecionar o modelo que melhor define a variância do conjunto de dados. A Figura 7 mostra o mapa de anomalias Bouguer da bacia Lavras da Mangabeira, no qual observa-se dois mínimos gravimétricos com amplitudes inferiores a -40 mGal, envolvidos em um suave gradiente gravimétrico de direção N-NW. O mínimo gravimétrico a oeste mostra-se mais pronunciado (-45 mGal), com seu eixo principal orientado para N45°E e extensões de 11 km por 6,5 km, nas direções NE-SW e NW-SE, respectivamente. O segundo mínimo (-40 mGal), a leste, apresenta dimensões mais modestas (8,5 km por 4 km) e orientação entorno de N80°E. Dois máximos gravimétricos são observados a sul de Tabuleiro Alegre (-31,5 mGal) e no extremo NW da área (-32,5 mGal), denotando variações de densidade locais no embasamento da bacia.

A carta de anomalia Bouguer na escala 1:25.000 encontra-se em anexo, contendo os intervalos iso-anômalos representados em uma escala de cores, com curvas de contorno. Os pontos gravimétricos estão corretamente locados na carta de anomalia Bouguer, com os respectivos números de identificação.

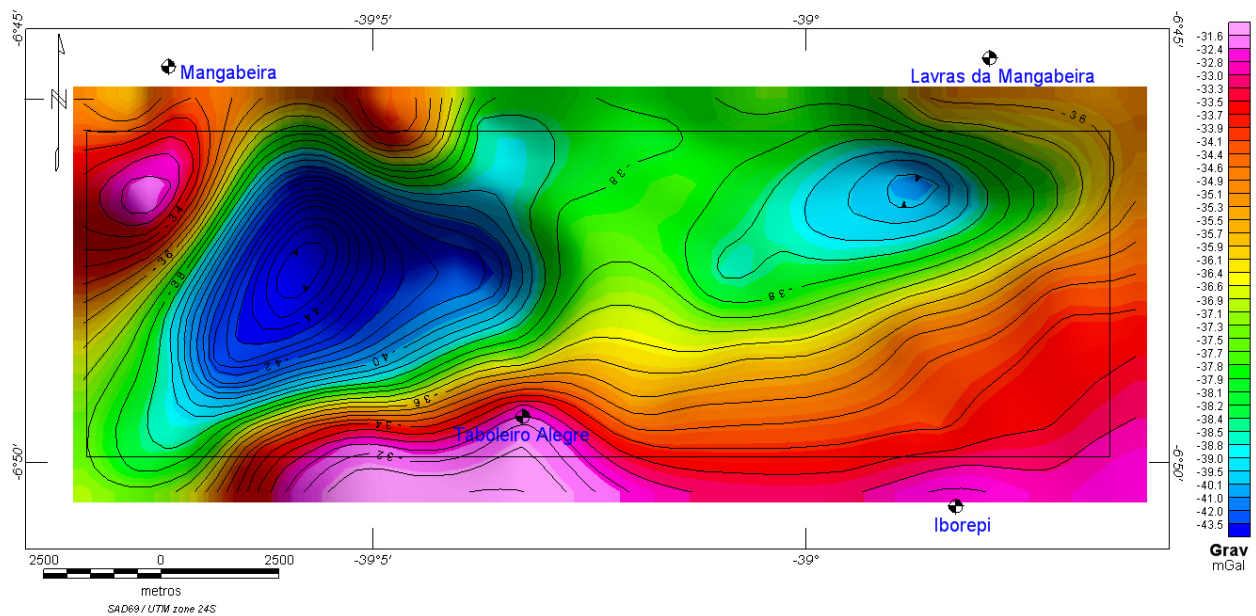


Fig. 7. Mapa de anomalias Bouguer da bacia Lavras da Mangabeira.

4.3. Mapa de Anomalias Regionais

A separação das componentes regional e residual do campo anômalo foi efetuada através da aplicação de um filtro espectral gaussiano, cujos parâmetros são: a) o comprimento de onda de corte em unidades de campo, que representa o desvio padrão; e b) o tipo de filtro, sendo Passa-baixa para a componente regional e Passa-alta para a componente residual. Após vários testes, o valor do comprimento de onda de corte foi de 0,1 ciclos/unidade, escolhido a partir da correlação dos resultados com a cartografia geológica de superfície.

A Figura 8 apresenta o mapa de anomalias regionais, onde se destaca um gradiente regional com orientação N-NW, que varia de -31 mGal no extremo sul da área até -39 mGal na porção norte. Na região das sub-bacias, se destacam anomalias acima de -39,5 mGal. Por fim, a carta de anomalias regionais na escala 1:25.000 encontra-se no Anexo IV, contendo os intervalos iso-anômalos representados em uma escala de cores, com curvas de contorno.

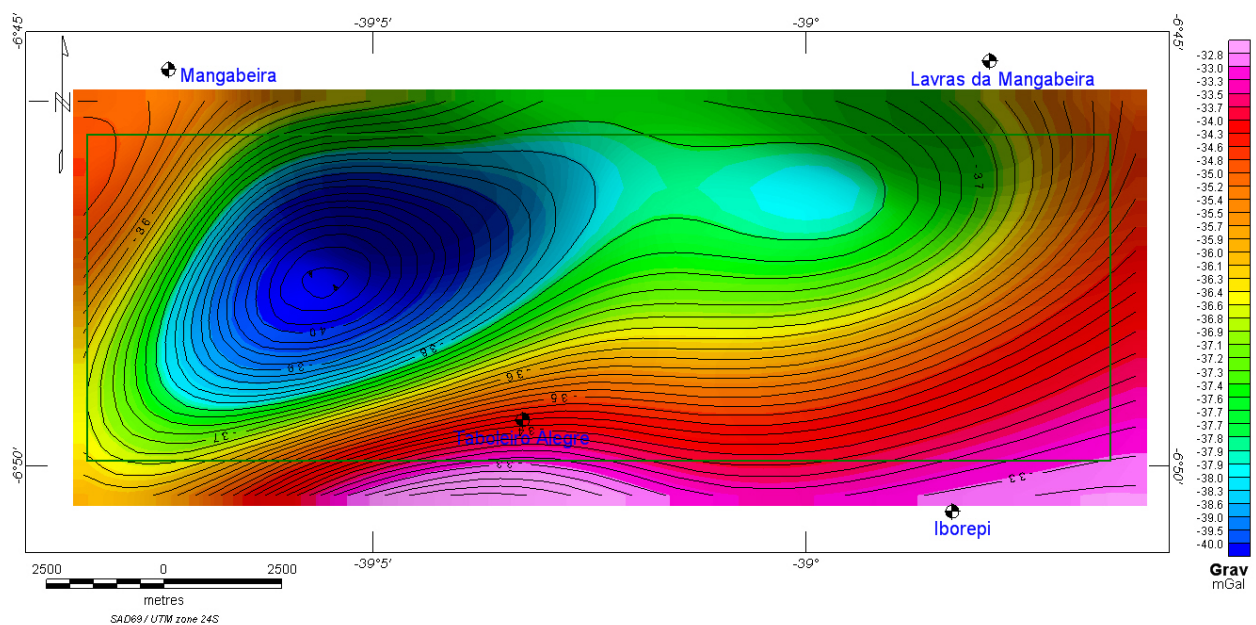


Fig. 8. Mapa de anomalias regionais da bacia Lavras da Mangabeira.

4.4. Mapa de Anomalias Residuais

O mapa de anomalias residuais apresenta a componente residual do campo gravimétrico sem a influência do gradiente regional (Fig. 9). A assinatura gravimétrica é bem definida por seis máximos e dois mínimos gravimétricos de curto comprimento de onda (< 10 km). Estes últimos representam as rochas sedimentares menos densas da bacia Lavras da Mangabeira, que estão separados por um alto gravimétrico de 0,2 mGal na porção central da área. A anomalia oeste sugere um graben assimétrico com eixo N35°E e um espesso pacote sedimentar, com amplitude de -5,0 mGal. Em relação à anomalia leste, os valores máximos de -2,6 mGal sugere uma espessura menos pronunciada e uma inflexão de NE-SW para E-W do graben para leste. Outras anomalias (positivas e negativas) de menor comprimento de onda parecem representar variações de densidade no arcabouço estrutural da bacia.

Para modelagem gravimétrica 2-D, foram selecionados os perfis L1N e L2E, cortando perpendicularmente as duas sub-bacias (Fig. 9). A carta de anomalias residuais na escala 1:25.000 encontra-se no Anexo IV, contendo os intervalos iso-anômalo representados em uma escala de cores, com curvas de contorno.

4.5. Modelagem Gravimétrica

4.5.1. Modelagem 3-D

A modelagem gravimétrica 3-D da bacia Lavras da Mangabeira foi efetuada através de um programa de computador desenvolvido por Castro & Castelo Branco (1999), adaptado do procedimento computacional para a modelagem geofísica de anomalias gravimétricas devidas a fontes tridimensionais com contraste de densidade lateralmente uniforme e linearmente decrescente com a profundidade proposto por Rao & Babu (1991). Do ponto de vista geológico, o modelo em questão considera que a diminuição no contraste de densidade ($\Delta\rho$) em bacias sedimentares representa um aumento na compactação dos sedimentos em função da profundidade, que por sua vez pode ser aproximado pela seguinte função quadrática (Rao, 1986),

$$\Delta\rho(z) = a_0 + a_1z + a_2z^2, \quad (10)$$

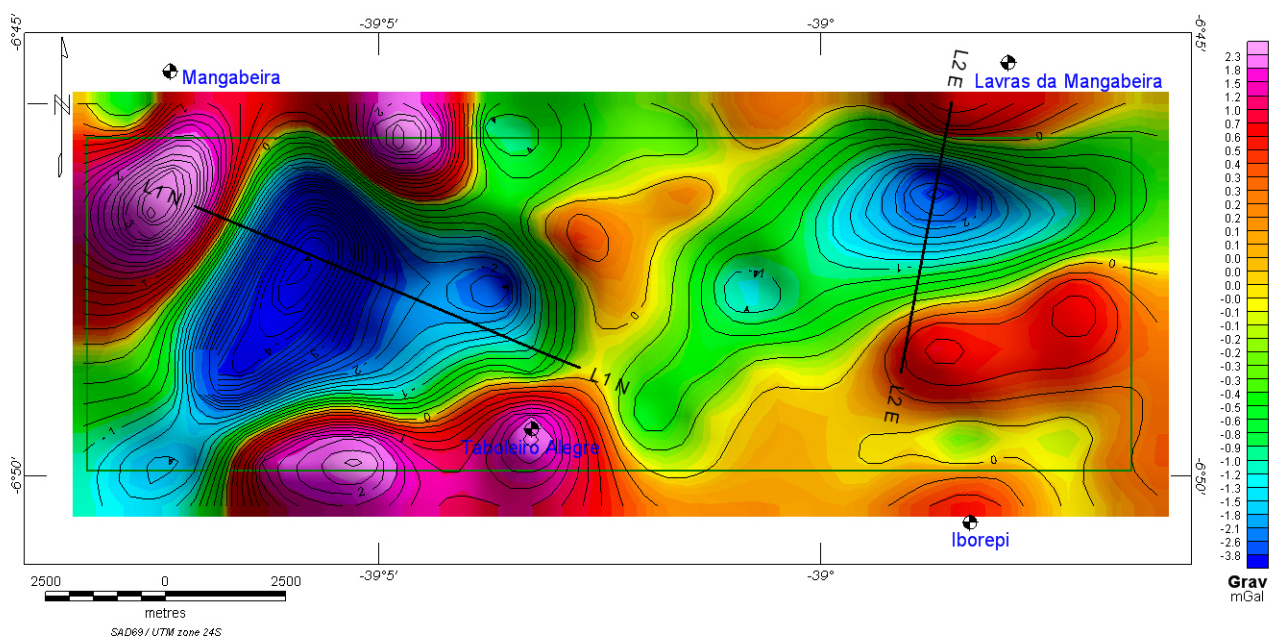


Fig. 9. Mapa de anomalias residuais da bacia Lavras da Mangabeira, com a localização dos perfis gravimétricos L1N e L2E utilizados na modelagem gravimétrica 2-D (Fig. 11).

onde z representa a profundidade medida (positiva para baixo), a_0 é o valor do contraste de densidade na superfície e a_1 e a_2 são constantes da função quadrática.

As profundidades do relevo do embasamento são estimadas a partir das espessuras de prismas verticais justapostos, centrados sobre a malha regular obtida pela interpolação das observações gravimétricas. O valor inicial para a profundidade da base do prisma em um ponto (i,j) qualquer da malha é obtido por

$$Z(i,j)^{(1)} = g_{obs}(i,j) / 2p \cdot a_0 \quad (11)$$

onde g_{obs} é a anomalia gravimétrica observada e γ é a constante gravitacional universal. O efeito gravimétrico devido ao conjunto total de prismas (g_{calc}) é calculado para cada ponto da malha, usando-se as espessuras obtidas nas iterações prévias. A diferença entre as anomalias observada e estimada na k -ésima iteração ($\Delta g^{(k)}$) é calculada e então uma nova estimativa para as espessuras dos prismas é obtida pela expressão

$$Z(i,j)^{(k+1)} = [g(i,j)^{(k)} / 2p \dots] + Z(i,j)^{(k)} \quad (12)$$

O processo é repetido até a anomalia estimada ajustar-se satisfatoriamente à anomalia observada. O modelo prismático final representa a melhor estimativa para o topo do embasamento cristalino da bacia sedimentar fornecida pelo método de inversão. Nas áreas onde a anomalia gravimétrica observada é positiva o algoritmo assume uma espessura igual a zero para o prisma.

O contraste de densidade é o único parâmetro a ser definido para iniciar o processo de inversão (Eqs. 11 e 12). Um valor inicial de $-0,3 \text{ g/cm}^3$ foi escolhido baseado em dados de perfilagem geofísica na bacia Potiguar (Castro et al., 2006), visto que a evolução tectono-sedimentar da fase rifte desta bacia é bastante similar a da bacia Lavras da Mangabeira. Contudo, a escolha final do contraste de densidade de $-0,27 \text{ g/cm}^3$ foi determinada pela comparação dos resultados da modelagem 3-D e as informações obtidas através de duas sondagens elétricas verticais, executadas no âmbito deste projeto (Tab. 2). O ajuste entre as profundidades do topo do embasamento, obtidas nas modelagens gravimétrica e das SEV01 e SEV02, foi da ordem de 4,2 e 9,0 m, respectivamente.

Tab. 2. Profundidades do topo do embasamento da bacia Lavras da Mangabeira com base na inversão de dados de Sondagens Elétricas Verticais (SEV's).

SEV	Coordenadas				Profundidades (m)		
	Longitude	Latitude	UTM(E)	UTM(N)	SEV	GRAV	Diferença
01	-39,0903	-6,8055	490021	9247754	258,31	254,09	4,22
02	-38,9771	-6,7911	502530	9249341	129,9	120,78	9,12

Entretanto, dois poços profundos (LAVMA 05 e LAVMA 06) a SW de Lavras da Mangabeira, com profundidades de 155 e 210 m, não atingem o topo do embasamento. Nestes locais, as espessuras obtidas na inversão gravimétrica são de 131 e 143 m, respectivamente. Para ajustar o modelo geofísico aos dados dos poços, foi necessário diminuir o contraste de densidade para $-0,20 \text{ g/cm}^3$. Desta forma, a densidade média do pacote sedimentar ficaria em torno de $2,5 \text{ g/cm}^3$, valor este muito elevado em relação as densidades médias das bacias sedimentares da região. Além disso, a diferença entre as profundidades do embasamento obtidas pela gravimetria e eletro-resistividade seria agora superior a 100 m. Diante do exposto, optou-se por manter o contraste de densidade igual a $-0,27 \text{ g/cm}^3$, parametrizado pelos resultados das SEV's, e tecer as seguintes considerações sobre as diferenças entre as profundidades do modelo gravimétrico e dos referidos poços: a) as duas sub-bacias podem apresentar densidades diferentes e/ou ocorrem variações expressivas nas densidades das rochas do embasamento cristalino, sendo necessário um maior conhecimento das densidades tanto do pacote sedimentar como do seu arcabouço estrutural; e b) a resolução espacial do modelo gravimétrico 3-D está limitada a uma cobertura de uma estação por km^2 , insuficiente para localizar em sub-superfície estruturas inferiores a 250 a 500 m e passível de gerar discrepâncias pontuais. Nesse caso, o aumento da cobertura gravimétrica forneceria um modelo geofísico mais acurado.

O mapa estrutural do topo do embasamento, obtido pela inversão dos dados gravimétricos, é apresentado na Figura 10. A bacia Lavras da Mangabeira é dividida em duas sub-bacias, na forma de *grabens* assimétricos, e separadas por um alto estrutural e/ou topográfico (Fig. 6) do embasamento. A sub-bacia oeste mostra-se mais espessa, com seu depocentro principal de até 700 m de espessura, orientado para N40°E. O *graben* central é dividido por um *horst* pouco expressivo a leste da SEV01. Esta sub-bacia é estendida para leste, onde se localiza um depocentro secundário de 250 m de espessura. A sub-bacia leste apresenta uma extensão um pouco superior ($\approx 12,5$ km), porém com espessuras mais modestas (< 340 m). Seu eixo principal de direção N50°E encontra-se curvado para E-W, na sua porção leste. Depocentros secundários são observados na porção SW, com espessuras inferiores a 100 m.

