



**UNIVERSIDADE FEDERAL DA BAHIA
INSTITUTO DE GEOCIÊNCIAS
CURSO DE GEOLOGIA**



FABIANE FERREIRA NATIVIDADE DOS SANTOS

**ESTUDOS GEOLÓGICO, GEOFÍSICO E HIDROGEOLÓGICO DA FAZENDA
EXPERIMENTAL DA UFBA, MUNICÍPIO DE
ENTRE RIOS- BA.**

**SALVADOR-BA
Junho/2012**

FABIANE FERREIRA NATIVIDADE DOS SANTOS

**ESTUDOS GEOLÓGICO, GEOFÍSICO E HIDROGEOLÓGICO DA FAZENDA
EXPERIMENTAL DA UFBA, MUNICÍPIO DE
ENTRE RIOS- BA.**

Monografia apresentada ao curso de Geologia, Instituto de Geociências,
Universidade Federal da Bahia, como requisito parcial para obtenção do grau
de Bacharel em Geologia.

Orientador: MSc. Prof. Hailton Mello da Silva

Co-orientador: Dr. Prof. Sérgio Augusto de Moraes Nascimento

**SALVADOR-BA
Junho/2012**

S237 Santos, Fabiane Ferreira Natividade dos
Estudos geológico, geofísico e hidrogeológico na Fazenda
Experimental da UFBA, município de Entre Rios – BA / Fabiane
Ferreira Natividade
dos Santos. _ Salvador, 2012.

81 f.: il.

Orientador: Prof. MSc. Hailton Mello da Silva.
TCC (Graduação em Geologia) - Instituto de Geociências,
Universidade Federal da Bahia, 2012.

1. Hidrogeologia - Recôncavo (BA). 2. Água análise. 3. Água
Qualidade. 4. Sedimentologia. 5. Prospecção Métodos
geofísicos. I. Silva, Hailton Mello da. II. Universidade Federal da Bahia.
Instituto de Geociências. III. Título.

CDU 556.314 (813.8)

Elaborada pela Biblioteca Shiguemi Fujimori, Instituto de Geociências
da Universidade Federal da Bahia.

TERMO DE APROVAÇÃO

FABIANE FERREIRA NATIVIDADE DOS SANTOS

**ESTUDOS GEOLÓGICO, GEOFÍSICO E HIDROGEOLÓGICO DA FAZENDA
EXPERIMENTAL DA UFBA, MUNICÍPIO DE
ENTRE RIOS- BA.**

Monografia aprovada como requisito parcial para obtenção do grau de Bacharel em Geologia, Universidade Federal da Bahia composta pela seguinte banca examinadora:

1º Examinador – Prof. MSc. Hafton Mello da Silva - Orientador
Universidade Federal da Bahia - IGEO

2º Examinador – Prof. Dr. Luiz Rogério Bastos Leal
Universidade Federal da Bahia - IGEO

3º Examinador – Profª. Dr.ª Susana Silva Cavalcanti
Universidade Federal da Bahia - IGEO

4º Examinador- Prof. Dr. Cristovaldo Bispo dos Santos
CPRM

**SALVADOR-BA
Junho/2012**

*” Em alguns instantes,
Sou PEQUENINA e também GIGANTE! ”*

(Arnaldo Antunes, Carlinhos Brown e Marisa Monte)

AGRADECIMENTOS

Agradeço a Deus por ter colocado em meu caminho pessoas especiais que contribuíram para essa conquista.

Aos meus pais, Arlete e Nelson, pela dedicação, amor, carinho, incentivo, sermão e pela confiança que sempre depositaram em mim em todos os momentos.

À minha irmã, Flávia, pelo companheirismo, amor, carinho, paciência e à minha sobrinha Grazielle.

À minha família do coração, Rosana e Galak que são a extensão da minha família, pelo amor, carinho, compreensão. Aos meus irmãos loiros, Gabriela e Thiago, meus parceiros, amigos de todas as horas. A Cremilda Rodrigues, grande amiga da família, sempre atenciosa, companheira.

Aos parentes, em especial meus primos-amores: Maili Garcia, Iago Garcia, Tatiana Santos e Tânia Mota.

Aos meus amigos do CORAÇÃO (CEFET-BA): Luana Carvalho, Marta Cabral, Rafaela Lima, Mariana Coelho, George Oliver, Carlos Leandro, Mário Sóstenes, Ive Marques, Hilton Rivas (*in memorian*) e Marcela Brito (*in memorian*) além de Josy, Duda Bastos, Gabriel Narrimã e Paula Cunha pelos momentos maravilhosos que passamos.

Aos meus guardiões de ROCHA: A. J. Rodrigues, Heider Gringo, José Assis (Pagodart), Caio Mueller, Adriano Caetano. O que seria de mim sem vocês?

Aos amigos de ROCHA: Gleice Barcelar, Henrique Assumpção, André Lyrio, Eula Nascimento, Paulo Lopes, Dira Góes, Thiene Varjão, Carla Melo, Murilo Alves, Natali Barbosa, Ana Salinas, Gleide Seabra, Nelize Lima, Enaldo Filho, Dira Góes, Bianca Leone, Rafael Daltro, MV, Guilherme Gonçalves, Mariana Cayres, Linda Lucena, Nívia Pina, Adelino Neto, Luciano Mata, Marcelo Falcão, Lucas Gontijo, Carlito Neves, Sâmia Oliveira, Rosenilda e Rosevânia Paixão, Uyara Machado, Ana Carolina Pinheiro, Carlos Amorim, Nea Torres, Bárbara Alves, Priscila Passos, Luiz Henrique Caldas, Jofre Borges, Aldacy, Eduardo Amarante e André Santos. Vocês são especiais!

Aos meus amigos da ÁGUA (NEHMA): Jamille Alves, Dário Alves, Andreia Laís, Marcelo Santana, Thiago Brito, Rivaldo Vieira, Rowena Brito, Prof. Sérgio Nascimento e Prof. Danilo Melo. Amigos Maravilhosos!

Aos professores: Vilton, Lamarck (*in memorian*), Tânia Araújo, Giselle Mara, Flávio Sampaio, José Aroldo de Sá, André Netto, Cristovaldo Bispo, Amalvina Costa, Simone

Cerqueira, Reginaldo, Ângela Leal, Félix, Roberto Rosa, Carlson Leite, Eron Pires, Susana Cavalcanti e Paulo Espinheira.

Ao meu orientador Prof. Hailton Mello da Silva, que adotei como meu terceiro pai.

Agradeço a todos que estiveram comigo nesse período e que contribuíram para que alcançasse essa vitória.

RESUMO

Neste trabalho desenvolveu-se um estudo multidisciplinar envolvendo dados geológico, hidrogeológico, hidroquímico e geofísico da Formação Marizal e do Grupo Ilhas, presentes na área de estudo, a Fazenda Experimental da UFBA, no município de Entre Rios, Bahia. Tal estudo foi feito com o intuito de se avaliar a qualidade da água e o potencial hídrico destas unidades geológicas, visando a locação de um poço tubular que atendesse às demandas da fazenda em dessedentação animal, irrigação, consumo humano e no uso para a apicultura. O reconhecimento de subsuperfície foi realizado através de quatro sondagens elétricas verticais (SEV), possibilitando a confirmação das características hidrogeológicas dos tipos litológicos da área, já obtidas em literatura. A qualidade das águas, coletadas de dois poços locais, foi avaliada de acordo com os seus parâmetros físico-químicos, tendo como base na Portaria do Ministério da Saúde nº 2914/2011. Os resultados destes estudos permitiram avaliar preliminarmente o potencial hídrico, a qualidade da água, bem como as espessuras e resistividades de cada unidade presente. Deste modo, foi possível constatar-se a boa qualidade da água no aquífero da Formação Marizal e a presença de sais no aquífero local do Grupo Ilhas. Entretanto, verificou-se a necessidade de estudos adicionais para avaliar-se com precisão a potencialidade do aquífero da Formação Marizal, bem como a sua capacidade para atender as demandas da Fazenda Experimental da UFBA.

PALAVRAS-CHAVES: Formação Marizal, Grupo Ilhas, Águas Subterrâneas.

ABSTRACT

This paper has developed a multidisciplinary study involving geological data, hydrogeological data, hydrochemical and geophysical data upon the Marizal Formation and Ilhas Group present in the experimental farm site all belonging to the local Federal university located in the town of Entre Rios, Bahia. This study was introduced in order to evaluate water quality and water potential of these geological units in order to rent a tube well that meets with the demands on the farm animals water drinking, irrigation, human consumption and beekeeping production, as well. The subsurface recognition was conducted through four vertical electrical sounding (VES), allowing confirmation of the hydrogeological characteristics of the rock types in the area, already obtained in the literature. The quality of water collected from two local wells was evaluated according to their physical chemical parameters, based on the Ordinance of the Ministry of Health No. 2914/2011. From the results of these studies it was possible to evaluate the potential preliminarily water, water quality and the thickness and resistivity of each unit present. Thus, it was possible to notice the good quality of water in the Marizal formation aquifer and the presence of salts in the local Ilhas Group aquifer. However, there is a need for additional studies to evaluate the potential of the Marizal formation aquifer accurately as well as its ability to meet the demands of the experimental farm of the university.

KEY WORDS: Marizal Formation - Ilhas Group - Groundwater.