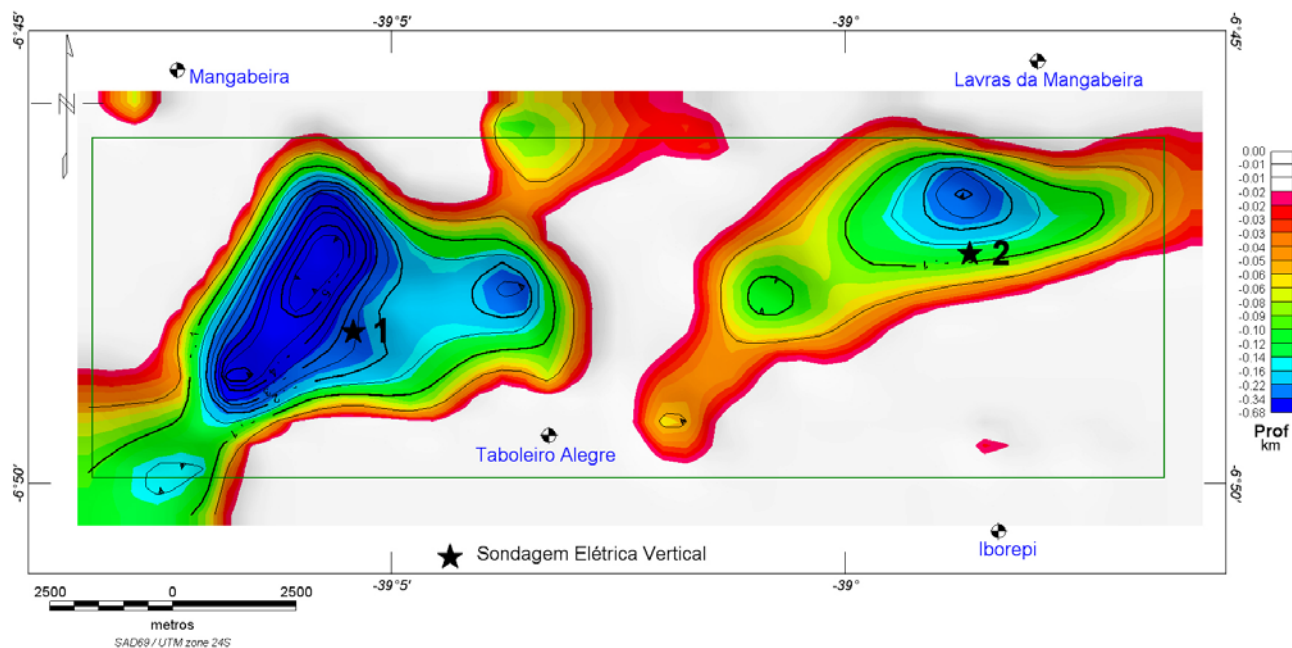


Fig. 10. Arquitetura interna da bacia Lavras da Mangabeira com as profundidades do topo do embasamento em quilômetros e localização das SEV's que permitiram parametrizar a escolha do contraste de densidade para a modelagem 3-D.

4.5.2. Modelagem 2-D

A inversão dos perfis gravimétricos L1N e L2E (Fig. 8) foi efetuada através de um programa de computador desenvolvido no Laboratório de Geofísica de Prospecção e Sensoriamento Remoto (LGPSR), adaptado do procedimento computacional GMINV, proposto por Rao et al. (1995), para a inversão de dados gravimétricos e magnéticos para um modelo poligonal bidimensional, que utiliza uma técnica de ajuste automático ponderado. Os fatores de ponderação e os valores limites são selecionados otimamente de modo que a máxima informação contida nos dados seja mantida. A facilidade para vincular ou permitir que os parâmetros variem livremente é incorporada no GMINV. A análise simultânea dos autovalores, fatores de ponderação e das matrizes resolução, V e covariância permite o estudo do grau de unicidade dos parâmetros ajustados e de sua interdependência.

Os parâmetros ajustados pelo processo inversão são os vértices do polígono que forma os contornos sub-superficiais da bacia. O algoritmo GMINV permite a fixação dos vértices do modelo em determinados pontos para a incorporação de informações independentes da profundidade da bacia. Os parâmetros do modelo inicial são o número de vértices, o contraste de densidade e a definição dos vértices fixos ou livres, bem como a localização horizontal e vertical dos vértices no perfil.

O contraste de densidade de $-0,27 \text{ g/cm}^3$ da modelagem 3-D foi mantido, resultando nos modelos apresentados na Figura 11. Após vários testes, um polígono com seis vértices foi escolhido para o perfil L1N e de cinco vértices para o perfil L2E. O acréscimo de mais vértices aos polígonos não resultou em modelos mais apurados. Os erros das funções objetivas, no sentido dos mínimos

quadrados, foram de 4,1 e 0,3 para os perfis L1N e L2E, respectivamente. As geometrias internas da bacia Lavras da Mangabeira revelam-se como semi-grabens assimétricos com falhas principais de bordas marcando os limites NW e NE das sub-bacias oeste e leste, respectivamente. O modelo do perfil L1N mostra o depocentro principal localizado na sua porção oeste, com espessuras superiores a 665 m. Um segundo depocentro está posicionado na porção centro-leste, formando uma plataforma de 250 m de profundidade. Como na modelagem 3-D, a sub-bacia leste apresenta-se menos pronunciada, com espessuras inferiores a 350 m. Sua arquitetura interna é bastante similar a da sub-bacia oeste, com sua falha principal de borda junto ao limite norte.

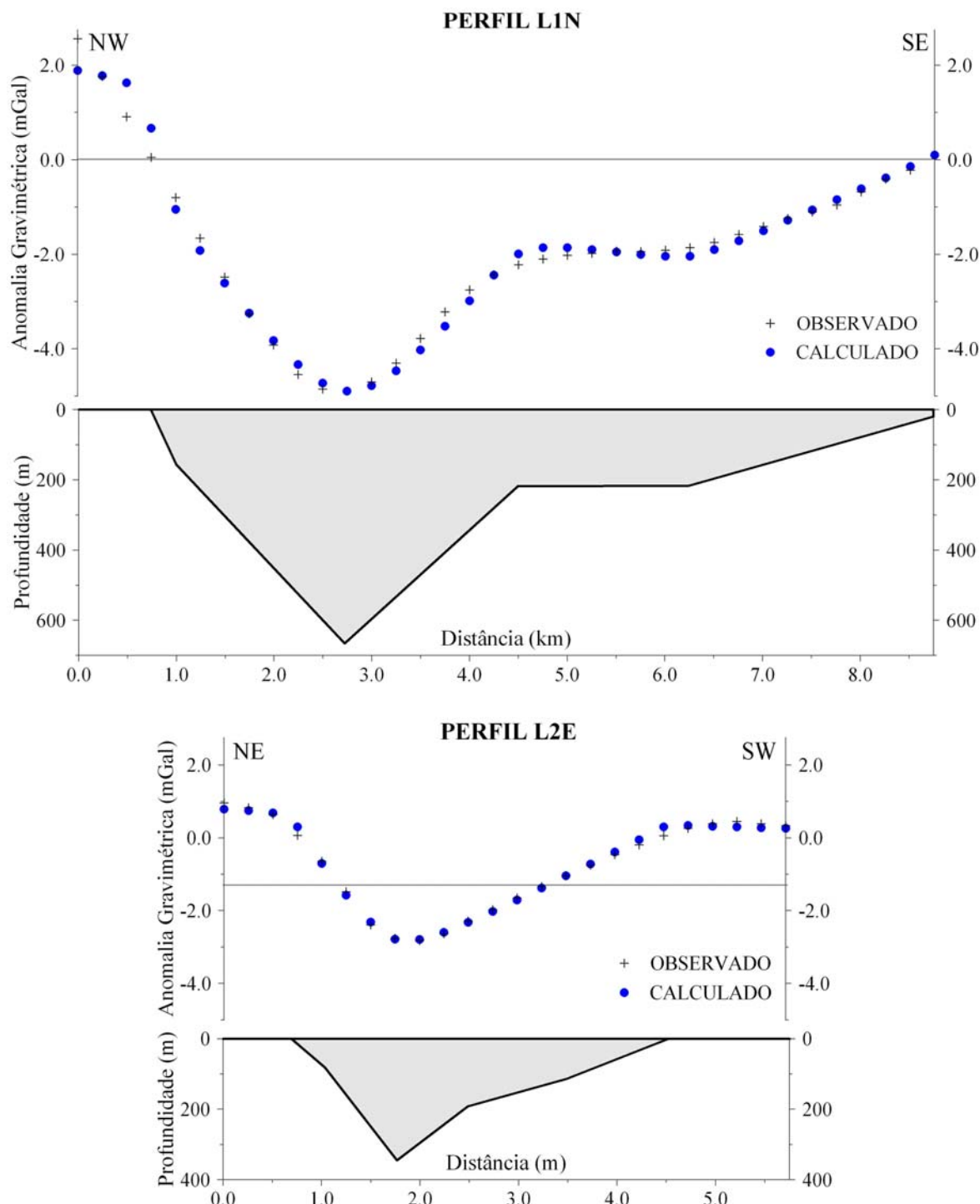


Fig. 11. Modelagem 2-D dos perfis gravimétricos L1N e L2E da bacia Lavras da Mangabeira, cujas localizações estão dispostas na Fig. 8. As escalas vertical e horizontal dos dois perfis são iguais.

5. CONCLUSÕES

Na bacia Lavras da Mangabeira, foram estabelecidas 74 estações gravimétricas em intervalos aproximados de 1 km, seguindo estritamente as normas técnicas estabelecidas no Termo de Referência *para Levantamentos Geofísicos na Bacia de Lavras da Mangabeira* (PROJETO CTHIDRO Convênio N° 01.04.0623.00 – CPRM/FINEP). Duas estações complementares para o levantamento gravimétrico e três para o levantamento plani-altimétrico foram estabelecidas em marcos topográficos do IBGE na região, através de transferência da base gravimétrica fundamental da estação de Iço e pro rastreamento por satélite (DGPS), respectivamente.

O pós-processamento dos dados plani-altimétricos permitiu uma precisão final para as coordenadas horizontais e vertical das estações adequada aos objetivos do levantamento gravimétrico. Todas as reduções gravimétricas previstas (deriva instrumental, correção de maré, ar-livre, Bouguer e terreno) foram aplicadas aos dados, gerando valores de anomalia Bouguer com precisão superior a 0,1 mGal. O mapa de anomalias Bouguer foi então gerado através da interpolação dos dados em uma malha regular com células quadradas de 500 m de lado, utilizando o método *Kriging*. Posteriormente, foram separadas as componentes regional e residual do campo gravimétrico através de um filtro espectral gaussiano, aplicado ao mapa de anomalias Bouguer. Por fim, foi realizada uma modelagem gravimétrica 3-D para o reconhecimento da geometria interna da bacia. O contraste de densidade empregado foi escolhido com base na inversão de SEV's, executadas no âmbito deste projeto. Além disso, dois perfis gravimétricos foram invertidos para obter-se modelos 2-D mais detalhados do arcabouço estrutural da bacia.

O mapa de anomalias residuais revela mínimos gravimétricos (-4,9 e -2,6 mGal) associados à bacia Lavras da Mangabeira. Os modelos 3-D e 2-D apresentam a bacia dividida em duas sub-bacias (leste e oeste), na forma de *grabens* assimétricos com extensões de 8 a 12,5 km e espessuras máximas de cerca de 700 e 340 m, respectivamente. A sub-bacia leste exibe seu eixo principal orientado para NE-SW, com o depocentro principal ocupando a porção NW da bacia. Enquanto isso, a sub-bacia oeste apresenta uma orientação NE-SW, inflexionada para E-W na sua porção oeste.

Em anexo, encontram-se: a) planilha do levantamento plani-altimétrico; b) planilha dos dados gravimétricos de campo; c) planilha das correções gravimétricas; d) mapa de anomalias Bouguer com a localização das estações gravimétricas; e) mapa de anomalias regionais; f) mapa de anomalias residuais; g) mapa do modelo gravimétrico 3-D; e h) arquivos digitais dos *grids* e mapas em formato Geosoft. Todos os mapas estão na escala 1:25.000.

BIBLIOGRAFIA

- 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.
- BANERJEE, P., 1998, Gravity measurements and terrain corrections using a digital terrain model in the NM Himalaya. *Computers & Geosciences*, **24** (10): 1009-1020.
- BARROS, J. G. Do C. – 1969 – Estudo Geofísico dos Aluviões de Lavras da Mangabeira e Várzea Alegre – Ceará. Recife. Sudene. Relatório Interno.
- BRAGA, A. C. O. – Métodos Geométricos Aplicados. Disponível em <http://ns.rc.unesp.br/igce/aplicada/geometricos-V3>. Acesso em 04/03/2006.
- CASTRO, D.L. & CASTELO BRANCO, R.M.G., 1999, Caracterização da arquitetura interna das bacias rifte do Vale do Cariri (NE do Brasil), com base em modelagem gravimétrica 3-D. *Revista brasileira de Geofísica*, **17** (2-3): 129-144.
- CASTRO, D.L., OLIVEIRA, D.C. & CASTELO BRANCO, R.M.G., 2006, On the Tectonics of the Neocomian Rio do Peixe rift basin, NE Brazil: Lessons from gravity, magnetism and radiometric data. *Tectonophysics*, artigo revisado pelos autores em fevereiro de 2006, 31p.
- CAVALCANTE, J. C. – 2003 – Mapa Geológico do Estado do Ceará. (1:500.000). Ministério de Minas e Energia, CPRM – Fortaleza/CE.
- 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, nº 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 GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. 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.
- ORELLANA, E. – 1972 – Prospección Geométrica en Corriente Continua, Ed. Paraninfo, Madri. 523p.
- PESTANA, A., 2002, Sistema de Posicionamento Global – NAVSTAR/GPS. Instituto Superior de Engenharia do Porto, Portugal, 27 p.
- 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.

- RAO, B.N., RAMAKRISHNA, P. & MARKANDEYULU, A., 1995, GMINV: a computer program for gravity or magnetic data inversion. *Computers & Geosciences*, **21** (2): 301-319.
- RAO, D.B., 1986, Modelling of sedimentary basins from gravity anomalies with variable density contrast. *Geophys. J. Royal Astr. Soc.*, **84** (1): 207-212.
- RAO, D.B. & BABU, N.R., 1991, A Fortran-77 computer program for three-dimensional analysis of gravity anomalies with variable density contrast. *Computers and Geosciences*, **17** (5): 655-667.
- REYNOLDS, J. M. – 1997 – An Introduction to Applied and Environmental Geophysics. John Wiley & Sons. Inglaterra. 796p.
- 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
- WARD, S. H. – 1990 – Resistivity and Induced Polarization Methods. USA. *Investigations in Geophysics no 5. Geotechnical and Environmental Geophysics*. Editora Stanley H. Ward, v.I, p147-189.
- ZOHDY, A. A. R. & BISDORF, R. J. – 1989 – Programs for the Automatic Processing and Interpretation of Schlumberger Sounding Curves in Quick Basic. U. S. Geological Survey Open File Report, 89-137-2, 64pp.

ANEXO I

Levantamento Plani-Altimétrico

UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ
CENTRO DE CIÊNCIAS
LABORATÓRIO DE GEOFÍSICA DE PROSPECÇÃO E SENSORIAMENTO REMOTO
Posicionamento das Estações Gravimétricas
 Lavras da Mangabeira - Linha Lm-002

Horizontal Coordinate System: South American 1969-Mean Date: 11/08/05
 Height System: Ortho. Ht. (EGM96) Project file: Lavras0811.spr
 Desired Horizontal Accuracy: 0,100m + 1ppm
 Desired Vertical Accuracy: 0,100m + 2ppm
 Confidence Level: 95% Err.
 Linear Units of Measure: Meters

Site ID	Site Descriptor	Position	95% Error	Fix Status	Position Status
1 0800	Inicialização do GPS Itinerante	Lat. 6° 45' 17,47235" S Lon. 38° 57' 56,33707" W Elev. 245,116	0,000 0,000 0,000	Fixed	Processed
2 0801		Lat. 6° 46' 12,83465" S Lon. 38° 58' 29,94854" W Elev. 239,149	0,006 0,008 0,010		Processed
3 0802		Lat. 6° 46' 41,15999" S Lon. 38° 58' 46,57939" W Elev. 250,641	0,078 0,027 0,024		Processed
4 0803		Lat. 6° 47' 03,30678" S Lon. 38° 59' 16,95420" W Elev. 240,280	0,018 0,014 0,022		Processed
5 0804		Lat. 6° 47' 15,04867" S Lon. 38° 59' 51,42460" W Elev. 240,119	0,035 0,039 0,030		Processed
6 0805		Lat. 6° 47' 34,44778" S Lon. 39° 00' 20,45191" W Elev. 242,157	0,037 0,036 0,033		Processed
7 0806		Lat. 6° 48' 05,92303" S Lon. 39° 00' 28,54207" W Elev. 243,393	0,031 0,032 0,029		Processed
8 0807		Lat. 6° 48' 39,77598" S Lon. 39° 00' 43,31561" W Elev. 249,712	0,037 0,041 0,035		Processed
9 0808		Lat. 6° 48' 46,30643" S Lon. 39° 01' 16,11453" W Elev. 256,039	0,032 0,035 0,029		Processed
10 0809		Lat. 6° 49' 17,83919" S Lon. 39° 01' 23,81940" W Elev. 247,987	0,038 0,040 0,037		Processed
11 0810		Lat. 6° 49' 21,87301" S Lon. 39° 01' 58,29542" W Elev. 268,588	0,031 0,020 0,031		Processed
12 0811		Lat. 6° 47' 55,56804" S	0,027		Processed

			Lon. 39° 00' 59,36915" W	0,010	
			Elv. 249,258	0,022	
13	0812		Lat. 6° 48' 03,11306" S	0,042	Processed
			Lon. 39° 01' 30,23524" W	0,041	
			Elv. 256,537	0,042	
14	0814		Lat. 6° 48' 11,94957" S	0,041	Processed
			Lon. 39° 02' 02,27641" W	0,036	
			Elv. 275,794	0,039	
15	0815		Lat. 6° 46' 05,67714" S	0,035	Processed
			Lon. 39° 00' 24,08479" W	0,040	
			Elv. 261,165	0,029	
16	0816		Lat. 6° 46' 02,65339" S	0,037	Processed
			Lon. 39° 01' 03,11543" W	0,037	
			Elv. 260,073	0,033	
17	0817		Lat. 6° 46' 18,79568" S	0,016	Processed
			Lon. 39° 01' 30,59205" W	0,012	
			Elv. 272,000	0,025	
18	0818		Lat. 6° 46' 49,56838" S	0,039	Processed
			Lon. 39° 01' 29,24519" W	0,040	
			Elv. 277,014	0,036	
19	0819		Lat. 6° 47' 28,74672" S	0,039	Processed
			Lon. 39° 01' 43,34565" W	0,041	
			Elv. 276,265	0,031	
20	0820		Lat. 6° 46' 26,69351" S	0,031	Processed
			Lon. 39° 02' 01,51444" W	0,034	
			Elv. 255,777	0,027	
21	0821		Lat. 6° 46' 51,17867" S	0,037	Processed
			Lon. 39° 02' 21,35374" W	0,039	
			Elv. 257,317	0,038	
22	0822		Lat. 6° 47' 16,64199" S	0,039	Processed
			Lon. 39° 02' 46,19211" W	0,043	
			Elv. 272,425	0,035	
23	0823		Lat. 6° 47' 14,66613" S	0,040	Processed
			Lon. 39° 03' 17,81782" W	0,042	
			Elv. 254,568	0,036	
24	BA08	RN491N - L. Mangabeira	Lat. 6° 45' 17,46412" S	0,359	Processed
		Est. Ferroviária	Lon. 38° 57' 56,34564" W	0,337	
			Elv. 245,116	0,000	Fixed

<u>Site ID</u>	<u>Site Descriptor</u>	<u>Elevation Factor</u>
1	0800	0,99996046
2	0801	0,99996141
3	0802	0,99995960
4	0803	0,99996123
5	0804	0,99996126
6	0805	0,99996095
7	0806	0,99996075
8	0807	0,99995976
9	0808	0,99995877
10	0809	0,99996004

11	0810	0,99995680
12	0811	0,99995983
13	0812	0,99995869
14	0814	0,99995567
15	0815	0,99995796
16	0816	0,99995813
17	0817	0,99995626
18	0818	0,99995547
19	0819	0,99995559
20	0820	0,99995882
21	0821	0,99995858
22	0822	0,99995620
23	0823	0,99995901
24	BA08	0,99996046

Control Site Positions

Lavras0811

Horizontal Coordinate System:	South American 1969-Mean	Date:	11/08/05
Height System:	Ortho. Ht. (EGM96)	Project file:	Lavras0811.spr
Desired Horizontal Accuracy:	0,100m + 1ppm		
Desired Vertical Accuracy:	0,100m + 2ppm		
Confidence Level:	95% Err.		
Linear Units of Measure:	Meters		

<u>Site ID</u>	<u>Control Site Descriptor</u>	<u>Position</u>	<u>95% Error</u>	<u>Control Type</u>	<u>Fix Status</u>
1 0800		Lat. 6° 45' 17,47235"	0,000	Ver.	
		Lon. 38° 57' 56,33707"	0,000		
		Elv. 245,116	0,000		Fixed
2 BA08		Lat. 6° 45' 17,46273"	0,000	Ver.	
		Lon. 38° 57' 56,36834"	0,000		
		Elv. 245,116	0,000		Fixed

<u>Site ID</u>	<u>Control Site Descriptor</u>	<u>Elevation Factor</u>
1 0800		0,99996046
2 BA08		0,99996046

Observation Information

Lavras0811

Time System: Local Time (UTC-3,0)
Linear Units of Measure: Meters

Date: 11/08/05
Project file: Lavras0811.spr

	<u>Site ID</u>	<u>Antenna Slant</u>	<u>Antenna Radius</u>	<u>Antenna Offset</u>	<u>Start Time</u>	<u>End Time</u>	<u>File Name</u>
1	0800	0,000	0,000	2,151	07:48:15	07:53:30	BROVEB05.312
2	0801	0,000	0,000	2,110	08:20:35	08:40:45	BROVEC05.312
3	0802	0,000	0,000	2,055	08:48:35	09:08:40	BROVED05.312
4	0803	0,000	0,000	2,166	09:16:50	09:36:55	BROVEE05.312
5	0804	0,000	0,000	2,240	09:43:50	10:04:05	BROVEF05.312
6	0805	0,000	0,000	2,172	10:15:30	10:35:40	BROVEG05.312
7	0806	0,000	0,000	2,112	10:54:05	11:14:10	BROVEH05.312
8	0807	0,000	0,000	2,122	11:23:40	11:43:45	BROVEI05.312
9	0808	0,000	0,000	2,102	11:51:55	12:12:00	BROVEJ05.312
10	0809	0,000	0,000	2,164	12:20:25	12:40:30	BROVEK05.312
11	0810	0,000	0,000	2,114	12:44:05	13:04:20	BROVEL05.312
12	0811	0,000	0,000	2,057	13:11:10	13:31:15	BROVEM05.312
13	0812	0,000	0,000	2,100	13:40:20	14:00:10	BROVEN05.312
14	0814	0,000	0,000	2,131	14:12:20	14:32:30	BROVEO05.312
15	0815	0,000	0,000	2,195	14:37:50	14:57:55	BROVEP05.312
16	0816	0,000	0,000	2,060	15:08:35	15:28:45	BROVEQ05.312
17	????	0,000	0,000	2,146	15:35:15	15:55:15	BROVER05.309
18	0817	0,000	0,000	2,150	16:09:10	16:29:15	BROVER05.312
19	0818	0,000	0,000	2,141	16:38:10	16:58:15	BROVES05.312
20	0819	0,000	0,000	2,071	17:08:30	17:28:35	BROVET05.312
21	0820	0,000	0,000	2,175	17:34:10	17:54:25	BROVEU05.312
22	0821	0,000	0,000	2,149	18:03:10	18:23:15	BROVEV05.312
23	0822	0,000	0,000	2,065	18:32:40	18:52:50	BROVEW05.312
24	0823	0,000	0,000	2,100	19:03:30	19:23:35	BROVEX05.312
25	BA08	0,000	0,000	2,151	07:48:05	19:39:05	BBASEB05.312

Project Files

Lavras0811

Time System: Local Time (UTC-3,0)

Date: 11/08/05

Project file: Lavras0811.spr

	<u>File Name</u>	<u>Start Date & Time</u>	<u>End Date & Time</u>	<u>Recording Intrvl (sec)</u>	<u>Epochs</u>	<u>File Size (bytes)</u>	<u>Type</u>
1	BROVEB05.312	8/11/2005 07:48:15	8/11/2005	5,0	64	22963	L1 GPS
2	BROVEC05.312	8/11/2005 08:20:35	8/11/2005	5,0	123	45011	L1 GPS
3	BROVED05.312	8/11/2005 08:48:35	8/11/2005	5,0	122	42284	L1 GPS
4	BROVEE05.312	8/11/2005 09:16:50	8/11/2005	5,0	122	37349	L1 GPS
5	BROVEF05.312	8/11/2005 09:43:50	8/11/2005	5,0	124	46863	L1 GPS
6	BROVEG05.312	8/11/2005 10:15:30	8/11/2005	5,0	123	47041	L1 GPS
7	BROVEH05.312	8/11/2005 10:54:05	8/11/2005	5,0	122	45854	L1 GPS
8	BROVEI05.312	8/11/2005 11:23:40	8/11/2005	5,0	122	50964	L1 GPS
9	BROVEJ05.312	8/11/2005 11:51:55	8/11/2005	5,0	122	49634	L1 GPS
10	BROVEK05.312	8/11/2005 12:20:25	8/11/2005	5,0	122	46449	L1 GPS
11	BROVEL05.312	8/11/2005 12:44:05	8/11/2005	5,0	124	47353	L1 GPS
12	BROVEM05.312	8/11/2005 13:11:10	8/11/2005	5,0	122	46694	L1 GPS
13	BROVEN05.312	8/11/2005 13:40:20	8/11/2005	5,0	107	40964	L1 GPS
14	BROVEO05.312	8/11/2005 14:12:20	8/11/2005	5,0	123	44766	L1 GPS
15	BROVEP05.312	8/11/2005 14:37:50	8/11/2005	5,0	121	42392	L1 GPS
16	BROVEQ05.312	8/11/2005 15:08:35	8/11/2005	5,0	123	39271	L1 GPS
17	BROVER05.309	5/11/2005 15:35:15	5/11/2005	5,0	121	43372	L1 GPS
18	BROVER05.312	8/11/2005 16:09:10	8/11/2005	5,0	122	42424	L1 GPS
19	BROVES05.312	8/11/2005 16:38:10	8/11/2005	5,0	122	45014	L1 GPS
20	BROVET05.312	8/11/2005 17:08:30	8/11/2005	5,0	122	46694	L1 GPS
21	BROVEU05.312	8/11/2005 17:34:10	8/11/2005	5,0	124	47458	L1 GPS
22	BROVEV05.312	8/11/2005 18:03:10	8/11/2005	5,0	122	47219	L1 GPS
23	BROVEW05.312	8/11/2005 18:32:40	8/11/2005	5,0	123	42526	L1 GPS

24	BROVEX05.312	8/11/2005 19:03:30	8/11/2005	5,0	122	50054	L1 GPS
25	BBASEB05.312	8/11/2005 07:48:05	8/11/2005	5,0	7093	2565591	L1 GPS

Processed Vectors

Lavras0811

Vector Stage: Processed
 Horizontal Coordinate System: South American 1969-Mean
 Height System: Ortho. Ht. (EGM96)
 Desired Horizontal Accuracy: 0,100m + 1ppm
 Desired Vertical Accuracy: 0,100m + 2ppm
 Confidence Level: 95% Err.
 Linear Units of Measure: Meters

Date: 11/08/05
 Project file: Lavras0811.spr

Vector Identifier	Vector Length	95% Error		Vector		95%		Process		Meas. Type
				Components	Error	QA	SVs	PDOP		
1 0800-BA08 11/08 10:48	0,476	0,632	X	0,094	0,364	8	1,8	L1	GPS	
			Y	-0,414	0,365					
			Z	0,215	0,366					
2 BA08-0801 11/08 11:20	1989,571	0,014	X	-809,361	0,007	7	2,2	L1	GPS	
			Y	-672,581	0,011					
			Z	-1688,479	0,006					
3 BA08-0802 11/08 11:38	2998,474	0,465	X	-1201,540	0,265	8	1,8	L1	GPS	
			Y	-1012,216	0,270					
			Z	-2553,932	0,271					
4 BA08-0803 11/08 11:56	4086,612	0,030	X	-1858,807	0,015	6	2,3	L1	GPS	
			Y	-1680,249	0,021					
			Z	-3228,311	0,016					
5 BA08-0804 11/08 12:13	5053,469	0,610	X	-2558,125	0,351	9	1,8	L1	GPS	
			Y	-2476,025	0,353					
			Z	-3586,481	0,352					
6 BA08-0805 11/08 12:35	6106,799	0,628	X	-3172,305	0,355	6	2,4	L1	GPS	
			Y	-3125,647	0,366					
			Z	-4178,494	0,366					
7 BA08-0806 11/08 12:54	6973,264	0,541	X	-3416,650	0,312	8	1,7	L1	GPS	
			Y	-3247,429	0,315					
			Z	-5138,785	0,309					
8 BA08-0807 11/08 13:13	8057,192	0,663	X	-3793,109	0,382	6	1,6	L1	GPS	
			Y	-3526,292	0,384					
			Z	-6172,191	0,383					
9 BA08-0808 11/08 13:31	8876,682	0,561	X	-4440,776	0,324	7	1,3	L1	GPS	
			Y	-4297,766	0,322					
			Z	-6372,142	0,325					
10 BA08-0809 11/08 13:50	9753,046	0,671	X	-4685,288	0,387	7	1,4	L1	GPS	
			Y	-4404,134	0,386					
			Z	-7333,048	0,389					
11 BA08-0810 11/08 14:14	10563,104	0,049	X	-5347,466	0,027	8	2,3	L1	GPS	
			Y	-5230,105	0,028					
			Z	-7458,537	0,029					
12 BA08-0811 11/08 14:51	7428,347	0,036	X	-3978,757	0,018	7	3,6	L1	GPS	
			Y	-4010,324	0,019					
			Z	-4823,602	0,024					
13 BA08-0812 11/08 15:10	8308,965	0,733	X	-4591,229	0,424	8	1,9	L1	GPS	
			Y	-4733,957	0,422					
			Z	-5054,619	0,424					
14 BA08-0814 11/08 15:32	9261,212	0,682	X	-5220,950	0,389	8	2,1	L1	GPS	
			Y	-5490,050	0,391					
			Z	-5326,451	0,402					
15 BA08-0815 11/08 16:47	4772,709	0,612	X	-2977,650	0,347	8	2,1	L1	GPS	
			Y	-3426,873	0,363					
			Z	-1472,713	0,350					
16 BA08-0816 11/08 17:08	5901,298	0,627	X	-3724,516	0,359	7	2,4	L1	GPS	
			Y	-4364,398	0,365					
			Z	-1380,336	0,362					

17	BA08-0817	11/08 17:29	6843,962	0,031	X Y Z	-4292,003 -4990,587 -1874,186	0,017 0,021 0,016	7	1,6	L1 GPS
18	BA08-0818	11/08 17:48	7124,110	0,673	X Y Z	-4348,746 -4891,356 -2813,537	0,385 0,380 0,401	7	1,9	L1 GPS
19	BA08-0819	11/08 18:08	8053,647	0,655	X Y Z	-4732,467 -5137,709 -4008,608	0,374 0,377 0,385	7	1,5	L1 GPS
20	BA08-0820	11/08 18:34	7823,659	0,540	X Y Z	-4924,745 -5700,078 -2113,205	0,311 0,312 0,313	8	1,5	L1 GPS
21	BA08-0821	11/08 18:53	8632,470	0,669	X Y Z	-5376,230 -6118,349 -2860,330	0,386 0,386 0,387	7	1,6	L1 GPS
22	BA08-0822	11/08 19:12	9624,568	0,688	X Y Z	-5916,819 -6661,985 -3638,889	0,394 0,399 0,399	8	1,8	L1 GPS
23	BA08-0823	11/08 19:43	10508,240	0,690	X Y Z	-6536,877 -7409,520 -3576,501	0,398 0,398 0,398	8	1,3	L1 GPS

UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ
CENTRO DE CIÊNCIAS
LABORATÓRIO DE GEOFÍSICA DE PROSPECÇÃO E SENSORIAMENTO REMOTO
Posicionamento das Estações Gravimétricas
Lavras da Mangabeira - Linha Lm-003

Horizontal Coordinate System: South American 1969-Mean Date: 11/10/05
Height System: Ortho. Ht. (EGM96) Project file: lavras0911.spr
Desired Horizontal Accuracy: 0,100m + 1ppm
Desired Vertical Accuracy: 0,100m + 2ppm
Confidence Level: 95% Err.
Linear Units of Measure: Meters

Site ID	Site Descriptor	Position	95% Error	Fix Status	Position Status
1 0900	Inicialização do GPS Itinerante	Lat. 6° 45' 59,04804" S Lon. 38° 59' 54,96637" W Elv. 248,806	0,000 0,000 0,000	Fixed	Processed
2 0901		Lat. 6° 47' 13,85651" S Lon. 38° 58' 33,42162" W Elv. 237,431	0,008 0,008 0,014		Processed
3 0902		Lat. 6° 47' 59,35917" S Lon. 38° 58' 38,15364" W Elv. 252,510	0,055 0,008 0,096		Processed
4 0903		Lat. 6° 48' 29,10168" S Lon. 38° 58' 45,37443" W Elv. 263,951	0,063 0,070 0,031		Processed
5 0904		Lat. 6° 49' 04,89268" S Lon. 38° 58' 37,48472" W Elv. 243,139	0,063 0,086 0,033		Processed
6 0905		Lat. 6° 49' 40,02285" S Lon. 38° 58' 21,36411" W Elv. 261,743	0,033 0,096 0,020		Processed
7 0906		Lat. 6° 50' 16,16888" S Lon. 38° 58' 16,48903" W Elv. 257,276	0,080 0,017 0,037		Processed
8 0907		Lat. 6° 47' 06,27665" S Lon. 38° 57' 56,42149" W Elv. 237,181	0,078 0,021 0,033		Processed
9 0908		Lat. 6° 46' 47,77099" S Lon. 38° 58' 24,24330" W Elv. 237,933	0,035 0,025 0,035		Processed
10 0909		Lat. 6° 46' 25,94327" S Lon. 38° 57' 39,05877" W Elv. 238,629	0,023 0,078 0,027		Processed
11 0910		Lat. 6° 46' 45,65921" S Lon. 38° 57' 13,42663" W Elv. 238,063	0,035 0,031 0,090		Processed