SUMÁRIO

ÍNDICE DE TABELAS.....	XII
ÍNDICE DE FOTOGRAFIAS.....	XII
ÍNDICE DE FIGURAS	XIII
1 INTRODUÇÃO	14
2 OBJETIVOS.....	15
3 JUSTIFICATIVA.....	16
4 ASPECTOS FÍSICOS DA ÁREA	17
4.1 LOCALIZAÇÃO / ACESSO	17
4.2 GEOMORFOLOGIA.....	18
4.2.1 Planícies Fluviais ou Fluviolacustres.....	18
4.2.2 Tabuleiros	18
4.2.3 Tabuleiros Dissecados	18
4.2.4 Colinas Amplas e Suaves	19
4.2.5 Vales Encaixados	19
4.3 CLIMA	21
4.4 SOLOS.....	22
4.4.1 Argissolo vermelho-amarelo distrófico.....	22
4.4.2 Espodossolo	23
4.4.3 Gleissolo háplico	23
4.4.4 Gleissolo háplico eutrófico	23
4.4.5 Planossolo háplico eutrófico solódico.....	24
4.5 VEGETAÇÃO.....	26
4.5.1 Cerrado.....	26
4.5.2 Reflorestamento	26
4.5.3 Florestas Primária e Secundária.....	26
4.5.3.1 Floresta Primária	26
4.5.3.2 Floresta Secundária.....	26
4.6 RECURSOS HÍDRICOS	28
4.6.1 Usos das Águas.....	28
4.6.2 Principais Impactos	28
5 GEOLOGIA.....	29
5.1 REGIONAL.....	29
5.1.1 Bacia do Recôncavo.....	29
5.1.2 Aspectos Estratigráficos	31
5.1.2.1 Fase Pré-rift.....	33
5.1.2.2 Fase Sin-rift	34
5.1.2.3 Fase Pós-rift	36
5.2 GEOLOGIA LOCAL.....	37
6 HIDROQUÍMICA.....	40
6.1 ASPECTOS METODOLÓGICOS	40
6.2 CARACTERÍSTICAS QUÍMICAS DAS ÁGUAS	41
6.3 QUALIDADE DAS ÁGUAS PARA CONSUMO HUMANO	43
6.3.1 Padrão de Potabilidade	43
6.4 QUALIDADE DAS ÁGUAS PARA USO AGRÍCOLA (IRRIGAÇÃO).....	48
6.5 QUALIDADE DAS ÁGUAS PARA CONSUMO ANIMAL	50
6.6 QUALIDADE DAS ÁGUAS PARA A APICULTURA.....	52
7 GEOFÍSICA.....	53
7.1 MÉTODO DE ELETRORRESISTIVIDADE.....	53
7.2 TÉCNICAS DE PROSPECÇÃO GEOFÍSICA ELÉTRICA	54
7.3 POTENCIAL NO SEMI-ESPAÇO HOMOGÊNEO.....	55
7.4 SONDAGEM ELÉTRICA VERTICAL	56

7.4.1 Arranjo Schlumberger	57
7.5 INVERSÃO DE DADOS GEOFÍSICOS	58
7.6 LEVANTAMENTO DE DADOS GEOFÍSICOS	59
7.7 INTERPRETAÇÃO DE DADOS DE CAMPO	59
8 HIDROGEOLOGIA	66
8.1 CARACTERÍSTICAS HIDROGEOLÓGICAS LOCAIS	66
8.1.1 Coberturas Aluvionares	66
8.1.2 Formação Marizal	67
8.1.3 Grupo Ilhas	67
9 CONCLUSÕES	69
10 REFERÊNCIAS	71
ANEXOS	76

ÍNDICE DE TABELAS

TABELA 6.1 –VALORES DOS PARÂMETROS FÍSICO-QUÍMICOS DOS PONTOS DE COLETA..	41
TABELA 6.2: CLASSIFICAÇÃO DAS ÁGUAS PARA USO AGRÍCOLA (IRRIGAÇÃO). ADAPTADA.....	49
TABELA 6.3: CLASSIFICAÇÃO DAS ÁGUAS SUBTERRÂNEAS PELO RESÍDUO SECO.....	51
TABELA 6.4 : CLASSIFICAÇÃO DAS ÁGUAS SUBTERRÂNEAS PARA CONSUMO ANIMAL. ...	51
TABELA 6.5: CLASSIFICAÇÃO DAS ÁGUAS SUBTERRÂNEAS PARA CONSUMO ANIMAL....	52
TABELA 7.1: RESISTIVIDADE DE ALGUNS TIPOS DE ROCHAS E SOLOS.....	53

ÍNDICE DE FOTOGRAFIAS

FOTOGRAFIA 5.1 - ÁREA CARACTERIZADA COMO GRUPO ILHAS.....	37
FOTOGRAFIA 5.2 - FORMAÇÃO MARIZAL SOBREPONDO-SE AO GRUPO ILHAS, EM ÁREA DA FAZENDA.....	38
FOTOGRAFIA 5.3 - COBERTURAS SUPERFICIAIS SOBREPONDO-SE AO GRUPO ILHAS, EM ÁREA DA FAZENDA.....	38
FOTOGRAFIA 6.1 - EM (A) POÇO LOCALIZADO NA FAZENDA EXPERIMENTAL DA UFBA DE ENTRE RIOS – COORD. UTM: 596307/8681552, E EM (B), POÇO LOCALIZADO NA LOCALIDADE DE AGUAZINHA, PRÓXIMA À FAZENDA – COORD. UTM: 593086/8682210.....	40
FOTOGRAFIA 7.1 - RESISTIVÍMETRO SYSCAL R-2, FABRICADO PELA <i>IRIS INSTRUMENTS</i> . EM (A) O EQUIPAMENTO EM DESTAQUE E EM (B) O MESMO EM DETALHE.....	59
FOTOGRAFIA 7.2 – EM (A) DISPOSIÇÃO DO ELETRODO NA SUPERFÍCIE. EM (B) SOLUÇÃO DE ÁGUA SALGADA PARA UMEDECER O SOLO.	60

ÍNDICE DE FIGURAS

FIGURA 4.1- MAPA DE LOCALIZAÇÃO E VIAS DE ACESSO DA ÁREA DE ESTUDO (ENTRE RIOS -BA).	17
FIGURA 4.2 - MAPA GEOMORFOLÓGICO REGIONAL.....	20
FIGURA 4.3 - GRÁFICOS ILUSTRATIVOS SOBRE ALGUNS FATORES CLIMÁTICOS DO MUNICÍPIO DE ENTRE RIOS-BA.....	21
FIGURA 4.4 - DADOS MENSIS DA CLIMATOLOGIA DO MUNICÍPIO DE ENTRE RIOS -BA ..	22
FIGURA 4.5 – MAPA DE SOLOS REGIONAL.....	25
FIGURA 4.6 - MAPA DE VEGETAÇÃO (USO DO SOLO) REGIONAL.....	27
FIGURA 5.1 - BACIA DO RECÔNCAVO, LOCALIZAÇÃO, LIMITES E CARACTERÍSTICAS ESTRUTURAIS.....	30
FIGURA 5.2 - COLUNA ESTRATIGRÁFICA DA BACIA DO RECÔNCAVO.....	32
FIGURA 5.3 - MODELO DEPOSICIONAL PARA OS SEDIMENTOS PRÉ-RIFTE ALUVIAIS, FLUVIAIS, EÓLICOS E LACUSTRES DO ANDAR D. JOÃO, ABRANGENDO AS FORMAÇÕES AFLIGIDOS, ALIANÇA E SERGI.....	34
FIGURA 5.4 - MAPA GEOLÓGICO DA ÁREA DE ESTUDO.....	39
FIGURA 6.1 – DIAGRAMA PIPER PARA CLASSIFICAÇÃO DAS ÁGUAS COLETADAS EM CAMPO: FAZENDA EXPERIMENTAL E NA LOCALIDADE DA AGUAZINHA.....	42
FIGURA 6.2 - DIAGRAMA STIFF PARA REPRESENTAÇÃO GRÁFICA DE ANÁLISE QUÍMICA QUANTO AS CARACTERÍSTICAS IÔNICAS	43
FIGURA 6.3 – DIAGRAMA DE CLASSIFICAÇÃO DAS ÁGUAS PARA IRRIGAÇÃO DE ACORDO COM O LABORATÓRIO DE SALINIDADE DOS ESTADOS UNIDOS.....	50
FIGURA 7.1 - REPRESENTAÇÃO SIMPLIFICADA DAS TÉCNICAS REFERENTES AO MÉTODO DA ELETRORRESISTIVIDADE. EM (A), TÉCNICA DE SONDAGEM; (B) CAMINHAMENTO E (C) PERFILAGEM.....	55
FIGURA 7.2 - RELAÇÃO ENTRE O FLUXO DE CORRENTE ELÉTRICA E SUPERFÍCIES EQUIPOTENCIAIS A PARTIR DE UMA FONTE PONTUAL.....	55
FIGURA 7.3 – ARRANJOS DE DESENVOLVIMENTO – SEV. (A)ARRANJO SCHLUMBERGER E (B) WENNER.....	57
FIGURA 7.4 – MAPA GEOLÓGICO COM INDICAÇÕES DOS CENTROS DAS SEV'S E PERFIL COM NÍVEL DE AQUÍFERO INTERPRETADO.....	61
FIGURA 7.5 – CONFIGURAÇÃO DO MODELO GEOELÉTRICO DA SEV 02.....	62
FIGURA 7.6 – CONFIGURAÇÃO DO MODELO GEOELÉTRICO DA SEV 03.....	63
FIGURA 7.7 – CONFIGURAÇÃO DO MODELO GEOELÉTRICO DA SEV 04.....	64
FIGURA 7.8 – CONFIGURAÇÃO DO MODELO GEOELÉTRICO DA SEV 05.....	65

1 INTRODUÇÃO

O aumento da demanda por água tem acarretado um quadro de deficiência, principalmente no abastecimento público, devido ao processo acelerado de urbanização em que se encontra a maioria dos municípios baianos. Os recursos hídricos subterrâneos são uma alternativa de grande eficiência para o consumo humano por apresentarem disponibilidade de água potável.

Diante à escassez de pesquisas voltadas para captação de águas subterrâneas, neste trabalho tendo como objeto de observação, a Fazenda Experimental da UFBA no município de Entre Rios – BA foi desenvolvido um estudo multidisciplinar o qual foram analisados os dados geológicos, hidrogeológicos, hidroquímicos e geofísicos da Formação Marizal e Grupo Ilhas, que afloram na mesma, comparando-as e avaliando a capacidade de prospecção de água, bem como determinação de uma possível locação de poço tubular com água de qualidade e quantidade para o seu próprio consumo.

Através do Método Geofísico Elétrico com a técnica de Sondagem Elétrica Vertical foi possível investigar o substrato rochoso, determinando a resistividade característica de cada unidade litológica presente e fornecer informações sobre o recurso hídrico existente no subsolo. Com a interpretação dos dados geofísicos foram confirmadas as características hidrogeológicas obtidas na bibliografia.

A qualidade da água para consumo humano, irrigação, pecuária, e apicultura de águas coletadas dos poços da Fazenda Experimental da UFBA e da localidade da Aguazinha foi analisada de acordo com os parâmetros físico-químicos e baseando-se pelas Portarias do Ministério da Saúde de nº 2914/2011, que as classificaram como Cloretada Cálcica Sódica (Fazenda Experimental da UFBA) devido ao grande teor de cloro, resultante de precipitações pluviométricas ou alguma fonte de contaminação antrópica e Bicarbonatada Sódica (Aguazinha) por causa aos níveis carbonáticos constituintes da Formação Marizal.

2 OBJETIVOS

2.1 OBJETIVO GERAL:

O objetivo do trabalho é definir o potencial hídrico da Formação Marizal e do Grupo Ilhas nas imediações da Fazenda Experimental da UFBA no município de Entre Rios-BA.

2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS:

1. Analisar as características geológica, geofísica e geoquímica da Formação Marizal e do Grupo Ilhas na área de estudo, objetivando a prospecção de água subterrânea.
2. Avaliar a possibilidade de locação de um poço tubular com água de qualidade e quantidade para uso na Fazenda Experimental da UFBA em Entre Rios – BA.

3 JUSTIFICATIVA

A área de abrangência desta pesquisa caracteriza-se pela falta de estudos relacionados à captação de água nos aquíferos ali presentes. Isto porque ainda não se dispõe de uma análise mais apurada das características hidrogeológicas da Formação Marizal e do Grupo Ilhas, principais sistemas aquíferos da região. Por se tratar de uma área cujo uso da água subterrânea é de suma importância para o consumo da população e nas atividades agropecuárias, este trabalho torna-se de extrema relevância, podendo vir a ser um referencial para futuras pesquisas de prospecção hídrica por órgãos gestores daquelas águas.

4 ASPECTOS FÍSICOS DA ÁREA

4.1 LOCALIZAÇÃO / ACESSO

A área de estudo está situada no município de Entre Rios-BA, de acordo com as coordenadas geográficas $12^{\circ} 00' 00'' / 13^{\circ} 00' 00''$ S (latitude) E $38^{\circ} 00' 00'' / 38^{\circ} 30' 00''$ W (longitude). Está inserida na da Bacia do Recôncavo, fazendo parte da bacia hidrográfica do rio Inhambupe.

O acesso ao município de Entre Rios pode ser feito pela BR-101 em direção a Aracaju-SE ou pela Linha Verde até o distrito de Esplanada, Palame, seguindo então pela BA-400 até o distrito sede. Outro acesso poderá ser feito por Simões Filho, pela BA-093 até o distrito sede, passando por Dias d'Ávila, Mata de São João, Pojuca e Araçás (Fig. 4.1).

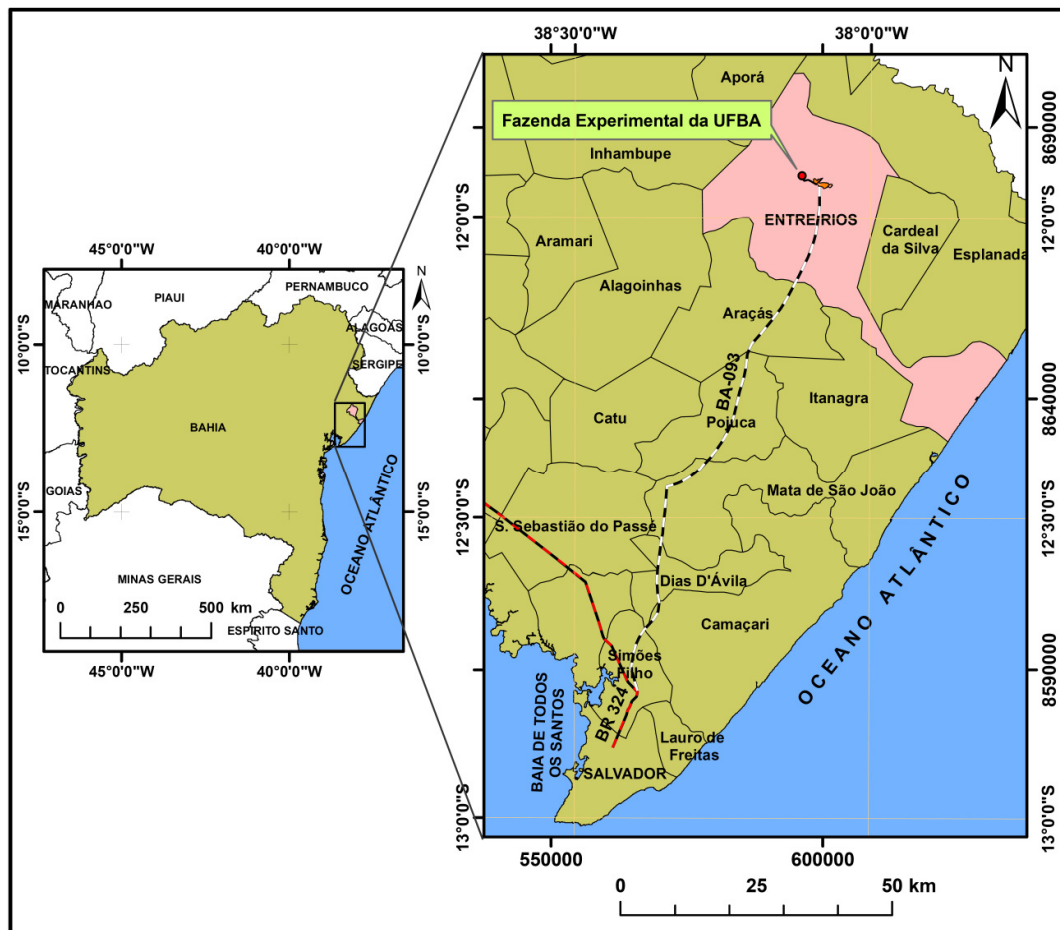


FIGURA 4.1- Mapa de localização e vias de acesso da área de estudo (Entre Rios -BA).
FONTE: IBGE, 2005.

4.2 GEOMORFOLOGIA

Segundo IBGE (2005), a área de estudo é dividida em cinco unidades geomorfológicas, tendo como base o processo atuante (agradacional ou denundação) e nos litotipos presentes. As unidades são definidas como: Planícies Fluviais ou fluviolacustres, Tabuleiros, Tabuleiros Dissecados, Colinas Amplas e Suaves e Vales Encaixados. (Fig. 4.2)

4.2.1 Planícies Fluviais ou Fluviolacustres

São planícies de inundação e baixadas inundáveis. Constituem zonas de acumulação atual, sub-horizontais, compostas por depósitos areno-argilosos a argilo-arenosos. Apresentam gradientes extremamente suaves e convergentes em direção aos cursos d'água principais. São terrenos periodicamente inundáveis, mal drenados nas planícies de inundação e bem drenados nos terraços. Exibem amplitude de relevo nula (zero) e inclinação das vertentes variando entre 0-3 °.

4.2.2 Tabuleiros

Constituem formas suavemente dissecadas. São superfícies extensas, gradientes suaves, topos planos e alongados e vertentes retilíneas nos vales, encaixados em forma de “U”. Apresentam amplitude de relevo que varia de 20 a 50 m e inclinações de vertentes entre 0 – 3° e topos planos. Localmente, podem existir vertentes com inclinações superiores, entre 10 - 25°. Nessas formas de relevo há predomínio de processos de pedogênese (formação de solos espessos e bem drenados). De forma restrita, podem ocorrer processos de erosão laminar ou linear acelerada (sulcos e ravinas).

4.2.3 Tabuleiros Dissecados

Constituem formas tabulares. São dissecadas por uma rede de drenagem com alta densidade, apresentando um relevo movimentado de colinas com topos tabulares ou alongados e vertentes retilíneas e declivosas nos vales encaixados, resultantes da dissecação fluvial recente. Apresentam amplitude de relevo que varia de 20 a 50 m, inclinação de vertentes entre 0 - 3° e topos planos restritos. Assim como as formas de

tabuleiros, localmente podem existir vertentes com inclinações superiores, entre 10 – 25°. Nessas formas de relevo, há predomínio de processos de pedogênese, sendo a ocorrência de processos de erosão laminar ou linear acelerada (sulcos e ravinas) mais comum.

4.2.4 Colinas Amplas e Suaves

Constituem formas pouco dissecadas, com vertentes convexas e topos amplos, de morfologia tabular ou alongada. Apresentam sistema de drenagem principal com deposição de planícies aluviais relativamente amplas. Exibem amplitude de relevo que varia de 20 a 50 m e inclinação de vertentes entre 3 - 10°. Há predomínio de processos de pedogênese, com ocorrência restrita de processos de erosão laminar ou linear acelerada (ravinas e voçorocas). Pode ocorrer geração de rampas de colúvios nas baixas vertentes.

4.2.5 Vales Encaixados

Consistem em feições de relevo fortemente entalhados pela incisão vertical da drenagem, formando vales encaixados e incisos sobre planaltos e chapadas. São formas constituídas por vertentes predominantemente retilíneas a côncavas, fortemente sulcadas, declivosas, com sedimentação de colúvios e depósitos de tálus. Apresentam sistema de drenagem principal em franco processo de entalhamento, amplitudes entre 100 e 300 m e inclinação de vertentes de 10 – 25°, com possíveis ocorrências de vertentes declivosas (acima de 45°). Em geral, essas formas de relevo indicam uma retomada erosiva recente em processo de reajuste ao nível de base regional. Há predomínio de processos de morfogênese (formação de solos rasos), com atuação frequente de processo de erosão laminar e de movimentos de massa.