12	0911		Lat. 6° 47' 17,24002" S	0,043	Processed
			Lon. 38° 57' 20,41955" W	0,037	
			Elv. 239,381	0,035	
13	0912		Lat. 6° 47' 49,75998" S	0,053	Processed
			Lon. 38° 57' 11,52899" W	0,010	
			Elv. 239,460	0,088	
14	0913		Lat. 6° 48' 22,54019" S	0,072	Processed
			Lon. 38° 56' 59,72303" W	0,076	
			Elv. 245,452	0,053	
15	0914		Lat. 6° 49' 00,60746" S	0,072	Processed
			Lon. 38° 56' 54,93762" W	0,065	
			Elv. 256,837	0,078	
16	0915		Lat. 6° 49' 32,28598" S	0,019	Processed
			Lon. 38° 57' 12,27267" W	0,002	
			Elv. 240,776	0,019	
17	0916		Lat. 6° 49' 49,38662" S	0,090	Processed
			Lon. 38° 56' 44,87309" W	0,008	
			Elv. 251,360	0,063	
18	BA09	RN491R - L. Mangabeira	Lat. 6° 45' 59,04960" S	0,002	Processed
		Rodovia - Km 4,5	Lon. 38° 59' 54,96977" W	0,002	
			Elv. 248,806	0,000	Fixed

	<u>Site ID</u>	<u>Site Descriptor</u>	<u>Elevation Factor</u>
1	0900		0,99996046
2	0901		0,99996168
3	0902		0,99995931
4	0903		0,99995751
5	0904		0,99996078
6	0905		0,99995785
7	0906		0,99995855
8	0907		0,99996171
9	0908		0,99996160
10	0909		0,99996148
11	0910		0,99996157
12	0911		0,99996136
13	0912		0,99996135
14	0913		0,99996040
15	0914		0,99995861
16	0915		0,99996114
17	0916		0,99995947
18	BA09		0,99996046

Control Site Positions

lavras0911

Horizontal Coordinate System:	South American 1969-Mean	Date:	11/10/05
Height System:	Ortho. Ht. (EGM96)	Project file:	lavras0911.spr
Desired Horizontal Accuracy:	0,100m + 1ppm		
Desired Vertical Accuracy:	0,100m + 2ppm		
Confidence Level:	95% Err.		
Linear Units of Measure:	Meters		

<u>Site ID</u>	<u>Control Site Descriptor</u>	<u>Position</u>	<u>95% Error</u>	<u>Control Type</u>	<u>Fix Status</u>
1 0900		Lat. 6° 45' 59,04804"	0,000	Ver.	
		Lon. 38° 59' 54,96637"	0,000		
		Elv. 248,806	0,000		Fixed
2 BA09		Lat. 6° 45' 17,44161"	0,000	Ver.	
		Lon. 38° 57' 56,31330"	0,000		
		Elv. 248,806	0,000		Fixed

<u>Site ID</u>	<u>Control Site Descriptor</u>	<u>Elevation Factor</u>
1 0900		0,99996046
2 BA09		0,99996046

Observation Information

lavras0911

Time System: Local Time (UTC-3,0)
Linear Units of Measure: Meters

Date: 11/10/05
Project file: lavras0911.spr

	<u>Site ID</u>	<u>Antenna Slant</u>	<u>Antenna Radius</u>	<u>Antenna Offset</u>	<u>Start Time</u>	<u>End Time</u>	<u>File Name</u>
1	0900	0,000	0,000	2,253	08:22:50	08:28:05	BROVEB05.313
2	0901	0,000	0,000	2,200	08:51:00	09:11:05	BROVEC05.313
3	0902	0,000	0,000	2,252	09:20:00	09:40:10	BROVED05.313
4	0903	0,000	0,000	2,180	09:48:10	10:08:15	BROVEE05.313
5	0904	0,000	0,000	2,192	10:16:25	10:36:35	BROVEF05.313
6	0905	0,000	0,000	2,200	10:45:35	11:05:40	BROVEG05.313
7	0906	0,000	0,000	2,200	11:16:10	11:36:20	BROVEH05.313
8	0907	0,000	0,000	2,134	11:47:35	12:07:35	ROVEI05.313
9	0908	0,000	0,000	2,190	12:12:55	12:33:00	ROVEJ05.313
10	0909	0,000	0,000	2,163	12:43:55	13:04:00	BROVEK05.313
11	0910	0,000	0,000	2,230	13:14:35	13:34:45	BROVEL05.313
12	0911	0,000	0,000	2,180	13:43:00	14:03:05	BROVEM05.313
13	0912	0,000	0,000	2,247	14:12:15	14:32:25	BROVEN05.313
14	0913	0,000	0,000	2,195	14:41:50	15:01:55	BROVEO05.313
15	0914	0,000	0,000	2,202	15:13:05	15:33:15	BROVEP05.313
16	0915	0,000	0,000	2,210	15:43:55	16:04:15	BROVEQ05.313
17	????	0,000	0,000	2,146	16:15:15	16:35:15	BROVER05.309
18	0916	0,000	0,000	2,136	16:40:55	17:01:00	BROVER05.313
19	BA09	0,000	0,000	2,253	08:21:25	17:22:05	BBASEB05.313

Project Files

lavras0911

Time System: Local Time (UTC-3,0)

Date: 11/10/05

Project file: lavras0911.spr

	<u>File Name</u>	<u>Start Date & Time</u>	<u>End Date & Time</u>	<u>Recording Intrvl (sec)</u>	<u>Epochs</u>	<u>File Size (bytes)</u>	<u>Type</u>
1	BROVEB05.313	9/11/2005 08:22:50	9/11/2005	5,0	64	19708	L1 GPS
2	BROVEC05.313	9/11/2005 08:51:00	9/11/2005	5,0	122	42424	L1 GPS
3	BROVED05.313	9/11/2005 09:20:00	9/11/2005	5,0	123	45256	L1 GPS
4	BROVEE05.313	9/11/2005 09:48:10	9/11/2005	5,0	122	42424	L1 GPS
5	BROVEF05.313	9/11/2005 10:16:25	9/11/2005	5,0	123	42841	L1 GPS
6	BROVEG05.313	9/11/2005 10:45:35	9/11/2005	5,0	122	46624	L1 GPS
7	BROVEH05.313	9/11/2005 11:16:10	9/11/2005	5,0	123	47076	L1 GPS
8	BROVEI05.313	9/11/2005 11:47:35	9/11/2005	5,0	121	41797	L1 GPS
9	BROVEJ05.313	9/11/2005 12:12:55	9/11/2005	5,0	122	41584	L1 GPS
10	BROVEK05.313	9/11/2005 12:43:55	9/11/2005	5,0	122	35179	L1 GPS
11	BROVEL05.313	9/11/2005 13:14:35	9/11/2005	5,0	123	35526	L1 GPS
12	BROVEM05.313	9/11/2005 13:43:00	9/11/2005	5,0	122	35914	L1 GPS
13	BROVEN05.313	9/11/2005 14:12:15	9/11/2005	5,0	123	36016	L1 GPS
14	BROVEO05.313	9/11/2005 14:41:50	9/11/2005	5,0	122	39624	L1 GPS
15	BROVEP05.313	9/11/2005 15:13:05	9/11/2005	5,0	123	45291	L1 GPS
16	BROVEQ05.313	9/11/2005 15:43:55	9/11/2005	5,0	125	43010	L1 GPS
17	BROVER05.309	5/11/2005 16:15:15	5/11/2005	5,0	121	43372	L1 GPS
18	BROVER05.313	9/11/2005 16:40:55	9/11/2005	5,0	122	41374	L1 GPS
19	BBASEB05.313	9/11/2005 08:21:25	9/11/2005	5,0	6249	2255293	L1 GPS

Processed Vectors

lavras0911

Vector Stage: Processed
Horizontal Coordinate System: South American 1969-Mean
Height System: Ortho. Ht. (EGM96)
Desired Horizontal Accuracy: 0,100m + 1ppm
Desired Vertical Accuracy: 0,100m + 2ppm
Confidence Level: 95% Err.
Linear Units of Measure: Meters

Date: 11/10/05
Project file: lavras0911.spr

Vector Identifier	Vector Length	95% Error		Vector		95% Error	Process			Meas. Type
				Components			QA	SVs	PDOP	
1 0900-BA09 11/09 11:22	0,203	0,005	X	0,128	0,002	7	2,6	L1	GPS	
			Y	0,157	0,004					
			Z	0,014	0,002					
2 BA09-0901 11/09 11:51	3753,283	0,017	X	-1050,341	0,010	7	1,8	L1	GPS	
			Y	-615,822	0,011					
			Z	-3550,307	0,009					
3 BA09-0902 11/09 12:10	5137,265	0,616	X	-1258,653	0,355	9	1,7	L1	GPS	
			Y	-634,192	0,358					
			Z	-4940,150	0,354					
4 BA09-0903 11/09 12:28	6077,439	0,615	X	-1473,452	0,352	8	1,9	L1	GPS	
			Y	-745,611	0,359					
			Z	-5848,784	0,355					
5 BA09-0904 11/09 12:46	7100,700	0,626	X	-1438,521	0,361	7	1,6	L1	GPS	
			Y	-462,234	0,361					
			Z	-6938,079	0,362					
6 BA09-0905 11/09 13:05	8103,105	0,562	X	-1212,484	0,319	8	1,6	L1	GPS	
			Y	-8,394	0,323					
			Z	-8011,874	0,333					
7 BA09-0906 11/09 13:26	9197,826	0,658	X	-1224,494	0,380	6	1,9	L1	GPS	
			Y	193,861	0,379					
			Z	-9113,892	0,381					
8 BA09-0907 11/09 14:37	3343,313	0,484	X	-314,532	0,279	6	1,7	L1	GPS	
			Y	250,373	0,282					
			Z	-3319,054	0,277					
9 BA09-0908 11/09 15:02	2904,285	0,575	X	-799,081	0,333	6	2,0	L1	GPS	
			Y	-456,560	0,330					
			Z	-2754,613	0,333					
10 BA09-0909 11/09 16:43	2169,982	0,538	X	135,609	0,313	5	3,7	L1	GPS	
			Y	572,059	0,310					
			Z	-2088,823	0,309					
11 BA09-0910 11/09 17:04	3013,103	0,553	X	574,512	0,317	5	3,3	L1	GPS	
			Y	1229,421	0,321					
			Z	-2690,213	0,320					
12 BA09-0911 11/09 17:23	3841,696	0,587	X	351,397	0,335	7	2,2	L1	GPS	
			Y	1133,661	0,345					
			Z	-3653,760	0,336					
13 BA09-0912 11/09 17:42	4877,121	0,604	X	431,216	0,348	5	2,2	L1	GPS	
			Y	1420,201	0,351					
			Z	-4645,793	0,346					
14 BA09-0913 11/09 18:01	5945,859	0,655	X	571,007	0,377	7	1,7	L1	GPS	
			Y	1773,364	0,386					
			Z	-5646,448	0,371					
15 BA09-0914 11/09 18:23	7110,054	0,644	X	564,304	0,371	7	1,4	L1	GPS	
			Y	1967,728	0,372					
			Z	-6809,000	0,372					
16 BA09-0915 11/09 18:43	7944,801	0,544	X	127,374	0,315	7	1,5	L1	GPS	
			Y	1636,474	0,312					
			Z	-7773,390	0,315					

17	BA09-0916	11/09	19:10	8637,455	0,672	X	615,873	0,387	8	1,7	L1 GPS
						Y	2323,411	0,388			
						Z	-8296,270	0,388			

UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ
CENTRO DE CIÊNCIAS
LABORATÓRIO DE GEOFÍSICA DE PROSPECÇÃO E SENSORIAMENTO REMOTO
Posicionamento das Estações Gravimétricas
Lavras da Mangabeira - Linha Lm-004

Horizontal Coordinate System: South American 1969-Mean Date: 11/10/05
Height System: Ortho. Ht. (EGM96) Project file: lavras1011.spr
Desired Horizontal Accuracy: 0,100m + 1ppm
Desired Vertical Accuracy: 0,100m + 2ppm
Confidence Level: 95% Err.
Linear Units of Measure: Meters

<u>Site ID</u>	<u>Site Descriptor</u>	<u>Position</u>	<u>95% Error</u>	<u>Fix Status</u>	<u>Position Status</u>
1 1000	Inicialização do GPS Itinerante	Lat. 6° 45' 35,24673" S Lon. 39° 07' 22,17010" W Elv. 285,870	0,000 0,000 0,000	Fixed	Processed
2 1001		Lat. 6° 46' 08,56403" S Lon. 39° 07' 15,29429" W Elv. 283,831	0,032 0,043 0,033		Processed
3 1002		Lat. 6° 46' 42,45561" S Lon. 39° 07' 12,66440" W Elv. 281,031	0,039 0,010 0,076		Processed
4 1003		Lat. 6° 47' 06,13926" S Lon. 39° 07' 37,87434" W Elv. 297,694	0,024 0,041 0,020		Processed
5 1004		Lat. 6° 47' 36,70080" S Lon. 39° 07' 47,55141" W Elv. 311,962	0,035 0,053 0,067		Processed
6 1005		Lat. 6° 46' 36,61241" S Lon. 39° 08' 29,05583" W Elv. 268,756	0,039 0,033 0,025		Adjusted
7 1006		Lat. 6° 45' 55,31561" S Lon. 39° 07' 45,07330" W Elv. 269,286	0,057 0,028 0,053		Adjusted
8 1007		Lat. 6° 45' 56,18332" S Lon. 39° 06' 12,37500" W Elv. 269,415	0,032 0,039 0,017		Adjusted
9 1008		Lat. 6° 46' 17,31813" S Lon. 39° 05' 31,95631" W Elv. 260,810	0,072 0,094 0,031		Adjusted
10 1009		Lat. 6° 46' 54,68710" S Lon. 39° 05' 40,05575" W Elv. 263,595	0,039 0,047 0,076		Adjusted
11 1010		Lat. 6° 47' 27,05764" S Lon. 39° 05' 22,41352" W Elv. 282,396	0,300 0,058 0,054		Adjusted
12 1011		Lat. 6° 48' 01,87670" S	0,027		Adjusted

			Lon. 39° 05' 16,79673" W	0,031	
			Elv. 270,722	0,071	
13	1012		Lat. 6° 48' 44,02767" S	0,089	Adjusted
			Lon. 39° 05' 19,31549" W	0,096	
			Elv. 254,200	0,038	
14	1013		Lat. 6° 49' 13,95995" S	0,063	Adjusted
			Lon. 39° 04' 48,06458" W	0,069	
			Elv. 264,479	0,037	
15	1014		Lat. 6° 48' 48,69906" S	0,047	Adjusted
			Lon. 39° 04' 23,88572" W	0,034	
			Elv. 260,069	0,016	
16	1015		Lat. 6° 48' 44,19448" S	0,092	Adjusted
			Lon. 39° 03' 43,82938" W	0,028	
			Elv. 278,761	0,009	
17	1016		Lat. 6° 48' 47,54260" S	0,035	Adjusted
			Lon. 39° 03' 10,96722" W	0,015	
			Elv. 296,925	0,092	
18	1017		Lat. 6° 48' 19,71261" S	0,095	Adjusted
			Lon. 39° 02' 42,39544" W	0,044	
			Elv. 289,923	0,025	
19	1018		Lat. 6° 49' 28,30909" S	0,067	Processed
			Lon. 39° 03' 15,59658" W	0,090	
			Elv. 312,865	0,088	
20	1019		Lat. 6° 49' 41,81978" S	0,045	Processed
			Lon. 39° 05' 06,31615" W	0,014	
			Elv. 308,765	0,091	
21	1020		Lat. 6° 49' 36,89794" S	0,056	Processed
			Lon. 39° 05' 42,07221" W	0,067	
			Elv. 295,864	0,018	
22	1021		Lat. 6° 49' 50,95135" S	0,023	Processed
			Lon. 39° 06' 19,46956" W	0,032	
			Elv. 303,057	0,033	
23	BA10	RN1890A - MANGABEIRA	Lat. 6° 45' 35,21035" S	0,000	Adjusted
		Igreja Matriz	Lon. 39° 07' 22,06578" W	0,000	
			Elv. 285,870	0,000	Fixed

	<u>Site ID</u>	<u>Site Descriptor</u>	<u>Elevation Factor</u>
1	1000		0,99995412
2	1001		0,99995444
3	1002		0,99995488
4	1003		0,99995226
5	1004		0,99995002
6	1005		0,99995682
7	1006		0,99995673
8	1007		0,99995670
9	1008		0,99995805
10	1009		0,99995761
11	1010		0,99995465
12	1011		0,99995649
13	1012		0,99995909
14	1013		0,99995747

15	1014	0,99995816
16	1015	0,99995521
17	1016	0,99995235
18	1017	0,99995345
19	1018	0,99994985
20	1019	0,99995050
21	1020	0,99995253
22	1021	0,99995141
23	BA10	0,99995412

Control Site Positions

lavras1011

Horizontal Coordinate System: South American 1969-Mean **Date:** 11/10/05
Height System: Ortho. Ht. (EGM96) **Project file:** lavras1011.spr
Desired Horizontal Accuracy: 0,100m + 1ppm
Desired Vertical Accuracy: 0,100m + 2ppm
Confidence Level: 95% Err.
Linear Units of Measure: Meters

<u>Site ID</u>	<u>Control Site Descriptor</u>	<u>Position</u>	<u>95% Error</u>	<u>Control Type</u>	<u>Fix Status</u>
1 1000		Lat. 6° 45' 35,24673"	0,000	Ver.	Fixed
		Lon. 39° 07' 22,17010"	0,000		
		Elv. 285,870	0,000		
2 BA10		Lat. 6° 45' 35,21035"	0,000	Ver.	Fixed
		Lon. 39° 07' 22,06578"	0,000		
		Elv. 285,870	0,000		

<u>Site ID</u>	<u>Control Site Descriptor</u>	<u>Elevation Factor</u>
1 1000		0,99995412
2 BA10		0,99995412