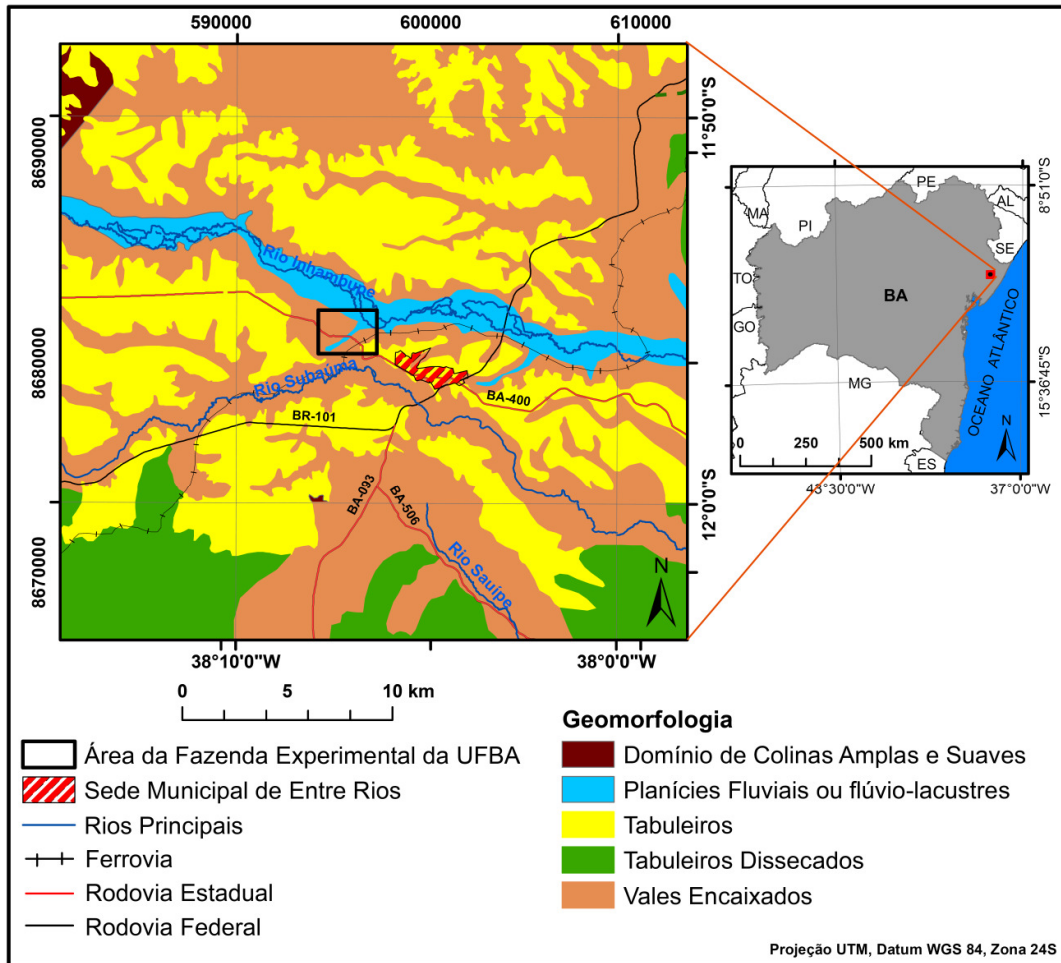


FIGURA 4.2 - Mapa Geomorfológico Regional.

FONTE: PERH, 2004; IBGE, 2005.

4.3 CLIMA

A área de estudo caracteriza-se como um clima úmido a subúmido, úmido e seco. Apresenta período chuvoso entre os meses de abril a julho, com pluviosidade anual média de 1550 mm, com máxima média de 2344 mm e mínima média de 773 mm (Fig. 4.3).

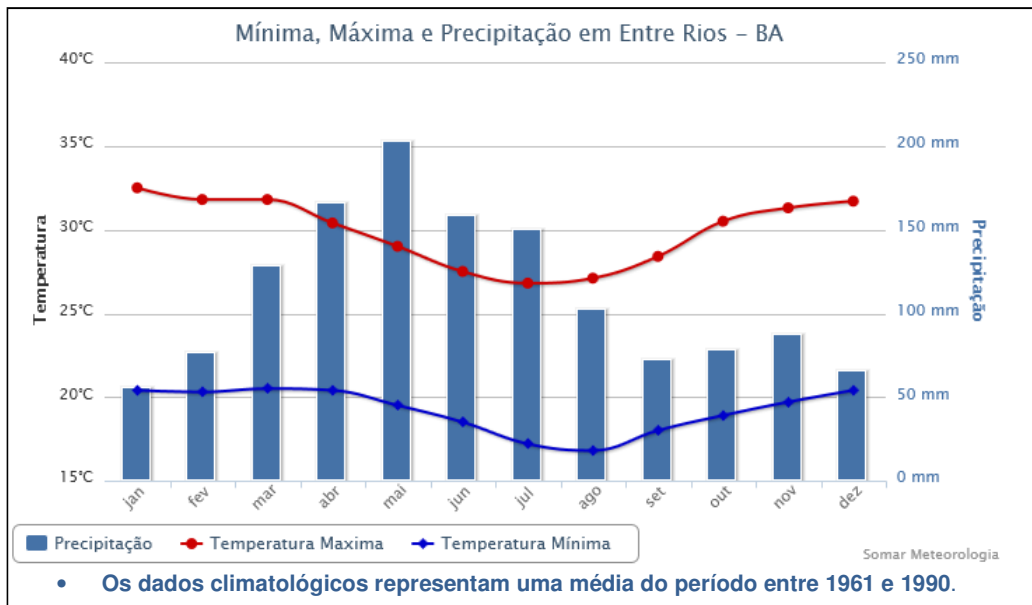


FIGURA 4.3 - Gráficos ilustrativos sobre alguns fatores climáticos do município de Entre Rios-BA.

FONTE: SOMAR METEOROLOGIA, 2012.

A temperatura média da área de estudo varia de 23° a 25° C, com amplitudes térmicas anuais oscilando entre 3° e 6° C, chegando a uma temperatura mínima de 16,8° C e máxima de 32,5° C. (Fig. 4.4)

Dados mensais da Climatologia: Entre Rios - BA			
Mês	Temp. Min. (°C)	Temp. Máx. (°C)	Precipitação (mm)
Janeiro	20.4	32.5	56
Fevereiro	20.3	31.8	76.6
Março	20.5	31.8	128.4
Abril	20.4	30.4	165.7
Maio	19.5	29	202.5
Junho	18.5	27.5	158.4
Julho	17.2	26.8	149.9
Agosto	16.8	27.1	102.7
Setembro	18	28.4	72.1
Outubro	18.9	30.5	77.8
Novembro	19.7	31.3	87.1
Dezembro	20.4	31.7	65.3

FIGURA 4.4 - Dados mensais da Climatologia do município de Entre Rios -BA.
 FONTE: SOMAR METEOROLOGIA, 2012.

4.4 SOLOS

Os tipos de solos que caracterizam a área de estudo são: Argissolo vermelho-amarelo distrófico, Espodossolo, Gleissolo háplico, Gleissolo háplico eutrófico e Planossolo háplico eutrófico solódico. As classificações e descrições dos mesmos foram baseadas na Agência de Informação EMBRAPA – Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (2005). (Fig. 4.5).

4.4.1 Argissolo vermelho-amarelo distrófico

São solos minerais, pouco profundo, não hidromórficos, bem intemperizados, bastante evoluídos, apresentando horizonte B textural (aumento significativo no teor argila A para Bt) abaixo do horizonte A ou E, com argila de atividade baixa, conjugada com valores de saturação por bases baixa e sequência de horizontes A, Bt e C. São provenientes de sedimentos argilo-arenosos do Tércio-Quaternário. Há poucas limitações para o uso agrícola.

4.4.2 Espodossolo

São solos constituídos por material mineral, apresentando horizonte iluvial (B espódico), de acumulação de ferro, alumínio e matéria orgânica, abaixo de um horizonte A ou E. Geralmente são representados por um horizonte superficial de textura arenosa sobre o B espódico.

Em geral, ocupam áreas sedimentares baixas, várzeas ou terraços.

4.4.3 Gleissolo háplico

São solos minerais, hidromórficos, apresentando horizontes A (mineral) ou H (orgânico), seguido de um horizonte de cor cinzento-olivácea, esverdeado ou azulado, chamado horizonte *glei*, resultado de modificações sofridas pelos óxidos de ferro existentes no solo (redução) em condições de encharcamento durante o ano todo ou parte dele. O horizonte *glei* pode começar a 40 cm da superfície. São solos mal drenados, podendo apresentar textura bastante variável ao longo do perfil.

A maior limitação está na presença de lençol freático elevado, com riscos de inundação, necessitando de drenagem para seu uso. Raramente apresentam fertilidade alta e a neutralização da acidez pela calagem é problemática, exigindo, muitas vezes, grandes quantidades de calcário.

Por estarem em locais úmidos, conservadores de água, não se recomenda sua utilização para atividades agrícolas, principalmente, nas áreas que ainda estão intactas e nas nascentes dos cursos d'água. O ambiente onde se encontram os solos *glei* é muito importante do ponto de vista da conservação do recurso água. A drenagem dessas áreas pode comprometer o reservatório hídrico da região, particularmente, nas áreas onde se utiliza irrigação de superfície.

São derivados de depósitos do Quaternário.

4.4.4 Gleissolo háplico eutrófico

São solos constituídos por material mineral com horizonte *glei* iniciando-se dentro de 150 m da superfície, imediatamente abaixo dos horizontes A ou E, ou do horizonte hístico com menos 40 cm de espessura.

São solos com argila de atividade baixa ($T < 27 \text{ cm}_c / \text{Kg}$ de argila) e alta saturação por bases ($V \geq 50\%$) na maior parte dos primeiros 100 cm a partir da superfície.

4.4.5 Planossolo háplico eutrófico solódico

Possui horizontes B textural, com mudança textural abrupta do horizonte A para Bt, eutróficos. Os planossolos são solos podzolizados que apresentam drenagem deficiente devido principalmente a um horizonte de grande compactação, com grande conteúdo de argila. Isto se deve à meteorização “*in situ*” de partículas silte.

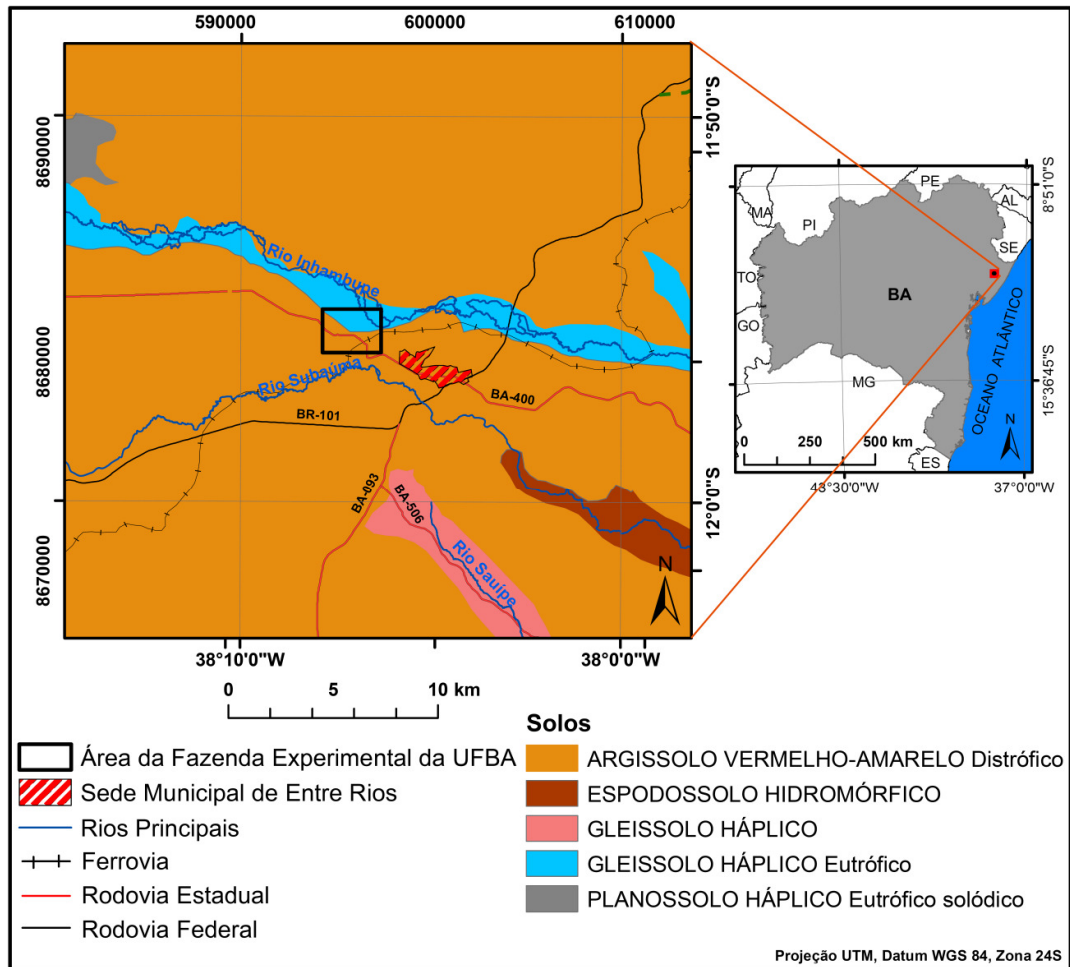


FIGURA 4.5 – Mapa de Solos Regional.
 FONTE: PERH, 2004; EMBRAPA, 2005.

4.5 VEGETAÇÃO

Os tipos de vegetação que caracterizam a área de estudo correspondem a seguintes unidades: Cerrado, Reflorestamento, Floresta Primária, Floresta Secundária (EMBRAPA, 2005) (Fig. 4.6).

4.5.1 Cerrado

Ocorre em áreas com solos de baixa fertilidade natural e ácidos, que apresentam clima tropical úmido e subúmido.

A vegetação caracteriza-se por um extrato graminoso composto por capim-agreste, e outro arbóreo composto por indivíduos lenhosos, baixos e tortuosos, representados, dentre outros, por *Kielmeyera tomentosa* (pau-santo), *Curatella americana* (lixreira), *Attalea acaulis* (piaçava) e *Byrsonima verbascifolia* e *Byrsonima coccolobifolia* (muricis).

4.5.2 Reflorestamento

Essa unidade caracteriza-se como reflorestamento da Floresta Ombrófila Densa. No primeiro caso, reflorestadas por pinheiros, além de capoeiras de porte e fâcies variáveis, em geral densas e ricas de palmeiras.

4.5.3 Florestas Primária e Secundária

Segundo a Resolução Conama 10/1993, as Florestas Primária e Secundária definem como estágios sucessionais da Floresta Ombrófila Densa .

4.5.3.1 Floresta Primária

Aquela de máxima expressão local, com grande diversidade biológica, sendo os efeitos das ações antrópicas mínimos, a ponto de não afetar significativamente as características originais da floresta com relação à sua composição florística e estrutura. Em áreas de floresta atlântica, a floresta primária apresenta dossel superior uniforme, existindo em sua composição um grande número de espécies raras.

4.5.3.2 Floresta Secundária

Floresta em estágio avançado de regeneração. Vegetação florestal onde a fisionomia arbórea é dominante sobre as demais, formando um dossel fechado e relativamente

uniforme quanto ao porte, podendo apresentar árvores dominantes. Sua diversidade biológica é muito grande devido à sua complexidade estrutural.

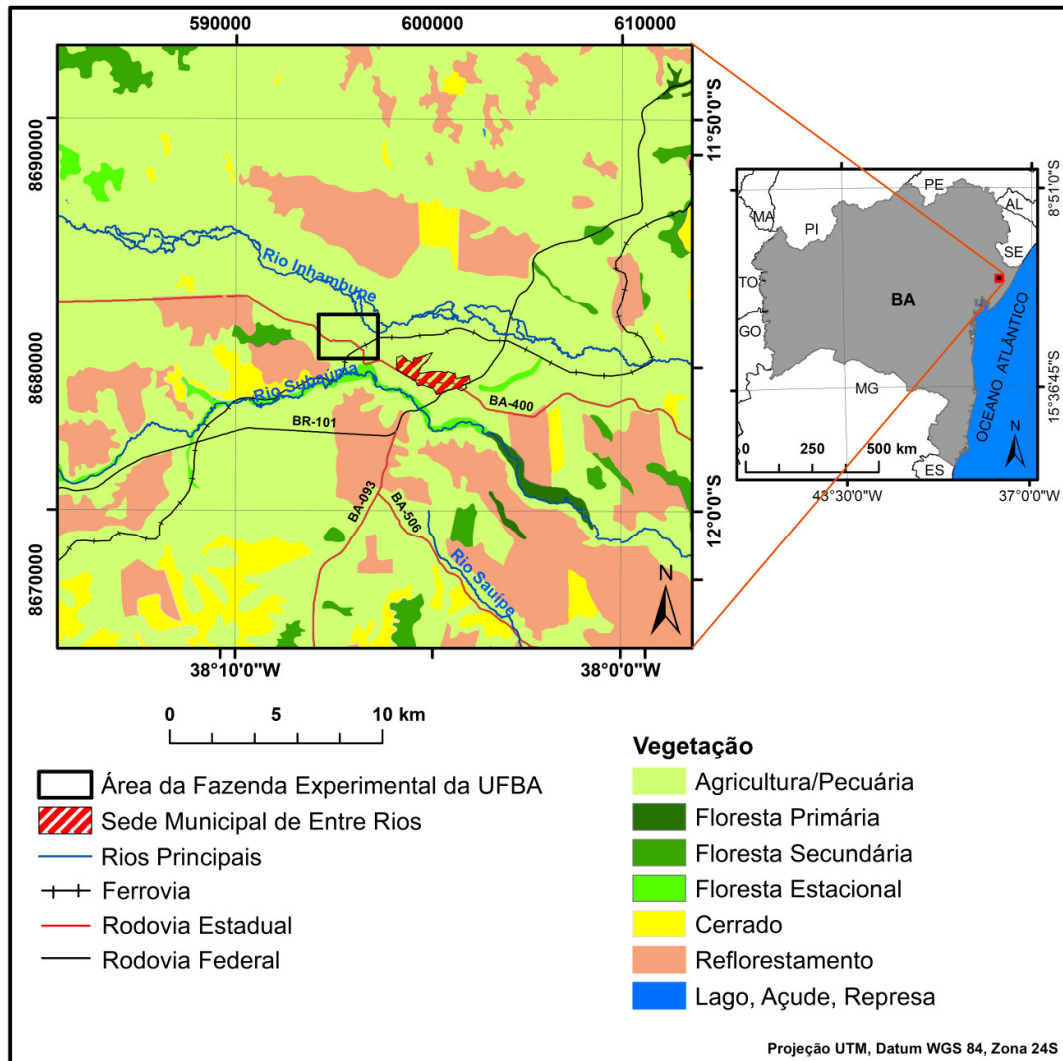


FIGURA 4.6 - Mapa de Vegetação (Uso do Solo) Regional.
 FONTE: PERH, 2004; EMBRAPA, 2005.

4.6 RECURSOS HÍDRICOS

A bacia do rio Inhambupe está localizada no nordeste do Estado da Bahia. Seus limites são identificados ao norte pela bacia do rio Itapicuru, ao sul pelas bacias dos rios Pojuca e Subaúma e, a oeste, pela bacia do rio Paraguaçu.

O rio Inhambupe tem sua nascente no município de Teofilândia e a foz no oceano Atlântico, no município de Entre Rios.

Os principais afluentes do rio Inhambupe são, pela margem esquerda, os rios Poções, das Chaves, da Una, Ribeiro, da Serra e riacho Dezoito e, pela margem direita, os rios Cajueiro, Vitória e Cabeça de Vaca. O alto curso do rio Inhambupe tem afluentes com regime intermitente, em razão de sua nascente localizar-se em região semi-árida.

4.6.1 Usos das Águas

As águas da bacia do rio Inhambupe são utilizadas predominantemente para:

- Abastecimento urbano e rural;
- Agricultura irrigada;
- Pesca;
- Dessedentação de animais;
- Lazer;
- Turismo.

4.6.2 Principais Impactos

As principais fontes de poluição nos mananciais das bacias do rio Inhambupe incluem:

- Atividades agropecuárias e extrativismo vegetal – Desmatamento e utilização de agrotóxicos;
- Atividade Urbana – Lançamento de esgotos domésticos, disposição inadequada de resíduos sólidos (lixões, resíduos da construção civil, resíduos de serviços de saúde, etc.), desmatamento;
- Atividade Industrial - Lançamento de efluentes líquidos (laticínios, pocilgas, granjas).

5 GEOLOGIA

5.1 REGIONAL

5.1.1 Bacia do Recôncavo

A Bacia do Recôncavo está localizada no centro-leste do Estado da Bahia, nordeste do Brasil (Fig. 5.1), correspondendo a uma área de 11.500 km². Segundo Figueiredo *et al.* (1994), essa bacia pertence ao sistema de rifts intracontinentais do leste brasileiro Recôncavo-Tucano-Jatobá, que evoluiu de uma ampla sinéclise no Jurássico superior para uma bacia tipo rift no Eocretáceo, em decorrência dos processos de estiramento crustal que geraram a fragmentação do Supercontinente Gondwana.