Observation Information

lavras1011

Time System: Local Time (UTC-3,0)
Linear Units of Measure: Meters

Date: 11/10/05
Project file: lavras1011.spr

	<u>Site ID</u>	<u>Antenna Slant</u>	<u>Antenna Radius</u>	<u>Antenna Offset</u>	<u>Start Time</u>	<u>End Time</u>	<u>File Name</u>
1	1000	0,000	0,000	2,305	07:54:20	07:59:30	BROVEA05.314
2	1001	0,000	0,000	2,205	08:12:50	08:33:00	ROVEB05.314
3	1002	0,000	0,000	2,252	08:39:40	09:02:05	ROVEC05.314
4	1003	0,000	0,000	2,225	09:13:30	09:33:35	ROVED05.314
5	1004	0,000	0,000	2,275	09:37:20	09:58:00	ROVEE05.314
6	1005	0,000	0,000	2,210	10:18:05	10:38:15	ROVEF05.314
7	1006	0,000	0,000	2,260	10:48:10	11:10:50	ROVEG05.314
8	1007	0,000	0,000	2,122	11:42:30	12:02:40	ROVEH05.314
9	1008	0,000	0,000	2,230	12:08:15	12:28:20	ROVEI05.314
10	1009	0,000	0,000	2,053	12:38:25	12:58:30	ROVEJ05.314
11	1010	0,000	0,000	2,270	13:01:05	13:21:10	ROVEK05.314
12	1011	0,000	0,000	2,265	13:31:35	13:51:40	ROVEL05.314
13	1012	0,000	0,000	2,220	14:00:50	14:20:55	BROVEM05.314
14	1013	0,000	0,000	2,047	14:23:05	14:43:40	ROVEN05.314
15	1014	0,000	0,000	2,290	14:45:50	15:05:55	ROVEO05.314
16	1015	0,000	0,000	2,210	15:08:00	15:28:05	ROVEP05.314
17	1016	0,000	0,000	2,210	15:39:40	15:59:45	ROVEQ05.314
18	????	0,000	0,000	2,146	16:05:15	16:25:15	ROVER05.309
19	1017	0,000	0,000	2,220	16:32:25	16:52:40	BROVER05.314
20	1018	0,000	0,000	2,223	16:59:10	17:19:10	BROVES05.314
21	1019	0,000	0,000	2,190	17:28:55	17:49:05	ROVET05.314
22	1020	0,000	0,000	2,147	18:02:10	18:22:15	ROVEU05.314
23	1021	0,000	0,000	2,240	18:30:35	18:50:40	ROVEV05.314
24	????	0,000	0,000	2,305	07:52:35	09:36:15	BBASEA05.314
25	BA10	0,000	0,000	2,305	09:36:15	15:58:50	BBASEA05.314
26	????	0,000	0,000	2,305	15:58:50	19:07:10	BBASEA05.314

Project Files

lavras1011

Time System: Local Time (UTC-3,0)

Date: 11/10/05

Project file: lavras1011.spr

	<u>File Name</u>	<u>Start Date & Time</u>	<u>End Date & Time</u>	<u>Recording Intrvl (sec)</u>	<u>Epochs</u>	<u>File Size (bytes)</u>	<u>Type</u>
1	BROVEA05.314	10/11/2005 07:54:20	10/11/2005	5,0	63	19221	L1 GPS
2	BROVEB05.314	10/11/2005 08:12:50	10/11/2005	5,0	123	44381	L1 GPS
3	BROVEC05.314	10/11/2005 08:39:40	10/11/2005	5,0	150	51370	L1 GPS
4	BROVED05.314	10/11/2005 09:13:30	10/11/2005	5,0	122	46204	L1 GPS
5	BROVEE05.314	10/11/2005 09:37:20	10/11/2005	5,0	129	49368	L1 GPS
6	BROVEF05.314	10/11/2005 10:18:05	10/11/2005	5,0	123	50996	L1 GPS
7	BROVEG05.314	10/11/2005 10:48:10	10/11/2005	5,0	153	53286	L1 GPS
8	BROVEH05.314	10/11/2005 11:42:30	10/11/2005	5,0	123	47076	L1 GPS
9	BROVEI05.314	10/11/2005 12:08:15	10/11/2005	5,0	122	42179	L1 GPS
10	BROVEJ05.314	10/11/2005 12:38:25	10/11/2005	5,0	122	41129	L1 GPS
11	BROVEK05.314	10/11/2005 13:01:05	10/11/2005	5,0	122	50964	L1 GPS
12	BROVEL05.314	10/11/2005 13:31:35	10/11/2005	5,0	122	50964	L1 GPS
13	BROVEM05.314	10/11/2005 14:00:50	10/11/2005	5,0	122	42284	L1 GPS
14	BROVEN05.314	10/11/2005 14:23:05	10/11/2005	5,0	128	44191	L1 GPS
15	BROVEO05.314	10/11/2005 14:45:50	10/11/2005	5,0	122	42424	L1 GPS
16	BROVEP05.314	10/11/2005 15:08:00	10/11/2005	5,0	122	46659	L1 GPS
17	BROVEQ05.314	10/11/2005 15:39:40	10/11/2005	5,0	122	48899	L1 GPS
18	BROVER05.309	5/11/2005 16:05:15	5/11/2005	5,0	121	43372	L1 GPS
19	BROVER05.314	10/11/2005 16:32:25	10/11/2005	5,0	123	43296	L1 GPS
20	BROVES05.314	10/11/2005 16:59:10	10/11/2005	5,0	241	77557	L1 GPS
21	BROVET05.314	10/11/2005 17:28:55	10/11/2005	5,0	123	47076	L1 GPS
22	BROVEU05.314	10/11/2005 18:02:10	10/11/2005	5,0	122	43859	L1 GPS
23	BROVEV05.314	10/11/2005 18:30:35	10/11/2005	5,0	122	46204	L1 GPS
24	BBASEA05.314	10/11/2005 07:52:35	10/11/2005	5,0	7376	2678457	L1 GPS

Processed Vectors

lavras1011

Vector Stage: Processed
 Horizontal Coordinate System: South American 1969-Mean
 Height System: Ortho. Ht. (EGM96)
 Desired Horizontal Accuracy: 0,100m + 1ppm
 Desired Vertical Accuracy: 0,100m + 2ppm
 Confidence Level: 95% Err.
 Linear Units of Measure: Meters

Date: 11/10/05
 Project file: lavras1011.spr

Vector Identifier	Vector Length	95% Error		Vector Components		95% Error	Process		Meas. Type
				QA	SVs		PDOP		
1 BA10-1005 11/10 13:18	2791,183	0,563	X	-1484,000	0,325	7	2,2	L1 GPS	
			Y	-1444,724	0,324				
			Z	-1871,155	0,327				
2 BA10-1006 11/10 13:48	938,611	0,437	X	-515,066	0,253	6	2,5	L1 GPS	
			Y	-491,822	0,254				
			Z	-611,398	0,250				
3 BA10-1007 11/10 14:52	2235,134	0,555	X	1278,635	0,321	8	1,6	L1 GPS	
			Y	1718,723	0,318				
			Z	-637,892	0,323				
4 BA10-1008 11/10 15:18	3620,497	0,625	X	1995,418	0,351	7	2,4	L1 GPS	
			Y	2735,639	0,369				
			Z	-1281,634	0,362				
5 BA10-1009 11/10 15:38	3971,826	0,604	X	1735,582	0,353	6	2,7	L1 GPS	
			Y	2626,279	0,351				
			Z	-2421,945	0,343				
6 BA10-1010 11/10 16:01	5030,678	0,554	X	2000,495	0,305	9	1,4	L1 GPS	
			Y	3109,079	0,329				
			Z	-3411,651	0,326				
7 BA10-1011 11/10 16:21	5924,525	0,538	X	2002,011	0,308	8	1,8	L1 GPS	
			Y	3330,066	0,309				
			Z	-4472,427	0,316				
8 BA10-1012 11/10 16:40	6917,878	0,650	X	1821,394	0,373	7	2,2	L1 GPS	
			Y	3377,141	0,376				
			Z	-5756,255	0,377				
9 BA10-1013 11/10 17:03	8217,385	0,617	X	2349,611	0,352	6	2,4	L1 GPS	
			Y	4184,362	0,364				
			Z	-6670,522	0,353				
10 BA10-1014 11/10 17:25	8079,101	0,576	X	2885,739	0,318	6	4,8	L1 GPS	
			Y	4705,408	0,351				
			Z	-5899,451	0,327				
11 BA10-1015 11/10 17:48	8866,764	0,710	X	3688,107	0,408	6	3,5	L1 GPS	
			Y	5638,317	0,417				
			Z	-5764,265	0,403				
12 BA10-1016 11/10 18:09	9714,367	0,718	X	4328,483	0,422	6	3,4	L1 GPS	
			Y	6418,197	0,408				
			Z	-5868,553	0,413				
13 BA10-1017 11/10 18:32	9964,849	0,789	X	4954,543	0,435	7	3,4	L1 GPS	
			Y	7040,061	0,445				
			Z	-5018,791	0,485				

UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ
CENTRO DE CIÊNCIAS
LABORATÓRIO DE GEOFÍSICA DE PROSPECÇÃO E SENSORIAMENTO REMOTO
Posicionamento das Estações Gravimétricas
Lavras da Mangabeira - Linha Lm-005

Horizontal Coordinate System: South American 1969-Mean Date: 06/26/06
Height System: Ortho. Ht. (EGM96) Project file: lavras1111.spr
Desired Horizontal Accuracy: 0,100m + 1ppm
Desired Vertical Accuracy: 0,100m + 2ppm
Confidence Level: 95% Err.
Linear Units of Measure: Meters

Site ID	Site Descriptor	Position	95% Error	Fix Status	Position Status
1 1100	Inicialização do GPS Itinerante	Lat. 6° 45' 35,29987" S Lon. 39° 07' 22,03078" W Elv. 285,870	0,000 0,000 0,000	Fixed	Processed
2 1102		Lat. 6° 47' 28,19499" S Lon. 39° 05' 42,70136" W Elv. 296,415	0,043 0,027 0,045		Processed
3 1103		Lat. 6° 47' 55,04545" S Lon. 39° 06' 04,32254" W Elv. 298,786	0,049 0,090 0,033		Processed
4 1104		Lat. 6° 48' 30,59723" S Lon. 39° 06' 11,87783" W Elv. 278,317	0,082 0,068 0,067		Processed
5 1105		Lat. 6° 48' 52,60680" S Lon. 39° 06' 43,08943" W Elv. 266,095	0,049 0,072 0,008		Processed
6 1106		Lat. 6° 47' 49,71850" S Lon. 39° 03' 39,25742" W Elv. 290,240	0,095 0,092 0,091		Processed
7 1107		Lat. 6° 48' 54,90812" S Lon. 39° 07' 17,52132" W Elv. 304,065	0,078 0,057 0,073		Processed
8 1108		Lat. 6° 46' 18,09801" S Lon. 39° 04' 58,30275" W Elv. 286,331	0,090 0,056 0,045		Processed
9 1109		Lat. 6° 46' 13,34655" S Lon. 39° 04' 22,80700" W Elv. 292,144	0,032 0,022 0,028		Processed
10 BA11	RN1890A - MANGABEIRA Igreja Matriz	Lat. 6° 45' 35,21035" S Lon. 39° 07' 22,06578" W Elv. 285,870	0,100 0,100 0,000	Fixed Fixed Fixed	Processed

Site ID	Site Descriptor	Elevation Factor
1 1100		0,99995412

2	1102	0,99995250
3	1103	0,99995208
4	1104	0,99995534
5	1105	0,99995721
6	1106	0,99995341
7	1107	0,99995126
8	1108	0,99995400
9	1109	0,99995305
10	BA11	0,99995412

Control Site Positions

lavras1111

Horizontal Coordinate System:	South American 1969-Mean	Date:	06/26/06
Height System:	Ortho. Ht. (EGM96)	Project file:	lavras1111.spr
Desired Horizontal Accuracy:	0,100m + 1ppm		
Desired Vertical Accuracy:	0,100m + 2ppm		
Confidence Level:	95% Err.		
Linear Units of Measure:	Meters		

<u>Site ID</u>	<u>Control Site Descriptor</u>	<u>Position</u>	<u>95% Error</u>	<u>Control Type</u>	<u>Fix Status</u>
1 1100		Lat. 6° 45' 35,30796"	0,000	Ver.	Fixed
		Lon. 39° 07' 22,07087"	0,000		
		Elv. 285,870	0,000		
2 BA11		Lat. 6° 45' 35,21035"	0,100	Hor/Ver	Fixed
		Lon. 39° 07' 22,06578"	0,100		
		Elv. 285,870	0,000		

<u>Site ID</u>	<u>Control Site Descriptor</u>	<u>Elevation Factor</u>
1 1100		0,99995412
2 BA11		0,99995412

Observation Information

lavras1111

Time System: Local Time (UTC-3,0)
Linear Units of Measure: Meters

Date: 06/26/06
Project file: lavras1111.spr

	<u>Site ID</u>	<u>Antenna Slant</u>	<u>Antenna Radius</u>	<u>Antenna Offset</u>	<u>Start Time</u>	<u>End Time</u>	<u>File Name</u>
1	????	0,000	0,000	2,305	07:54:20	07:59:30	BROVEA05.314
2	1100	0,000	0,000	2,230	08:43:15	08:59:55	BROVEA05.315
3	????	0,000	0,000	2,205	08:12:50	08:33:00	BROVEB05.314
4	1102	0,000	0,000	2,170	09:17:25	09:37:50	BROVEB05.315
5	????	0,000	0,000	2,252	08:39:40	09:02:05	BROVEC05.314
6	????	0,000	0,000	2,225	09:03:30	09:23:35	BROVED05.314
7	1103	0,000	0,000	2,170	09:40:45	10:00:55	BROVED05.315
8	????	0,000	0,000	2,275	09:27:20	09:48:00	BROVEE05.314
9	1104	0,000	0,000	2,222	10:09:50	10:30:55	BROVEE05.315
10	????	0,000	0,000	2,210	10:18:05	10:38:15	BROVEF05.314
11	1105	0,000	0,000	2,134	10:43:35	11:04:35	BROVEF05.315
12	????	0,000	0,000	2,260	10:48:10	11:10:50	BROVEG05.314
13	1106	0,000	0,000	2,220	13:01:35	13:21:40	BROVEG05.315
14	????	0,000	0,000	2,122	11:52:30	12:12:40	BROVEH05.314
15	1107	0,000	0,000	2,182	16:10:15	16:30:20	BROVEH05.315
16	????	0,000	0,000	2,230	12:18:15	12:38:20	BROVEI05.314
17	1108	0,000	0,000	2,100	16:51:40	17:11:45	BROVEI05.315
18	????	0,000	0,000	2,053	12:38:25	12:58:30	BROVEJ05.314
19	1109	0,000	0,000	2,172	17:19:25	17:39:30	BROVEJ05.315
20	????	0,000	0,000	2,270	13:01:05	13:21:10	BROVEK05.314
21	????	0,000	0,000	2,265	13:21:35	13:41:40	BROVEL05.314
22	????	0,000	0,000	2,220	13:40:50	15:00:55	BROVEM05.314
23	????	0,000	0,000	2,047	14:03:05	14:23:40	BROVEN05.314
24	????	0,000	0,000	2,290	14:25:50	14:45:55	BROVEO05.314
25	????	0,000	0,000	2,210	14:48:00	15:08:05	BROVEP05.314
26	????	0,000	0,000	2,210	15:09:40	15:29:45	BROVEQ05.314
27	????	0,000	0,000	2,146	16:05:15	16:25:15	BROVER05.309

28	????	0,000	0,000	2,220	15:32:25	15:52:40	BROVER05.314
29	????	0,000	0,000	2,223	15:59:10	16:29:10	BROVES05.314
30	????	0,000	0,000	2,190	16:38:55	16:59:05	BROVET05.314
31	????	0,000	0,000	2,147	17:02:10	17:32:15	BROVEU05.314
32	????	0,000	0,000	2,240	17:20:35	17:40:40	BROVEV05.314
33	BA11	0,000	0,000	2,273	08:41:45	18:28:20	BBASEA05.315
34	????	0,000	0,000	2,273	14:18:20	17:53:45	BBASEA05.315

Project Files

lavras1111

Time System: Local Time (UTC-3,0)

Date: 06/26/06

Project file: lavras1111.spr

	<u>File Name</u>	<u>Start Date & Time</u>	<u>End Date & Time</u>	<u>Recording Intrvl (sec)</u>	<u>Epochs</u>	<u>File Size (bytes)</u>	<u>Type</u>
1	BROVEA05.314	10/11/2005 07:54:20	10/11/2005	5,0	63	19221	L1 GPS
2	BROVEA05.315	11/11/2005 08:43:15	11/11/2005	5,0	81	27077	L1 GPS
3	BROVEB05.314	10/11/2005 08:12:50	10/11/2005	5,0	123	44381	L1 GPS
4	BROVEB05.315	11/11/2005 09:17:25	11/11/2005	5,0	126	48222	L1 GPS
5	BROVEC05.314	10/11/2005 08:39:40	10/11/2005	5,0	150	51370	L1 GPS
6	BROVED05.314	10/11/2005 09:03:30	10/11/2005	5,0	122	46204	L1 GPS
7	BROVED05.315	11/11/2005 09:40:45	11/11/2005	5,0	123	48756	L1 GPS
8	BROVEE05.314	10/11/2005 09:27:20	10/11/2005	5,0	129	49368	L1 GPS
9	BROVEE05.315	11/11/2005 10:09:50	11/11/2005	5,0	134	50438	L1 GPS
10	BROVEF05.314	10/11/2005 10:18:05	10/11/2005	5,0	123	50996	L1 GPS
11	BROVEF05.315	11/11/2005 10:43:35	11/11/2005	5,0	133	50581	L1 GPS
12	BROVEG05.314	10/11/2005 10:48:10	10/11/2005	5,0	153	53286	L1 GPS
13	BROVEG05.315	11/11/2005 13:01:35	11/11/2005	5,0	122	47149	L1 GPS
14	BROVEH05.314	10/11/2005 11:52:30	10/11/2005	5,0	123	47076	L1 GPS
15	BROVEH05.315	11/11/2005 16:10:15	11/11/2005	5,0	122	44944	L1 GPS
16	BROVEI05.314	10/11/2005 12:18:15	10/11/2005	5,0	122	42179	L1 GPS
17	BROVEI05.315	11/11/2005 16:51:40	11/11/2005	5,0	122	50964	L1 GPS
18	BROVEJ05.314	10/11/2005 12:38:25	10/11/2005	5,0	122	41129	L1 GPS
19	BROVEJ05.315	11/11/2005 17:19:25	11/11/2005	5,0	122	50789	L1 GPS
20	BROVEK05.314	10/11/2005 13:01:05	10/11/2005	5,0	122	50964	L1 GPS
21	BROVEL05.314	10/11/2005 13:21:35	10/11/2005	5,0	122	50964	L1 GPS
22	BROVEM05.314	10/11/2005 13:40:50	10/11/2005	5,0	122	42284	L1 GPS
23	BROVEN05.314	10/11/2005 14:03:05	10/11/2005	5,0	128	44191	L1 GPS