A Bacia do Recôncavo divide-se em três principais compartimentos: Sul, Central e Nordeste. Seu arcabouço estrutural apresenta uma configuração de meio-grabens com mergulho regional para SE, seccionadas por falhas normais NE e zonas de transferências NW, oriundas de esforços extensionais NW-SE e E-W, atuantes na margem leste brasileira durante o processo de formação do Oceano Atlântico Sul. Esses meio-grabens são preenchidos por uma seção sedimentar juro-cretácica com cerca de 6.000 m de espessura nos depocentros. Sendo resultado das heterogeneidades do embasamento pré-cambriano sobre o qual atuaram esforços distensionais (MILHOMEM *et. al.*, 2003).

O embasamento desta bacia é composto na sua pluralidade por gnaisses, granulitos e migmatitos de idades arqueana a paleoproterozóica do Cinturão Granulítico Atlântico e por metassedimentos brasileiros neoproterozóicos da Formação Estância (INDA & BARBOSA, 1978).



FIGURA 5.1 - Bacia do Recôncavo, localização, limites e características estruturais.
 FONTE: Milhomem *et al.*(2003).

5.1.2 Aspectos Estratigráficos

Com base em Caixeta *et. al.* (1994), a sucessão estratigráfica da Bacia do Recôncavo repousa sobre o embasamento cristalino (pré-cambriano) e está separada deste por uma descontinuidade erosiva temporal (Fig. 5.2).

No Paleozóico, os sedimentos depositados sob condições de bacia intracontinental, na Bacia do Recôncavo, correspondem a Formação Afligidos, do Permiano. Esta formação subdivide-se ao Membro Pedrão (inferior), constituída por arenitos intercalados por finas camadas de lamitos e ainda por pelitos e evaporitos na sua parte superior; e Membro Cazumba (superior), composto por folhelhos vermelhos com níveis sílticos. (MILHOMEM *et. al.*, 2003).

As associações faciológicas, que caracterizam estas unidades, sugerem uma tendência geral regressiva, com transição de uma sedimentação marinha rasa, marginal, a bacias evaporíticas isoladas, ambientes de *sabkha* continental e, por fim, sistemas lacustres (AGUIAR & MATO, 1990). Arenitos com feições de retrabalhamento por onda, laminitos algais e evaporitos, principalmente anidrita, caracterizam o Membro Pedrão. No Membro Cazumba, predominam pelitos e lamitos vermelhos lacustres, com nódulos de anidrita na base da seção (SILVA *et.al.*, 2007).

A estratigrafia do Mesozóico com idade entre o Neojurássico e o Eocretáceo, compreende as diversas fases da evolução do rift, que se dividem em *pré-rift*, *sin-rift* e *pós-rift*. Segundo Milhomen *et. al.* (2003), o registro tectono-estratigráfico, sugere que a fase *pré-rift* é representada por ciclos fluvio-eólicos aos quais se intercalam sistemas lacustres transgressivos; a fase *rift* é caracterizada por um estágio inicial de lago profundo, progressivamente assoreado em estágios mais tardios. Completando a seqüência, aparece a fase *pós-rift* com assinatura estratigráfica de ambiente de leques aluviais (CAIXETA *et. al.*, 1994).

COLUNA ESTRATIGRÁFICA DA BACIA DO RECÔNCAVO

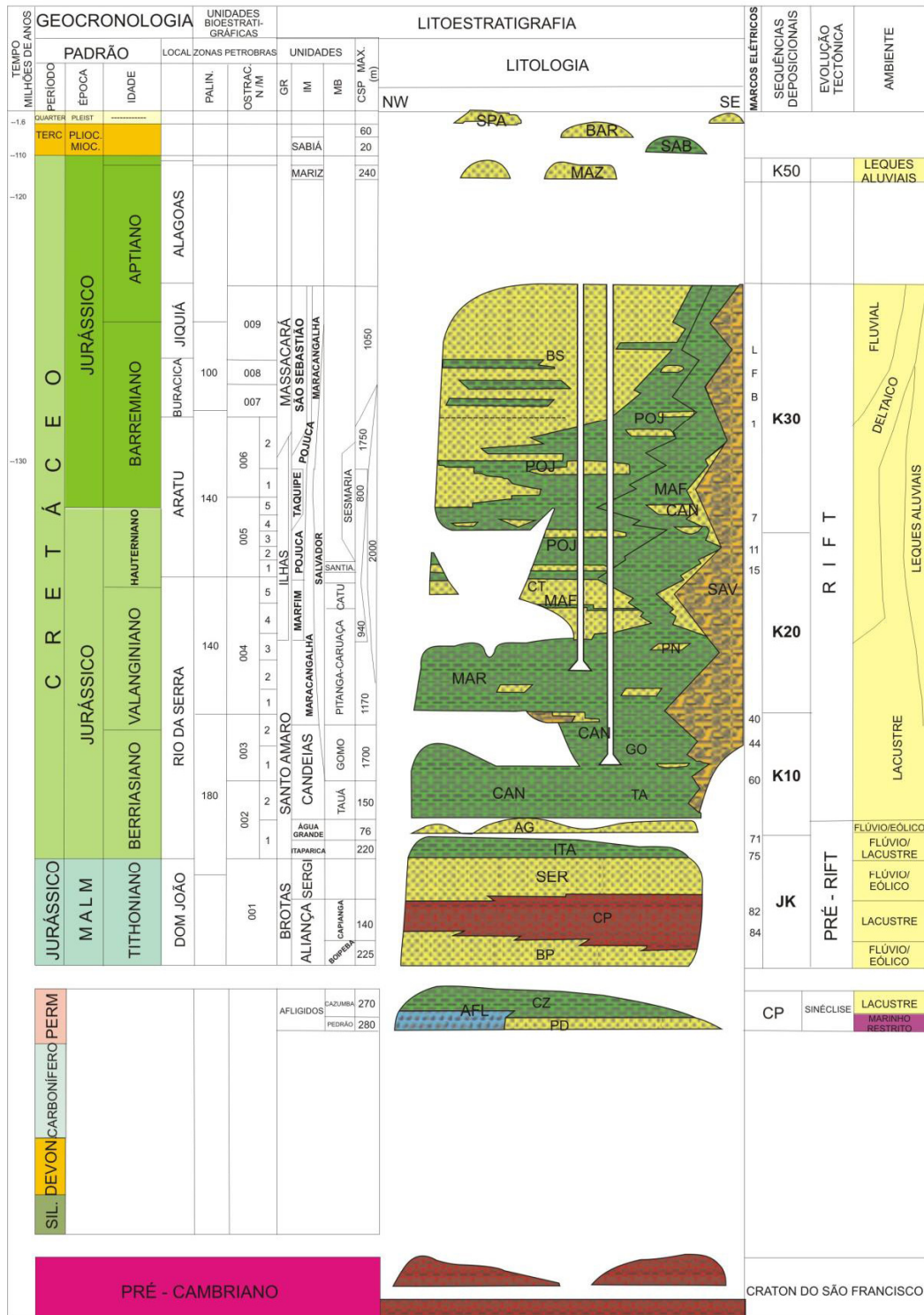


FIGURA 5.2 - Coluna estratigráfica da Bacia do Recôncavo.
 FONTE: Caixeta *et. al.* (1994).

5.1.2.1 Fase Pré-rift

Engloba os Andares Dom João e Rio da Serra Inferior (Tithoniano ao Eoberriano). A sequência da base ao topo corresponde as Formações Aliança, Sergi, Itaparica e Água Grande (Fig. 5.3).

A Formação Aliança sobrepõe à Formação Afligidos, por discordância regional, subdividindo-se em membros Boipeba e Capianga. O Membro Boipeba caracteriza-se como arenitos esverdeados a avermelhados, finos, com seleção regular e estratificação cruzada de médio a grande porte. O Membro Capianga constitui folhelhos avermelhados, com raras intercalações de arenitos vermelhos, claros e finos. Segundo Magnavita *et al.* (2005), o Membro Boipeba representa depósitos de um sistema fluvio-eólico, enquanto as rochas sedimentares do Membro Capianga foram depositados em ambiente lacustre.

A Formação Sergi sobrepõe a Formação Aliança, sendo composta por arenitos finos a conglomeráticos, cinza-esverdeados a vermelhos, com estratificação cruzada acanalada (VIANA *et al.*, 1971 *apud* CAIXETA *et al.*, 1994). Estas rochas foram depositadas por sistema fluviais entrelaçados, com posterior retrabalhamento eólico (CAIXETA *et al.*, 1994).

A Formação Itaparica sobrepõe concordantemente à Formação Sergi, caracteriza-se por folhelhos e siltitos com raras intercalações de arenitos finos que foram depositados em ambiente lacustre com pequenas incursões fluviais (ALMEIDA, 2004).

A Formação Água Grande está sobreposta a Formação Itaparica, é constituída por arenitos finos a grossos, depositada por sistemas fluviais com retrabalhamento eólico, segundo Barroso & Rivas (1984) *apud* Caixeta *et. al.* (1994).

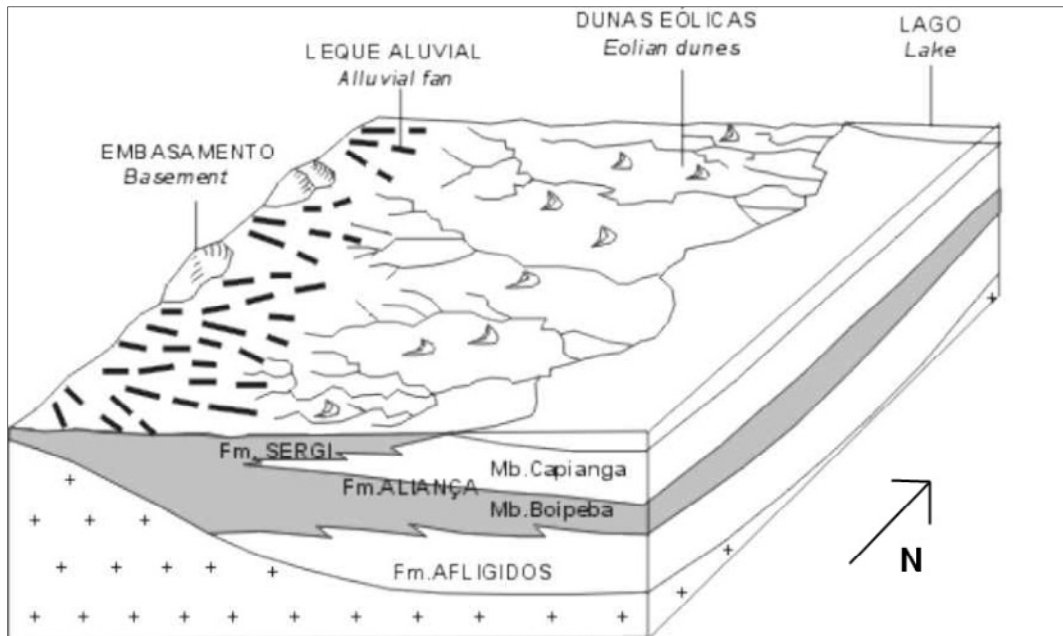


FIGURA 5.3 - Modelo deposicional para os sedimentos pré-rifte aluviais, fluviais, eólicos e lacustres do Andar D. João, abrangendo as Formações Afligidos, Aliança e Sergi.
 FONTE: Modificado de Medeiros & Ponte (1981).

5.1.2.2 Fase Sin-rift

Engloba o Andar Rio da Serra, inferior ao Andar Jiquiá (Berriasiano Inferior ao Aptiano Inferior), tendo como fases características as Formações Candeias, Maracangalha, Salvador, Marfim, Pojuca, Taquipe e São Sebastião.

A passagem do estágio *pré-rift* para o *sin-rift* foi marcada pela paraconformidade que separa os arenitos fluviais e eólicos da Formação Água Grande dos folhelhos lacustres do Membro Tauá, da Formação Candeias (MAGNAVITA, 1992); durando cerca de 24 milhões de anos (MAGNAVITA *et. al.*, 2005).

Segundo Magnavita *et. al.*(2005), durante a fase *sin-rift*, a Bacia do Recôncavo foi preenchida por dois sistemas progradantes. Com base nestes mesmos autores, o principal deles foi um sistema flúvio-deltáico-lacustre (longitudinal a oblíquo) proveniente da Bacia do Tucano, que depositou folhelhos pró deltáicos e arenitos turbidíticos; o secundário, transversal à bacia, constituiu em leques conglomeráticos derivados da erosão do bloco alto da falha de borda.

A Formação Candeias subdivide-se em membros Tauá e Gomo. O Membro Tauá faz, em sua base, contato com a Formação Água Grande, sendo composto por folhelhos escuros, físseis, com partição acicular (CAIXETA *et al.*, 1994). O Membro Gomo é

composto por folhelhos cinza-esverdeados (cerca de 75%), com intercalações de arenitos maciços ou estratificados, calcários e conglomerados (Bruhn, 1985). Estas rochas foram depositadas em ambiente lacustre, num contexto tectônico de altas taxas de subsidência e forte aporte sedimentar (CAIXETA *et al.*, 1994, BRUHN, 1985).

A Formação Maracangalha depositou-se resultante ao progressivo assoreamento dos depocentros e paleobatimetrias relativamente elevadas. Esta formação é predominantemente composta por folhelhos acinzentados, acomodando um grande volume de depósitos relacionados com fluxos gravitacionais (Membros Caruaçu e Pitanga).

O Membro Caruaçu constitui-se por camadas lenticulares de arenitos finos a médios, com estratificações plano-paralelas e cruzadas tangenciais e no Membro Pitanga ocorrem corpos de arenitos finos, argilosos e maciços (CAIXETA *et al.*, 1994).

A Formação Salvador é composta por uma cunha de sedimentos terrígenos conglomeráticos a arenosos grossos, os quais se restringem à borda leste da Bacia (BRUHN, 1985). Ocorrem predominantemente conglomerados com seixos de granulito, migmatito e de rochas meta-sedimentares, que são derivados do bloco alto da falha de borda (Falha de Salvador) (MAGNAVITA *et al.*, 2005).

As Formações Candeias e Salvador constituem o Grupo Santo Amaro.

A Formação Marfim, constituída por arenitos finos a médios intercalados a camadas de folhelhos cinza esverdeados (ALMEIDA, 2004), que se relacionam à ressedimentação das fácies deltáicas progradantes na bacia, sob condições de relativa quiescência tectônica (MILHOMEM *et al.*, 2003).

A Formação Pojuca é composta por uma intercalação de arenitos cinza, muito finos a médios, folhelhos cinza-esverdeados, siltitos cinza-claros, e calcários castanhos (VIANA *et al.*, 1971 *apud* CAIXETA *et al.*, 1994). Sua origem é relacionada a um ambiente deltaico (CAIXETA *et al.*, 1994).

A Formação Taquipe, caracteriza-se por folhelhos, siltitos, arenitos e, subordinadamente, conglomerados, margas e calcarenitos ostracoidais, depositados, sobretudo, como resultado de fluxos de detritos e correntes de turbidez (MILHOMEM *et al.*, 2003). Segundo estes mesmo autores, estes fluxos teriam ocorrido a partir da desestabilização das fácies de frente deltáica da Formação Pojuca e, eventualmente, da remobilização de sedimentos mais antigos, pertencentes às Formações Marfim e Maracangalha.

As Formações Marfim, Pojuca e Taquipe constituem o Grupo Ilhas.

A fase final de assoreamento da bacia é representada pelo avanço do sistema flúvio-deltaico da Formação São Sebastião a aproximadamente 125 Ma. Esta formação é caracterizada por intercalações de arenitos amarelo-avermelhados intercalados com siltitos e folhelhos (ALMEIDA, 2004). A Formação São Sebastião compõe o Grupo Massacará.

5.1.2.3 Fase Pós-rift

Nessa fase houve deposição da Formação Marizal, com uma espessura média de 50 m. A Formação Marizal representa ciclos de conglomerado polimíticos suportados pela matriz, compostos por seixos de granulitos, gnaisses e quartzitos que gradam para arenitos finos a médios, calcários e folhelhos escuros bem laminados (MAGNAVITA *et al.* 2005). De acordo com Milhomem *et al.* (2003), o contraste entre a sub-horizontalidade dos estratos que compõem a Formação Marizal e a estruturação dos depósitos sotopostos permite relacionar sua deposição ao contexto de subsidência termal *pós-rift*.

Na estratigrafia do Cenozóico (a partir de 60 Ma) destacam-se as Formações Sabiá, Barreiras e os sedimentos quaternários. Somente no Eomioceno ocorreu a deposição da Formação Sabiá, sobreposta, no Plioceno, À deposição da Formação Barreiras (PETRI, 1972 *apud* MAGNAVITA *et. al.*, 2005).

A Formação Sabiá é composta por folhelhos cinza esverdeados com intercalações de arenitos finos e lentes de calcários. Correspondem a depósitos de ambiente marinho. A Formação Barreiras, representada por arenitos grossos e conglomerados com intercalações de lamitos, caracterizam depósitos de leques aluviais.

Sedimentos quaternários são representados por depósitos litorâneos no Recôncavo meridional e por sedimentos aluviais presentes ao longo dos principais cursos d'água da região (MAGNAVITA *et. al.*, 2005).

5.2 GEOLOGIA LOCAL

A área de estudo está edificada sobre as litologias das Coberturas Aluvionares, Grupo Barreiras, Formação Marizal e Grupo Ilhas (Fig. 5.4). As descrições de cada unidade seguem a ordem do mais antigo ao mais recente como podem ser vista abaixo.

O Grupo Ilhas presente na área de estudo, relaciona-se à deposição sedimentar em leques deltáicos progradantes, de idade cretácea. Caracteriza-se por intercalações de espessos folhelhos, de coloração variando entre cinza-esverdeado ao negro, muito calcíferos e fossilíferos, e siltitos cinza-claros, argilosos e bem laminados, contendo diversos corpos de arenitos de granulação fina a siltícos, com uma matriz argilosa, com marcas de ondas e estruturas de escorregamento, e delgados calcários. (LIMA, 1995), (Fotografia 5.1).



FOTOGRAFIA 5.1 - Área caracterizada como Grupo Ilhas.

A Formação Marizal, de acordo com o Projeto RADAMBRASIL (1981), envolve em sua essência arenitos e conglomerados e ainda siltitos, folhelhos e calcários. Os arenitos são mal selecionados, finos a grossos, em geral quartzosos. Os conglomerados dispostos em sua base apresentam granulometria variando de média a grossa, amarelos a avermelhados, com calcários escuros e róseos, quartzo e sílex, mergulhados em uma matriz arenosa e quartzo-caulínica. Os folhelhos são cinza, róseos e esverdeados, siltícos ou pouco calcífero, dispostos em bancos que se sucedem irregularmente. Os siltitos são róseos e amarelados, micáceos, argilosos e calcíferos. Os calcários são cinza-amarelado, argilosos e finamente cristalinos (Fotografia 5.2).



FOTOGRAFIA 5.2 - Formação Marizal sobrepondo-se ao Grupo Ilhas, em área da fazenda.

E por último, as Coberturas Aluvionares, que englobam depósitos de origem fluvial e depósitos arenosos e argilo-arenosos fluviais, elaborados pelo rio Inhambupe (INDA & BARBOSA, 1978) (Fotografia 5.3).



FOTOGRAFIA 5.3 - Coberturas Superficiais sobrepondo-se ao Grupo Ilhas, em área da fazenda.