24	BROVEO05.314	10/11/2005 14:25:50	10/11/2005	5,0	122	42424	L1 GPS
25	BROVEP05.314	10/11/2005 14:48:00	10/11/2005	5,0	122	46659	L1 GPS
26	BROVEQ05.314	10/11/2005 15:09:40	10/11/2005	5,0	122	48899	L1 GPS
27	BROVER05.309	5/11/2005 16:05:15	5/11/2005	5,0	121	43372	L1 GPS
28	BROVER05.314	10/11/2005 15:32:25	10/11/2005	5,0	123	43296	L1 GPS
29	BROVES05.314	10/11/2005 15:59:10	10/11/2005	5,0	241	77557	L1 GPS
30	BROVET05.314	10/11/2005 16:38:55	10/11/2005	5,0	123	47076	L1 GPS
31	BROVEU05.314	10/11/2005 17:02:10	10/11/2005	5,0	122	43859	L1 GPS
32	BROVEV05.314	10/11/2005 17:20:35	10/11/2005	5,0	122	46204	L1 GPS
33	BBASEA05.315	11/11/2005 08:41:45	11/11/2005	5,0	6505	2317455	L1 GPS

Processed Vectors

lavras1111

Vector Stage: Processed
Horizontal Coordinate System: South American 1969-Mean
Height System: Ortho. Ht. (EGM96)
Desired Horizontal Accuracy: 0,100m + 1ppm
Desired Vertical Accuracy: 0,100m + 2ppm
Confidence Level: 95% Err.
Linear Units of Measure: Meters

Date: 06/26/06
Project file: lavras1111.spr

Vector Identifier	Vector Length	95% Error		Vector		95%		Process		Meas. Type
				Components	Error	QA	SVs	PDOP		
1 1100-BA11 11/11 11:43	0,326	0,581	X	0,259	0,332	7	2,7	L1	GPS	
			Y	0,130	0,332					
			Z	0,150	0,342					
2 BA11-1102 11/11 12:17	4620,051	0,503	X	1615,328	0,282	7	2,0	L1	GPS	
			Y	2619,565	0,299					
			Z	-3445,789	0,289					
3 BA11-1103 11/11 12:40	4912,116	0,628	X	1123,634	0,359	7	1,6	L1	GPS	
			Y	2164,803	0,358					
			Z	-4263,797	0,370					
4 BA11-1104 11/11 12:59	5799,684	0,610	X	860,748	0,345	7	1,8	L1	GPS	
			Y	2079,093	0,350					
			Z	-5345,354	0,361					
5 BA11-1105 11/11 13:23	6179,669	0,596	X	184,234	0,344	6	2,6	L1	GPS	
			Y	1393,099	0,342					
			Z	-6017,777	0,346					
6 BA11-1106 11/11 13:48	938,611	0,437	X	-515,066	0,253	6	2,5	L1	GPS	
			Y	-491,822	0,254					
			Z	-611,398	0,250					
7 BA11-1107 11/11 14:52	2235,134	0,555	X	1278,635	0,321	8	1,6	L1	GPS	
			Y	1718,723	0,318					
			Z	-637,892	0,323					
8 BA11-1108 11/11 15:18	3620,497	0,625	X	1995,418	0,351	7	2,4	L1	GPS	
			Y	2735,639	0,369					
			Z	-1281,634	0,362					
9 BA11-1109 11/11 15:38	3971,826	0,604	X	1735,582	0,353	6	2,7	L1	GPS	
			Y	2626,279	0,351					
			Z	-2421,945	0,343					

UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ
CENTRO DE CIÊNCIAS
LABORATÓRIO DE GEOFÍSICA DE PROSPECÇÃO E SENSORIAMENTO REMOTO
Posicionamento das Estações Gravimétricas
Lavras da Mangabeira - Linha Lm-006

Horizontal Coordinate System: South American 1969-Mean Date: 06/26/06
Height System: Ortho. Ht. (EGM96) Project file: lavras1211.spr
Desired Horizontal Accuracy: 0,100m + 1ppm
Desired Vertical Accuracy: 0,100m + 2ppm
Confidence Level: 95% Err.
Linear Units of Measure: Meters

<u>Site ID</u>	<u>Site Descriptor</u>	<u>Position</u>	<u>95% Error</u>	<u>Fix Status</u>	<u>Position Status</u>
1 1200	Inicialização do GPS Itinerante	Lat. 6° 45' 35,20095" S Lon. 39° 07' 22,05186" W Elv. 285,870	0,038 0,037 0,000	Fixed	Processed
2 1201		Lat. 6° 46' 22,18325" S Lon. 39° 03' 11,99113" W Elv. 258,567	0,033 0,035 0,028		Processed
3 1202		Lat. 6° 46' 56,50206" S Lon. 39° 03' 14,05387" W Elv. 247,099	0,020 0,014 0,025		Processed
4 1203		Lat. 6° 49' 56,52000" S Lon. 39° 07' 03,62590" W Elv. 278,621	0,025 0,067 0,038		Processed
5 1204		Lat. 6° 49' 58,36730" S Lon. 39° 07' 44,32792" W Elv. 287,410	0,024 0,016 0,029		Processed
6 1205		Lat. 6° 46' 06,42242" S Lon. 39° 03' 48,89636" W Elv. 265,883	0,084 0,086 0,057		Processed
7 BA12	RN1890A - MANGABEIRA Igreja Matriz	Lat. 6° 45' 35,21035" S Lon. 39° 07' 22,06578" W Elv. 285,870	0,100 0,100 0,000	Fixed Fixed Fixed	Processed

<u>Site ID</u>	<u>Site Descriptor</u>	<u>Elevation Factor</u>
1 1200		0,99995412
2 1201		0,99995840
3 1202		0,99996022
4 1203		0,99995526
5 1204		0,99995388
6 1205		0,99995726
7 BA12		0,99995412

Control Site Positions

lavras1211

Horizontal Coordinate System: South American 1969-Mean **Date:** 06/26/06
Height System: Ortho. Ht. (EGM96) **Project file:**
 lavras1211.spr
Desired Horizontal Accuracy: 0,100m + 1ppm
Desired Vertical Accuracy: 0,100m + 2ppm
Confidence Level: 95% Err.
Linear Units of Measure: Meters

<u>Site ID</u>	<u>Control Site Descriptor</u>	<u>Position</u>	<u>95% Error</u>	<u>Control Type</u>	<u>Fix Status</u>
1 1200		Lat. 6° 45' 35,21237"	0,000	Ver.	Fixed
		Lon. 39° 07' 22,08536"	0,000		
		Elv. 285,870	0,000		
2 BA12		Lat. 6° 45' 35,21035"	0,100	Hor/Ver	Fixed
		Lon. 39° 07' 22,06578"	0,100		
		Elv. 285,870	0,000		

<u>Site ID</u>	<u>Control Site Descriptor</u>	<u>Elevation Factor</u>
1 1200		0,99995412
2 BA12		0,99995412

Observation Information

lavras1211

Time System: Local Time (UTC-3,0)
Linear Units of Measure: Meters

Date: 06/26/06
Project file: lavras1211.spr

	<u>Site ID</u>	<u>Antenna Slant</u>	<u>Antenna Radius</u>	<u>Antenna Offset</u>	<u>Start Time</u>	<u>End Time</u>	<u>File Name</u>
1	1200	0,000	0,000	2,155	08:44:10	08:49:20	BROVEC05.316
2	1201	0,000	0,000	2,230	09:17:05	09:37:10	BROVED05.316
3	1202	0,000	0,000	2,142	09:41:25	10:01:40	BROVEE05.316
4	1203	0,000	0,000	2,102	10:56:40	11:16:40	BROVEF05.316
5	1204	0,000	0,000	2,122	11:18:45	11:39:15	BROVEH05.316
6	1205	0,000	0,000	2,204	12:16:20	12:36:25	BROVEI05.316
7	BA12	0,000	0,000	2,155	08:36:50	12:46:40	BBASEA05.316

Project Files

lavras1211

Time System: Local Time (UTC-3,0)

Date: 06/26/06

Project file: lavras1211.spr

	<u>File Name</u>	<u>Start Date & Time</u>	<u>End Date & Time</u>	<u>Recording Intrvl (sec)</u>	<u>Epochs</u>	<u>File Size (bytes)</u>	<u>Type</u>
1	BROVEC05.316	12/11/2005 08:44:10	12/11/2005	5,0	63	19501	L1 GPS
2	BROVED05.316	12/11/2005 09:17:05	12/11/2005	5,0	122	46659	L1 GPS
3	BROVEE05.316	12/11/2005 09:41:25	12/11/2005	5,0	124	50818	L1 GPS
4	BROVEF05.316	12/11/2005 10:56:40	12/11/2005	5,0	121	46312	L1 GPS
5	BROVEH05.316	12/11/2005 11:18:45	12/11/2005	5,0	127	47904	L1 GPS
6	BROVEI05.316	12/11/2005 12:16:20	12/11/2005	5,0	122	44734	L1 GPS
7	BBASEA05.316	12/11/2005 08:36:50	12/11/2005	5,0	2999	1085473	L1 GPS

Processed Vectors

lavras1211

Vector Stage: Processed
Horizontal Coordinate System: South American 1969-Mean
Height System: Ortho. Ht. (EGM96)
Desired Horizontal Accuracy: 0,100m + 1ppm
Desired Vertical Accuracy: 0,100m + 2ppm
Confidence Level: 95% Err.
Linear Units of Measure: Meters

Date: 06/26/06
Project file: lavras1211.spr

	<u>Vector Identifier</u>	<u>Vector Length</u>	<u>95% Error</u>		<u>Vector Components</u>	<u>95% Error</u>	<u>Process QA</u>	<u>SVs</u>	<u>PDOP</u>	<u>Meas. Type</u>
1	1200-BA12 11/12 11:44	0,555	0,645	X	-0,451	0,371		7	2,2	L1 GPS
				Y	-0,186	0,370				
				Z	-0,263	0,376				
2	BA12-1201 11/12 12:17	7814,128	0,565	X	4689,214	0,320		8	2,1	L1 GPS
				Y	6085,028	0,329				
				Z	-1429,789	0,329				
3	BA12-1202 11/12 12:41	8015,331	0,034	X	4543,762	0,019		8	1,6	L1 GPS
				Y	6121,469	0,022				
				Z	-2475,353	0,018				
4	BA12-1203 11/12 13:56	8047,608	0,677	X	-385,314	0,384		8	1,8	L1 GPS
				Y	1043,227	0,389				
				Z	-7970,395	0,399				
5	BA12-1204 11/12 14:18	8113,267	0,041	X	-1172,377	0,025		8	1,8	L1 GPS
				Y	72,421	0,025				
				Z	-8027,788	0,022				
6	BA12-1205 11/12 15:16	6616,251	0,651	X	4024,977	0,372		9	1,5	L1 GPS
				Y	5164,509	0,375				
				Z	-949,831	0,381				

ANEXO II

Levantamento Gravimétrico

UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ
CENTRO DE CIÊNCIAS
LABORATÓRIO DE GEOFÍSICA DE PROSPECÇÃO E SENSORIAMENTO REMOTO

GRAVIMETRIA - CADERNETA DE OBSERVACOES

LINHA: COLUNA HORA ICO	CODIGO: LM001	DATA : 16/06/2006	HORA: 09:33:12
TOTAL DE PONTOS: 7	PROJETO: CPRM	N.GRAVIMETRO: 622	IND. FECH.: 0
ESTACAO PARTIDA: 0171484	VALOR P: 978029.56	F.ESC: 1.00000000	FUSO HOR.: 3
ESTACAO CHEGADA: 0171484	VALOR C: 978029.56	TIP GRAVIMET: 47	SIST. REF.: 2

DADOS DAS ESTACOES:

NUMERO	NOME	RN	TPO	PMT	ANO	MES	DIA	HOR	MIN	LEIT1	LEIT2	LEIT3	IDE	ALT	DESN	DAL	PAL	TNI
171484	COLUNA HORA ICO	425B	1	N	2005	11	7	8	35	1674.402	1674.405	1674.401	0	153.07	.00	2	1	1
100001	EF LAVRAS	491N	1	N	2005	11	7	9	37	1662.834	1662.834	1662.836	0	245.12	.51	2	1	1
100002	IM MANGABEIRA	1890A	1	N	2005	11	7	10	23	1656.822	1656.818	1656.826	0	285.87	.00	2	1	1
171484	COLUNA HORA	425B	1	N	2005	11	7	11	45	1674.292	1674.300	1674.294	0	153.07	.00	2	1	1
100001	EF LAVRAS	491N	1	N	2005	11	7	13	34	1662.719	1662.716	1662.714	0	245.12	.53	2	1	1
100002	IM MANGABEIRA	1890A	1	N	2005	11	7	14	13	1656.799	1656.796	1656.789	0	285.87	.00	2	1	1
171484	COLUNA HORA ICO	425B	1	N	2005	11	7	15	32	1674.301	1674.300	1674.299	0	153.07	.00	2	1	1

TPO - Tipo de Levantamento: 1 - Densificação

PMT - Ponto Materializado: N - não

IDE - Índice de Deriva: 0

DESN - Desnível (m)

DAL - Datum altimétrico: 2 - Imbituba/SC

PAL - Classe de precisão alt: 1 - EH < 0,1m

TNI - Tipo de Nivelamento: 1 - Geométrico; 7 - Satélite

UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ
CENTRO DE CIÊNCIAS
LABORATÓRIO DE GEOFÍSICA DE PROSPECÇÃO E SENSORIAMENTO REMOTO

GRAVIMETRIA - CADERNETA DE OBSERVACOES

LINHA: EF LAVRA MANGABEIRA	CODIGO: LM002	DATA : 26/06/2006	HORA: 15:08:37
TOTAL DE PONTOS: 24	PROJETO: CPRM	N.GRAVIMETRO: 622	IND. FECH.: 1
ESTACAO PARTIDA: 0171484	VALOR P: 978017.74	F.ESC: 1.00000000	FUSO HOR.: 3
ESTACAO CHEGADA: 0171484	VALOR C: 978011.67	TIP GRAVIMET: 47	SIST. REF.: 2

DADOS DAS ESTACOES:

NUMERO	NOME	RN	TPO	PMT	ANO	MES	DIA	HOR	MIN	LEIT1	LEIT2	LEIT3	IDE	ALT	DESN	DAL	PAL	TNI
100001	EFLVM	491N	1	N	2005	11	8	7	26	1662.719	1662.714	1662.717	0	245.12	.00	2	1	1
801			1	N	2005	11	8	8	26	1663.518	1663.521	1663.518	0	239.15	.51	2	1	7
802			1	N	2005	11	8	8	45	1658.592	1658.590	1658.594	0	250.64	.47	2	1	7
803			1	N	2051	11	8	9	1	1661.810	1661.804	1661.807	0	240.28	.49	2	1	7
804			1	N	2005	11	8	9	24	1662.347	1662.347	1662.348	0	240.12	.53	2	1	7
805			1	N	2005	11	8	9	38	1663.048	1663.049	1663.052	0	242.16	.52	2	1	7
806			1	N	2005	11	8	9	59	1663.038	1663.042	1663.038	0	243.39	.55	2	1	7
807			1	N	2005	11	8	10	18	1664.073	1664.069	1664.073	0	249.71	.53	2	1	7
808			1	N	2005	11	8	10	35	1662.547	1662.547	1662.551	0	256.04	.53	2	1	7
809			1	N	2005	11	8	10	57	1665.721	1665.727	1665.718	0	247.99	.52	2	1	7
810			1	N	2005	11	8	11	18	1661.310	1661.313	1661.315	0	268.59	.48	2	1	7
811			1	N	2005	11	8	11	54	1661.278	1661.283	1661.278	0	249.26	.53	2	1	7
812			1	N	2005	11	8	12	13	1661.460	1661.460	1661.458	0	256.54	.52	2	1	7
813			1	N	2005	11	8	12	37	1658.141	1658.147	1658.151	0	275.79	.53	2	1	7
814			1	N	2005	11	8	13	52	1659.678	1659.674	1659.674	0	261.17	.46	2	1	7
815			1	N	2005	11	8	14	13	1659.751	1659.754	1659.748	0	260.07	.54	2	1	7
816			1	N	2005	11	8	14	23	1656.890	1656.891	1656.893	0	272.00	.53	2	1	7
817			1	N	2005	11	8	14	53	1656.881	1656.880	1656.880	0	277.01	.53	2	1	7
818			1	N	2005	11	8	15	11	1656.887	1656.879	1656.880	0	276.27	.54	2	1	7
819			1	N	2005	11	8	15	38	1660.269	1660.268	1660.263	0	255.78	.54	2	1	7

820			1	N	2005	11	8	15	55	1660.079	1660.080	1660.078	0	257.32	.53	2	1	7
821			1	N	2005	11	8	16	15	1657.771	1657.774	1657.778	0	272.43	.50	2	1	7
822			1	N	2005	11	8	16	48	1660.517	1660.513	1660.518	0	254.57	.52	2	1	7
100002	IG MANGABEIRA	1890A	1	N	2005	11	8	17	41	1656.721	1656.724	1656.729	0	285.87	.00	2	1	1

TPO - Tipo de Levantamento: 1 - Densificação

PMT - Ponto Materializado: N - não

IDE - Índice de Deriva: 0

DESN - Desnível (m)

DAL - Datum altimétrico: 2 - Imbituba/SC

PAL - Classe de precisão alt: 1 - EH < 0,1m

TNI - Tipo de Nivelamento: 1 - Geométrico; 7 - Satélite

UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ
CENTRO DE CIÊNCIAS
LABORATÓRIO DE GEOFÍSICA DE PROSPECÇÃO E SENSORIAMENTO REMOTO

GRAVIMETRIA - CADERNETA DE OBSERVACOES

LINHA: EF LAVRA MANGABEIRA	CODIGO: LM003	DATA : 16/06/2006	HORA: 9:34:45
TOTAL DE PONTOS: 18	PROJETO: CPRM	N.GRAVIMETRO: 622	IND. FECH.: 1
ESTACAO PARTIDA: 0171485	VALOR P: 978017.74	F.ESC: 1.00000000	FUSO HOR.: 3
ESTACAO CHEGADA: 0171486	VALOR C: 978011.67	TIP GRAVIMET: 47	SIST. REF.: 2

DADOS DAS ESTACOES:

NUMERO	NOME	RN	TPO	PMT	ANO	MES	DIA	HOR	MIN	LEIT1	LEIT2	LEIT3	IDE	ALT	DESN	DAL	PAL	TNI
100001	EFLVM	491N	1	N	2005	11	9	8	9	1662.729	1662.724	1662.727	0	245.12	.52	2	1	1
901			1	N	2005	11	9	8	52	1662.878	1662.877	1662.869	0	237.43	.49	2	1	7
902			1	N	2005	11	9	9	14	1662.658	1662.658	1662.656	0	252.51	.52	2	1	7
903			1	N	2005	11	9	9	30	1662.633	1662.634	1662.636	0	263.95	.49	2	1	7
904			1	N	2005	11	9	9	50	1667.298	1667.307	1667.306	0	243.14	.49	2	1	7
905			1	N	2005	11	9	10	8	1664.160	1664.160	1664.159	0	261.74	.51	2	1	7
906			1	N	2005	11	9	10	30	1666.997	1666.994	1666.993	0	257.28	.52	2	1	7
907			1	N	2005	11	9	11	39	1663.456	1663.459	1663.457	0	237.18	.52	2	1	7
908			1	N	2005	11	9	12	6	1661.813	1661.819	1661.815	0	237.93	.51	2	1	7
909			1	N	2005	11	9	13	45	1664.824	1664.822	1664.822	0	238.63	.51	2	1	7
910			1	N	2005	11	9	14	6	1664.433	1664.432	1664.434	0	238.06	.52	2	1	7
911			1	N	2005	11	9	14	26	1664.503	1664.509	1664.507	0	239.38	.52	2	1	7
912			1	N	2005	11	9	14	46	1667.424	1667.426	1667.421	0	239.46	.49	2	1	7
913			1	N	2005	11	9	15	5	1667.107	1667.108	1667.107	0	245.45	.52	2	1	7
914			1	N	2005	11	9	15	28	1665.350	1665.347	1665.354	0	256.84	.50	2	1	7
915			1	N	2005	11	9	15	47	1668.615	1668.612	1668.614	0	240.78	.51	2	1	7
916			1	N	2005	11	9	16	12	1667.387	1667.380	1667.381	0	251.36	.52	2	1	7
100002	MANGABEIRA	1890A	1	N	2005	11	9	17	53	1656.738	1656.731	1656.735	0	285.87	.00	2	1	7

TPO - Tipo de Levantamento: 1 - Densificação
PMT - Ponto Materializado: N - não
IDE - Índice de Deriva: 0
DESN - Desnível (m)
DAL - Datum altimétrico: 2 - Imbituba/SC
PAL - Classe de precisão alt: 1 - EH < 0,1m
TNI - Tipo de Nivelamento: 1 - Geométrico; 7 - Satélite

UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ
CENTRO DE CIÊNCIAS
LABORATÓRIO DE GEOFÍSICA DE PROSPECÇÃO E SENSORIAMENTO REMOTO

GRAVIMETRIA - CADERNETA DE OBSERVACOES

LINHA: MANGABEIRA	CODIGO: LM004	DATA : 16/06/2006	HORA: 9:34:57
TOTAL DE PONTOS: 23	PROJETO: CPRM	N.GRAVIMETRO: 622	IND. FECH.: 1
ESTACAO PARTIDA: 0171486	VALOR P: 978011.67	F.ESC: 1.00000000	FUSO HOR.: 3
ESTACAO CHEGADA: 0171485	VALOR C: 978017.74	TIP GRAVIMET: 47	SIST. REF.: 2

DADOS DAS ESTACOES:

NUMERO	NOME	RN	TPO	PMT	ANO	MES	DIA	HOR	MIN	LEIT1	LEIT2	LEIT3	IDE	ALT	DESN	DAL	PAL	TNI
100002	MANGABEIRA	1890A	1	N	2005	11	10	7	46	1656.707	1656.708	1656.705	0	285.87	.00	2	1	1
1001			1	N	2005	11	10	8	16	1659.297	1659.297	1659.290	0	283.83	.53	2	1	7
1002			1	N	2005	11	10	8	49	1660.981	1660.971	1660.977	0	281.03	.50	2	1	7
1003			1	N	2005	11	10	9	9	1658.656	1658.655	1658.657	0	297.69	.53	2	1	7
1004			1	N	2005	11	10	9	33	1653.341	1653.345	1653.348	0	311.96	.49	2	1	7
1005			1	N	2005	11	10	10	19	1658.587	1658.583	1658.588	0	268.76	.52	2	1	7
1006			1	N	2005	11	10	10	59	1659.362	1659.367	1659.362	0	269.29	.51	2	1	7
1007			1	N	2005	11	10	11	58	1659.489	1659.487	1659.487	0	269.42	.52	2	1	7
1008			1	N	2005	11	10	12	20	1659.343	1659.346	1659.342	0	260.81	.53	2	1	7
1009			1	N	2005	11	10	12	45	1653.589	1653.589	1653.588	0	263.60	.52	2	1	7
1010			1	N	2005	11	10	13	4	1648.738	1648.737	1648.740	0	282.40	.52	2	1	7
1011			1	N	2005	11	10	13	25	1653.079	1653.074	1653.075	0	270.72	.53	2	1	7
1012			1	N	2005	11	10	13	46	1657.804	1657.801	1657.800	0	254.20	.51	2	1	7
1013			1	N	2005	11	10	14	6	1659.873	1659.872	1659.874	0	264.48	.52	2	1	7
1014			1	N	2005	11	10	14	29	1660.637	1660.636	1660.642	0	260.07	.67	2	1	7
1015			1	N	2005	11	10	14	51	1657.155	1657.154	1657.155	0	278.76	.52	2	1	7
1016			1	N	2005	11	10	15	12	1654.049	1654.050	1654.048	0	296.93	.50	2	1	7
1017			1	N	2005	11	10	15	34	1655.280	1655.286	1655.283	0	289.92	.46	2	1	7
1018			1	N	2005	11	10	16	1	1656.380	1656.381	1656.382	0	312.87	.49	2	1	7
1019			1	N	2005	11	10	16	41	1656.766	1656.764	1656.763	0	308.77	.50	2	1	7

1020			1	N	2005	11	10	17	6	1657.212	1657.211	1657.211	0	295.86	.51	2	1	7
1021			1	N	2005	11	10	17	26	1656.066	1656.062	1656.066	0	303.06	.48	2	1	7
100001	EFLVM	491N1	1	N	2005	11	10	18	59	1662.629	1662.630	1662.623	0	245.12	.53	2	1	1

TPO - Tipo de Levantamento: 1 - Densificação

PMT - Ponto Materializado: N - não

IDE - Índice de Deriva: 0

DESN - Desnível (m)

DAL - Datum altimétrico: 2 - Imbituba/SC

PAL - Classe de precisão alt: 1 - EH < 0,1m

TNI - Tipo de Nivelamento: 1 - Geométrico; 7 - Satélite

UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ
CENTRO DE CIÊNCIAS
LABORATÓRIO DE GEOFÍSICA DE PROSPECÇÃO E SENSORIAMENTO REMOTO

GRAVIMETRIA - CADERNETA DE OBSERVACOES

LINHA: IG MANGABEIRA	CODIGO: LM005	DATA : 26/06/2006	HORA: 12:23:06
TOTAL DE PONTOS: 10	PROJETO: CPRM	N.GRAVIMETRO: 622	IND. FECH.: 1
ESTACAO PARTIDA: 0171486	VALOR P: 978011.67	F.ESC: 1.00000000	FUSO HOR.: 3
ESTACAO CHEGADA: 0171485	VALOR C: 978017.74	TIP GRAVIMET: 47	SIST. REF.: 2

DADOS DAS ESTACOES:

NUMERO	NOME	RN	TPO	PMT	ANO	MES	DIA	HOR	MIN	LEIT1	LEIT2	LEIT3	IDE	ALT	DESN	DAL	PAL	TNI
100002	IG MANGABEIRA	1890A	1	N	2005	11	11	8	52	1656.066	1656.069	1656.064	0	285.87	.00	2	1	1
1101			1	N	2005	11	11	9	21	1644.771	1644.778	1644.777	0	296.41	.52	2	1	7
1002			1	N	2005	11	11	9	42	1644.197	1644.190	1644.197	0	298.79	.50	2	1	7
1103			1	N	2005	11	11	10	7	1650.008	1650.000	1650.001	0	278.32	.51	2	1	7
1104			1	N	2005	11	11	15	57	1653.141	1653.145	1653.143	0	266.10	.52	2	1	7
1105			1	N	2005	11	11	15	4	1650.123	1650.126	1650.118	0	290.24	.52	2	1	7
1106			1	N	2005	11	11	16	12	1650.805	1650.804	1650.805	0	304.06	.52	2	1	7
1107			1	N	2005	11	11	16	56	1657.395	1657.390	1657.393	0	286.33	.52	2	1	7
1108			1	N	2005	11	11	17	23	1655.848	1655.847	1655.845	0	292.14	.50	2	1	7
100001	EFLVM	491N	1	N	2005	11	11	19	13	1662.087	1662.082	1662.084	0	245.12	.00	2	1	1

TPO - Tipo de Levantamento: 1 - Densificação
PMT - Ponto Materializado: N - não
IDE - Índice de Deriva: 0
DESN - Desnível (m)
DAL - Datum altimétrico: 2 - Imbituba/SC
PAL - Classe de precisão alt: 1 - EH < 0,1m
TNI - Tipo de Nivelamento: 1 - Geométrico; 7 - Satélite

UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ
CENTRO DE CIÊNCIAS
LABORATÓRIO DE GEOFÍSICA DE PROSPECÇÃO E SENSORIAMENTO REMOTO

GRAVIMETRIA - CADERNETA DE OBSERVACOES

LINHA: IM MANGABEIRA	CODIGO: LM006	DATA : 26/06/2006	HORA: 12:23:41
TOTAL DE PONTOS: 7	PROJETO: CPRM	N.GRAVIMETRO: 622	IND. FECH.: 1
ESTACAO PARTIDA: 0171484	VALOR P: 978011.67	F.ESC: 1.00000000	FUSO HOR.: 3
ESTACAO CHEGADA: 0171484	VALOR C: 978017.74	TIP GRAVIMET: 47	SIST. REF.: 2

DADOS DAS ESTACOES:

NUMERO	NOME	RN	TPO	PMT	ANO	MES	DIA	HOR	MIN	LEIT1	LEIT2	LEIT3	IDE	ALT	DESN	DAL	PAL	TNI
100002	LM MANGABEIRA	1890A	1	N	2005	11	12	8	37	1656.451	1656.457	1656.452	0	285.87	.00	2	1	1
1201			1	N	2005	11	12	9	21	1658.542	1658.633	1658.633	0	258.57	.50	2	1	7
1202			1	N	2005	11	12	9	45	1661.123	1661.120	1661.120	0	247.10	.52	2	1	7
1203			1	N	2005	11	12	11	0	1656.608	1656.610	1656.610	0	278.62	.53	2	1	7
1204			1	N	2005	11	12	11	24	1654.694	1654.699	1654.697	0	287.41	.53	2	1	7
1205			1	N	2005	11	12	12	21	1657.202	1657.204	1657.205	0	265.88	.53	2	1	7
100001	EFLVM	491N	1	N	2005	11	12	13	34	1662.526	1662.521	1662.523	0	245.12	.00	2	1	1

TPO - Tipo de Levantamento: 1 - Densificação
PMT - Ponto Materializado: N - não
IDE - Índice de Deriva: 0
DESN - Desnível (m)
DAL - Datum altimétrico: 2 - Imbituba/SC
PAL - Classe de precisão alt: 1 - EH < 0,1m
TNI - Tipo de Nivelamento: 1 - Geométrico; 7 - Satélite

ANEXO III

Reduções dos Dados Gravimétricos

UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ
CENTRO DE CIÊNCIAS
LABORATÓRIO DE GEOFÍSICA DE PROSPECÇÃO E SENSORIAMENTO REMOTO

GRAVIMETRIA - GRAVIDADE TEORICA E ANOMALIAS AR-LIVRE E BOUGUER COMPLETA

LINHA: COLUNA HORA ICO	CODIGO: LM001	DATA : 14/11/2005	HORA: 20:42: 7
TOTAL DE PONTOS: 7	PROJETO: CPRM	N.GRAVIMETRO: 622	IND. FECH.: 0
ESTACAO PARTIDA: 0171484	VALOR P: 978029.56	F.ESC: 1.00000000	FUSO HOR.: 3
ESTACAO CHEGADA: 0171484	VALOR C: 978029.56	TIP GRAVIMET: 47	SIST. REF.: 2

DADOS DAS ESTACOES:

NUMERO	NOME	RN	LAT	LON	DPL	ALT	DAL	MARE	DIN	G.OBS.	G.TEOR	AL	CT	BOUG
171484	COLUNA HOR	425B	- 6 24 24.00	- 38 51 11.00	1	153.0689	2	-.027	.000	978029.60	978096.20	-19.37	.200	-36.29
100001	EF LAVRAS	491N	- 6 45 17.00	- 38 57 56.00	1	245.6260	2	-.028	-.004	978017.80	978103.30	-9.75	.650	-36.58
100002	IM MANGABE	1890A	- 6 45 35.00	- 39 7 22.00	1	285.8702	2	-.019	-.007	978011.60	978103.30	-3.48	1.070	-34.40
171484	COLUNA HOR	425B	- 6 24 24.00	- 38 51 11.00	1	153.0689	2	.012	-.012	978029.50	978096.20	-19.45	.200	-36.38
100001	EF LAVRAS	491N	- 6 45 17.00	- 38 57 56.00	1	245.6460	2	.068	-.019	978017.80	978103.30	-9.78	.650	-36.62
100002	IM MANGABE	1890A	- 6 45 35.00	- 39 7 22.00	1	285.8702	2	.084	-.021	978011.70	978103.30	-3.42	1.070	-34.34
171484	COLUNA HOR	425B	- 6 24 24.00	- 38 51 11.00	1	153.0689	2	.104	-.026	978029.60	978096.20	-19.37	.200	-36.29

ALT - Altimetria + Desnível do gravimetro
DAL - Datum altimétrico: 2 - Imbituba/SC
MARE - Correção de Maré
DIN - Erro de Fechamento

AL - Anomalia Ar-Livre
CT - Correção de Terreno
BOUG - Anomalia Bouguer Completa

UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ
CENTRO DE CIÊNCIAS
LABORATÓRIO DE GEOFÍSICA DE PROSPECÇÃO E SENSORIAMENTO REMOTO

GRAVIMETRIA - GRAVIDADE TEORICA E ANOMALIAS AR-LIVRE E BOUGUER COMPLETA

LINHA: EF LAVRA MANGABEIRA	CODIGO: LM002	DATA : 17/12/2005	HORA: 9:38:37
TOTAL DE PONTOS: 24	PROJETO: CPRM	N.GRAVIMETRO: 622	IND. FECH.: 1
ESTACAO PARTIDA: 0171484	VALOR P: 978017.74	F.ESC: 1.00000000	FUSO HOR.: 3
ESTACAO CHEGADA: 0171484	VALOR C: 978011.67	TIP GRAVIMET: 47	SIST. REF.: 2

DADOS DAS ESTACOES:

NUMERO	NOME	RN	LAT	LON	DPL	ALT	DAL	MARE	DIN	G.OBS.	G.TEOR	AL	CT	BOUG
100001	EFLVM	491N	- 6 45 17.00	- 38 57 56.00	1	245.1160	2	.035	.000	978017.80	978103.30	-9.93	.650	-36.60
801			- 6 46 12.00	- 38 58 29.00	1	239.6590	2	.015	-.004	978018.50	978103.60	-11.13	.640	-37.31
802			- 6 46 41.00	- 38 58 46.00	1	251.1110	2	.009	-.005	978013.50	978103.80	-12.80	.710	-40.19
803			- 6 47 3.00	- 38 59 16.00	1	240.7700	2	-.030	-.006	978016.80	978103.90	-12.88	.570	-39.25
804			- 6 47 15.00	- 38 59 51.00	1	240.6490	2	-.002	-.007	978017.30	978104.00	-12.41	.570	-38.77
805			- 6 47 34.00	- 39 0 20.00	1	242.6770	2	-.005	-.008	978018.00	978104.10	-11.19	.580	-37.76
806			- 6 48 5.00	- 39 0 28.00	1	243.9430	2	-.010	-.009	978018.00	978104.30	-10.99	.580	-37.71
807			- 6 48 39.00	- 39 0 43.00	1	250.2420	2	-.013	-.010	978019.10	978104.50	-8.20	.690	-35.51
808			- 6 48 46.00	- 39 1 16.00	1	256.5690	2	-.015	-.011	978017.50	978104.50	-7.85	.730	-35.83
809			- 6 49 17.00	- 39 1 23.00	1	248.5070	2	-.016	-.013	978020.80	978104.80	-7.29	.660	-34.43
810			- 6 49 21.00	- 39 1 58.00	1	269.0680	2	-.015	-.014	978016.30	978104.80	-5.46	.760	-34.81
811			- 6 47 55.00	- 39 0 59.00	1	249.7880	2	-.011	-.016	978016.20	978104.30	-10.93	.670	-38.21
812			- 6 48 3.00	- 39 1 30.00	1	257.0570	2	-.007	-.017	978016.40	978104.30	-8.55	.730	-36.59
813			- 6 48 11.00	- 39 2 2.00	1	276.3240	2	.000	-.018	978013.00	978104.30	-6.02	.820	-36.12
814			- 6 46 5.00	- 39 0 24.00	1	261.6250	2	.030	-.023	978014.60	978103.60	-8.24	.760	-36.75
815			- 6 46 2.00	- 39 1 3.00	1	260.6130	2	.040	-.024	978014.70	978103.60	-8.44	.750	-36.86
816			- 6 46 18.00	- 39 1 30.00	1	272.5300	2	.040	-.024	978011.80	978103.70	-7.78	.780	-37.49
817			- 6 46 49.00	- 39 1 29.00	1	277.5440	2	.060	-.027	978011.80	978103.80	-6.40	.830	-36.63
818			- 6 47 28.00	- 39 1 43.00	1	276.8050	2	.069	-.028	978011.80	978104.10	-6.85	.830	-37.00
819			- 6 46 26.00	- 39 2 1.00	1	256.3170	2	.081	-.029	978015.30	978103.70	-9.35	.720	-37.31
820			- 6 46 51.00	- 39 2 21.00	1	257.8470	2	.088	-.030	978015.10	978103.90	-9.21	.730	-37.33

821	- 6 47 16.00 - 39	2 46.00 1	272.9250 2	.095	-.031	978012.80	978104.00	-7.05	.780	-36.81
822	- 6 47 14.00 - 39	3 17.00 1	255.0880 2	.104	-.033	978015.50	978104.00	-9.74	.710	-37.57
100002	IG MANGABE 1890A - 6 45 35.00 - 39	7 22.00 1	285.8702 2	.109	-.036	978011.70	978103.30	-3.45	1.070	-34.37

ALT - Altimetria + Desnível do gravímetro
 DAL - Datum altimétrico: 2 - Imituba/SC
 MARE - Correção de Maré
 DIN - Erro de Fechamento

AL - Anomalia Ar-Livre
 CT - Correção de Terreno
 BOUG - Anomalia Bouguer Completa

UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ
CENTRO DE CIÊNCIAS
LABORATÓRIO DE GEOFÍSICA DE PROSPECÇÃO E SENSORIAMENTO REMOTO

GRAVIMETRIA - GRAVIDADE TEORICA E ANOMALIAS AR-LIVRE E BOUGUER COMPLETA

LINHA: EF LAVRA MANGABEIRA	CODIGO: LM003	DATA : 14/11/2005	HORA: 20:35:19
TOTAL DE PONTOS: 18	PROJETO: CPRM	N.GRAVIMETRO: 622	IND. FECH.: 1
ESTACAO PARTIDA: 0171485	VALOR P: 978017.74	F.ESC: 1.00000000	FUSO HOR.: 3
ESTACAO CHEGADA: 0171486	VALOR C: 978011.67	TIP GRAVIMET: 47	SIST. REF.: 2

DADOS DAS ESTACOES:

NUMERO	NOME	RN	LAT	Lon	DPL	ALT	DAL MARE	G.OBS.	G.TEOR	AL	CT	BOUG
100001	EFLVM	491N	- 6 45 17.00	- 38 57 56.00	1	245.6360	2 .071 .000	978017.80	978103.30	-9.77	.650	-36.60
901			- 6 47 13.00	- 38 58 33.00	1	237.9210	2 .056 .000	978017.90	978104.00	-12.69	.480	-38.83
902			- 6 45 59.00	- 38 58 38.00	1	253.0300	2 .047 -.001	978017.60	978103.60	-7.82	.730	-35.41
903			- 6 48 29.00	- 38 58 45.00	1	264.4410	2 .039 -.001	978017.60	978104.40	-5.21	.790	-34.01
904			- 6 49 4.00	- 38 58 37.00	1	243.6290	2 .030 -.001	978022.40	978104.60	-7.09	.630	-33.72
905			- 6 49 40.00	- 38 58 21.00	1	262.2530	2 .022 -.001	978019.10	978104.90	-4.77	.770	-33.35
906			- 6 50 16.00	- 38 58 16.00	1	257.7960	2 .012 -.001	978022.00	978105.10	-3.48	.740	-31.59
907			- 6 47 6.00	- 38 57 56.00	1	237.7010	2 -.013 -.002	978018.40	978103.90	-12.19	.480	-38.31
908			- 6 46 47.00	- 38 58 24.00	1	238.4430	2 -.019 -.002	978016.80	978103.80	-13.53	.480	-39.73
909			- 6 46 25.00	- 38 57 39.00	1	239.1390	2 -.014 -.003	978019.80	978103.70	-10.12	.500	-36.38
910			- 6 46 56.00	- 38 57 13.00	1	238.5830	2 -.007 -.003	978019.40	978103.90	-10.86	.490	-37.07
911			- 6 47 17.00	- 38 57 20.00	1	239.9010	2 .002 -.003	978019.50	978104.00	-10.49	.480	-36.86
912			- 6 47 49.00	- 38 57 11.00	1	239.9500	2 .011 -.004	978022.40	978104.20	-7.68	.490	-34.04
913			- 6 48 22.00	- 38 56 59.00	1	245.9720	2 .022 -.004	978022.10	978104.40	-6.33	.640	-33.22
914			- 6 49 .00	- 38 56 54.00	1	257.3370	2 .035 -.004	978020.40	978104.60	-4.83	.740	-32.88
915			- 6 49 32.00	- 38 57 12.00	1	241.2860	2 .047 -.004	978023.70	978104.80	-6.63	.620	-33.01
916			- 6 49 49.00	- 38 56 44.00	1	251.8800	2 .062 -.004	978022.50	978104.90	-4.70	.720	-32.17
100002	MANGABEIRA	1890A	- 6 45 35.00	- 39 7 22.00	1	285.8702	2 .114 -.005	978011.70	978103.30	-3.45	1.070	-34.37

ALT - Altimetria + Desnível do gravímetro AL - Anomalia Ar-Livre

DAL - Datum altimétrico: 2 - Imituba/SC
MARE - Correção de Maré
DIN - Erro de Fechamento

CT - Correção de Terreno
BOUG - Anomalia Bouguer Completa

UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ
CENTRO DE CIÊNCIAS
LABORATÓRIO DE GEOFÍSICA DE PROSPECÇÃO E SENSORIAMENTO REMOTO

GRAVIMETRIA - GRAVIDADE TEORICA E ANOMALIAS AR-LIVRE E BOUGUER COMPLETA

LINHA: MANGABEIRA	CODIGO: LM004	DATA : 29/11/2005	HORA: 14:49:21
TOTAL DE PONTOS: 23	PROJETO: CPRM	N.GRAVIMETRO: 622	IND. FECH.: 1
ESTACAO PARTIDA: 0171486	VALOR P: 978011.67	F.ESC: 1.00000000	FUSO HOR.: 3
ESTACAO CHEGADA: 0171485	VALOR C: 978017.74	TIP GRAVIMET: 47	SIST. REF.: 2

DADOS DAS ESTACOES:

NUMERO	NOME	RN	LAT	LON	DPL	ALT	DAL	MARE	DIN	G.OBS.	G.TEOR	AL	CT	BOUG
100002	MANGABEIRA	1890A	- 6 45 35.00	- 39 7 22.00	1	285.8702	2	.117	.000	978011.70	978103.30	-3.45	1.070	-34.37
1001			- 6 46 8.00	- 39 7 15.00	1	284.3610	2	.115	.001	978014.30	978103.60	-1.54	1.050	-32.31
1002			- 6 46 42.00	- 39 7 12.00	1	281.5310	2	.107	.002	978016.00	978103.80	-.91	1.020	-31.39
1003			- 6 47 6.00	- 39 7 37.00	1	298.2240	2	.100	.002	978013.60	978103.90	1.73	1.230	-30.41
1004			- 6 47 36.00	- 39 7 47.00	1	312.4520	2	.089	.003	978008.30	978104.10	.52	1.280	-33.16
1005			- 6 46 36.00	- 39 8 29.00	1	269.2760	2	.062	.004	978013.60	978103.80	-7.13	.910	-36.36
1006			- 6 45 55.00	- 39 7 45.00	1	269.7960	2	.036	.005	978014.30	978103.50	-5.97	.910	-35.25
1007			- 6 45 56.00	- 39 6 12.00	1	269.9350	2	-.002	.007	978014.40	978103.50	-5.84	.910	-35.13
1008			- 6 46 17.00	- 39 5 31.00	1	261.3400	2	-.014	.008	978014.30	978103.70	-8.77	.800	-37.22
1009			- 6 46 54.00	- 39 5 40.00	1	264.1150	2	-.026	.008	978008.40	978103.90	-14.01	.830	-42.73
1010			- 6 47 27.00	- 39 5 22.00	1	282.9160	2	-.032	.009	978003.40	978104.10	-13.35	1.020	-43.99
1011			- 6 48 1.00	- 39 5 16.00	1	271.2520	2	-.037	.009	978007.80	978104.30	-12.73	.910	-42.18
1012			- 6 48 44.00	- 39 5 19.00	1	254.7100	2	-.040	.010	978012.60	978104.50	-13.28	.780	-41.00
1013			- 6 49 13.00	- 39 4 48.00	1	264.9990	2	-.039	.011	978014.80	978104.70	-8.16	.830	-36.98
1014			- 6 48 48.00	- 39 3 23.00	1	260.7390	2	-.035	.011	978015.60	978104.60	-8.54	.800	-36.92
1015			- 6 48 44.00	- 39 3 43.00	1	279.2810	2	-.029	.012	978012.00	978104.50	-6.34	.960	-36.63
1016			- 6 48 47.00	- 39 3 10.00	1	297.4250	2	-.020	.012	978008.80	978104.60	-3.92	1.220	-35.98
1017			- 6 48 19.00	- 39 2 42.00	1	290.3830	2	-.008	.013	978010.10	978104.40	-4.65	1.140	-36.01
1018			- 6 49 28.00	- 39 3 15.00	1	313.3550	2	.009	.014	978011.30	978104.80	3.17	1.300	-31.90
1019			- 6 49 41.00	- 39 5 6.00	1	309.2650	2	.039	.015	978011.70	978104.90	2.25	1.280	-31.08
1020			- 6 49 36.00	- 39 5 42.00	1	296.3740	2	.059	.016	978012.10	978104.80	-1.22	1.190	-33.20

1021		- 6 49 50.00	- 39 6 19.00	1 303.5370	2 .075	.016	978011.00	978104.90	-.25	1.230	-32.98
100001	EFLVM	491N - 6 45 17.00	- 38 57 56.00	1 245.6460	2 .133	.019	978017.80	978103.30	-9.76	.650	-36.60

ALT - Altimetria + Desnível do gravímetro
 DAL - Datum altimétrico: 2 - Imbituba/SC
 MARE - Correção de Maré
 DIN - Erro de Fechamento

AL - Anomalia Ar-Livre
 CT - Correção de Terreno
 BOUG - Anomalia Bouguer Completa

UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ
CENTRO DE CIÊNCIAS
LABORATÓRIO DE GEOFÍSICA DE PROSPECÇÃO E SENSORIAMENTO REMOTO

GRAVIMETRIA - GRAVIDADE TEORICA E ANOMALIAS AR-LIVRE E BOUGUER COMPLETA

LINHA: IG MANGABEIRA	CODIGO: LM005	DATA : 26/06/2006	HORA: 10:18: 1
TOTAL DE PONTOS: 10	PROJETO: CPRM	N.GRAVIMETRO: 622	IND. FECH.: 1
ESTACAO PARTIDA: 0171486	VALOR P: 978011.67	F.ESC: 1.00000000	FUSO HOR.: 3
ESTACAO CHEGADA: 0171485	VALOR C: 978017.74	TIP GRAVIMET: 47	SIST. REF.: 2

DADOS DAS ESTACOES:

NUMERO	NOME	RN	LAT	LON	DPL	ALT	DAL	MARE	DIN	G.OBS.	G.TEOR	AL	CT	BOUG
100002	IG MANGABE	1890A	- 6 45 35.00	- 39 7 22.00	1	285.8702	2	.146	.000	978011.70	978103.30	-3.45	1.070	-34.37
1101			- 6 47 27.00	- 39 5 42.00	1	296.6340	2	.140	-.002	978000.10	978104.10	-12.37	1.200	-44.37
1102			- 6 47 54.00	- 39 6 4.00	1	299.2860	2	.132	-.003	977999.60	978104.30	-12.31	1.270	-44.53
1103			- 6 48 30.00	- 39 6 11.00	1	278.5360	2	.119	-.005	978005.40	978104.40	-13.02	.960	-43.23
1104			- 6 48 52.00	- 39 6 43.00	1	266.7300	2	-.039	-.029	978008.50	978104.60	-13.78	.830	-42.80
1105			- 6 47 49.00	- 39 3 39.00	1	290.7600	2	-.057	-.025	978005.40	978104.20	-9.09	1.130	-40.49
1106			- 6 48 54.00	- 39 7 17.00	1	304.5210	2	-.030	-.030	978006.10	978104.60	-4.50	1.310	-37.27
1107			- 6 46 18.00	- 39 4 58.00	1	287.0620	2	.003	-.033	978012.90	978103.70	-2.23	1.080	-33.27
1108			- 6 46 13.00	- 39 4 22.00	1	293.0090	2	.027	-.035	978011.30	978103.60	-1.92	1.170	-33.54
100001	EFLVM	491N	- 6 45 17.00	- 38 58 56.00	1	245.1160	2	.124	-.042	978017.80	978103.30	-9.93	.650	-36.60

ALT - Altimetria + Desnível do gravimetro
DAL - Datum altimétrico: 2 - Imbituba/SC
MARE - Correção de Maré
DIN - Erro de Fechamento

AL - Anomalia Ar-Livre
CT - Correção de Terreno
BOUG - Anomalia Bouguer Completa

UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ
CENTRO DE CIÊNCIAS
LABORATÓRIO DE GEOFÍSICA DE PROSPECÇÃO E SENSORIAMENTO REMOTO

GRAVIMETRIA - GRAVIDADE TEORICA E ANOMALIAS AR-LIVRE E BOUGUER COMPLETA

LINHA: IM MANGABEIRA	CODIGO: LM006	DATA : 26/06/2006	HORA: 10:40:21
TOTAL DE PONTOS: 7	PROJETO: CPRM	N.GRAVIMETRO: 622	IND. FECH.: 1
ESTACAO PARTIDA: 0171484	VALOR P: 978011.67	F.ESC: 1.00000000	FUSO HOR.: 3
ESTACAO CHEGADA: 0171484	VALOR C: 978017.74	TIP GRAVIMET: 47	SIST. REF.: 2

DADOS DAS ESTACOES:

NUMERO	NOME	RN	LAT	LON	DPL	ALT	DAL	MARE	DIN	G.OBS.	G.TEOR	AL	CT	BOUG
100002	LM MANGABE	1890A	- 6 45 35.00	- 39 7 22.00	1	285.8702	2	.163	.000	978011.70	978103.30	-3.45	1.070	-34.37
1201			- 6 46 22.00	- 39 3 12.00	1	258.9960	2	.169	.010	978013.90	978103.70	-9.88	.730	-38.13
1202			- 6 46 56.00	- 39 3 14.00	1	247.4480	2	.166	.015	978016.40	978103.90	-11.08	.670	-38.10
1203			- 6 49 56.00	- 39 7 3.00	1	279.1320	2	.127	.032	978011.80	978104.90	-6.98	.890	-37.32
1204			- 6 49 58.00	- 39 7 44.00	1	287.9470	2	.107	.038	978009.90	978104.90	-6.24	1.090	-37.37
1205			- 6 46 6.00	- 39 3 48.00	1	266.2680	2	.050	.051	978012.40	978103.60	-9.05	.820	-38.02
100001	EFLVM	491N	- 6 45 17.00	- 38 57 56.00	1	245.1160	2	-.022	.067	978017.80	978103.30	-9.93	.650	-36.60

ALT - Altimetria + Desnível do gravimetro
DAL - Datum altimétrico: 2 - Imbituba/SC
MARE - Correção de Maré
DIN - Erro de Fechamento

AL - Anomalia Ar-Livre
CT - Correção de Terreno
BOUG - Anomalia Bouguer Completa