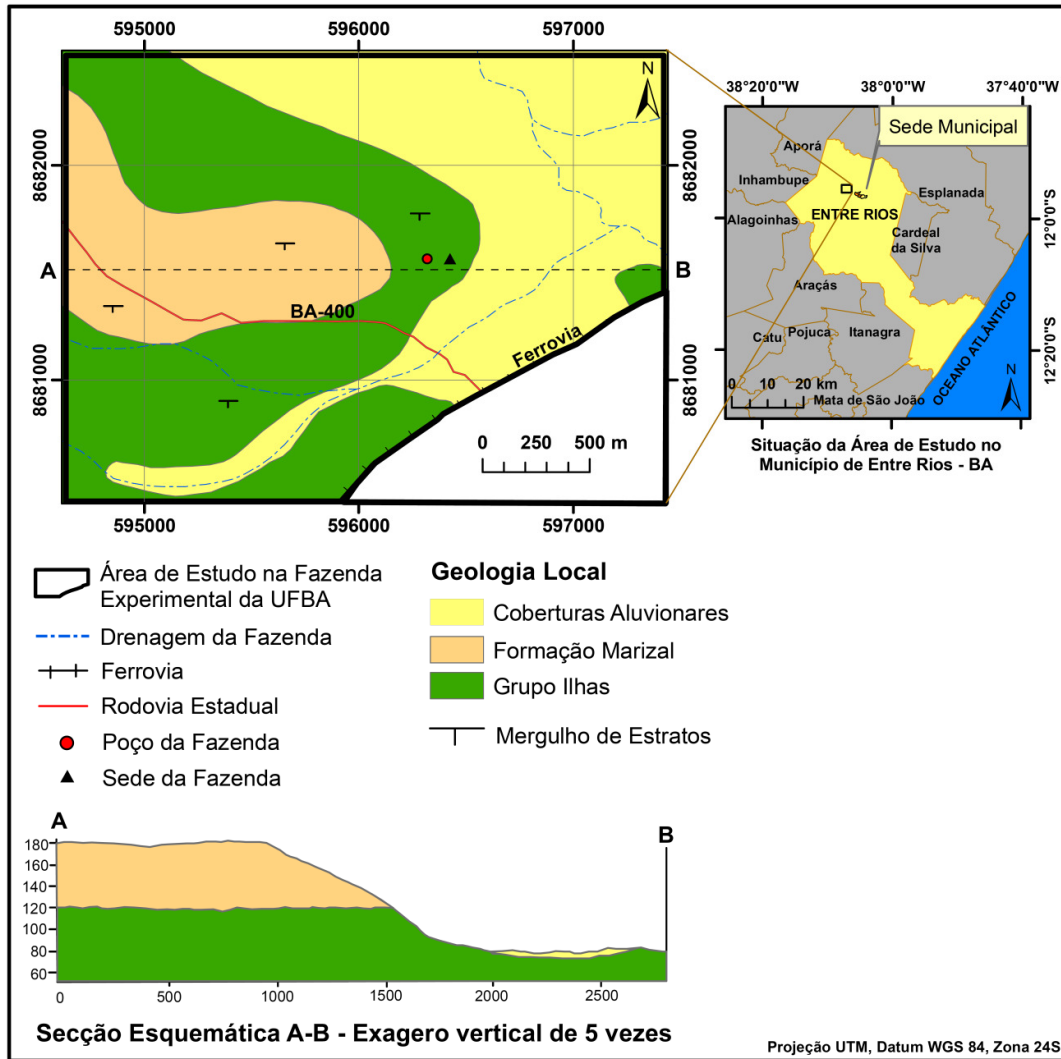


FIGURA 5.4 - Mapa Geológico da Área de Estudo.
 FONTE: Adaptado de PETROBRÁS, 19--.

6 HIDROQUÍMICA

Para efetivação do estudo hidroquímico da Fazenda Experimental da UFBA, foram realizadas coletas de duas amostras de água, sendo uma no poço localizado na área de estudo e outro próximo à mesma, na localidade de Aguazinha. Posteriormente foram executadas análises físico-químicas, indicando os principais componentes e caracterizando os tipos de água e sua qualidade para o consumo humano, agrícola e pecuária.

O poço localizado na fazenda foi perfurado no Grupo Ilhas a qual se caracteriza litologicamente como arenitos finos a sílticos, mal selecionados, localmente bastante argilosos, com frequentes intercalações de siltitos e folhelhos. O poço na localidade de Aguazinha está inserido na Formação Marizal constituído por arenitos e conglomerados com intercalações de siltitos, folhelhos e calcários. (Foto 6.1).



FOTOGRAFIA 6.1 - Em (a) Poço localizado na Fazenda Experimental da UFBA de Entre Rios – Coord. UTM: 596307/8681552, e em (b), poço localizado na localidade de Aguazinha, próxima à Fazenda – Coord. UTM: 593086/8682210.

6.1 ASPECTOS METODOLÓGICOS

Em campo, procedeu-se às determinações diretas de temperatura da água, condutividade elétrica, concentração hidrogeniônica (pH), potencial redox (Eh) oxigênio dissolvido, salinidade, dureza, NO_2^- e NO_3^- .

As amostras de água coletadas em campo foram encaminhadas ao Laboratório do Departamento de Engenharia Ambiental da UFBA para análises dos principais constituintes iônicos (cálcio, magnésio, sódio, potássio, cloretos, sulfatos, carbonatos e testes qualitativos de nitratos e ferro) em mg/L, além de análises de coliformes termotolerantes e totais, em UFC/100 mL. O grau de acuracidade dos resultados foi

verificado através da comparação entre a soma dos ânions e cátions (balanço iônico), estando os mesmos dentro dos limites de erro estabelecido de 10%. A tabela 7.1 mostra os valores destes parâmetros em cada poço analisado.

TABELA 6.1 –Valores dos Parâmetros Físico-Químicos dos pontos de coleta.

PARÂMETROS FÍSICO-QUÍMICOS	ÁGUA BRUTA PONTO 1: FAZENDA	ÁGUA BRUTA PONTO 2: AGUAZINHA	PORTARIA Nº 2914/2011
Alcalin.Total (mg/L CaCO ₃)	252	30,0	-
Ca (mg/L CaCO ₃)	150	4,93	-
Cl ⁻ (mg/L Cl)	357	16,2	250
Colif.Termotol. (UFC/100mL)	6	< 01	100*
Colif.Totais (UFC/100 mL)	470	320	100*
Dureza Total (mg/L CaCO ₃)	328	14,3	500
Fe Total (mg/L Fe)	< 0,3	< 0,3	0,3
Mg (mg/L Mg)	43,3	2,28	-
Mn (mg/L Mn)	< 0,1	< 0,1	0,1
NO ₃ (mg/L N- NO ₃)	1,63	0,21	10
K (mg/L)	9	6	-
Na(mg/L)	200	16	200
SO ₄ (mg/L SO ₄)	23,7	1,58	-
Eh	222,0	305,0	-
Oxigênio dissolvido mg/L - %	2,25 - 29,4	4,7 – 60	-
Temperatura (°C)	27,7	27,0	-
Salinidade	0,3	0	-

* Valor para a água tratada

Para classificação da água utilizou-se o diagrama triangular de Piper (1944) e o diagrama de Stiff (1951), enquanto que para a verificação da qualidade de água tomou-se como base a Portaria 2914/2011 do Ministério da Saúde.

6.2 CARACTERÍSTICAS QUÍMICAS DAS ÁGUAS

Para uma melhor compreensão dos resultados referentes à composição química das amostras analisadas, foram plotados os valores obtidos no diagrama triangular Piper, para classificação e comparação de distintos grupos de águas quanto aos íons

dominantes e no diagrama Stiff, para representação gráfica do resultado de análise química da água quanto às características iônicas da mesma.

De acordo com os valores plotados no diagrama triangular Piper, a amostra de água coletada na Fazenda pode ser classificada como cloretada cálcica sódica. A grande concentração de cloro em sua composição pode ser resultante das precipitações pluviométricas ou alguma fonte de contaminação antrópica. A amostra coletada na localidade da Aguazinha pode ser classificada como bicarbonatada sódica. A concentração de bicarbonato pode ser relacionada aos níveis carbonáticos constituintes da Formação Marizal (Fig. 6.1).

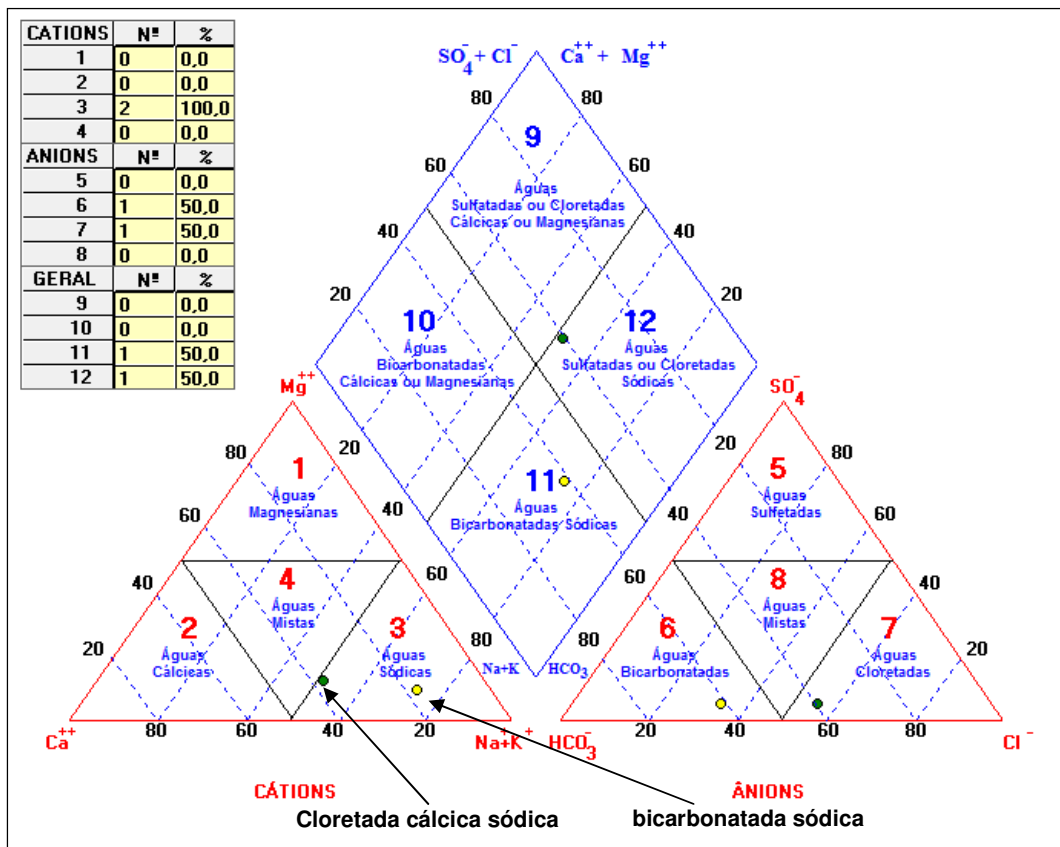


FIGURA 6.1 – Diagrama Piper para classificação das águas coletadas em campo: Fazenda Experimental e na localidade da Aguazinha.

No Diagrama Stiff, o resultado obtido comprovou a classificação da amostra de água da Fazenda Experimental como cloretada cálcica sódica, enquanto que, a amostra de água da localidade da Aguazinha não foi possível classificar devido a pouca variação da escala (Fig. 6.2).

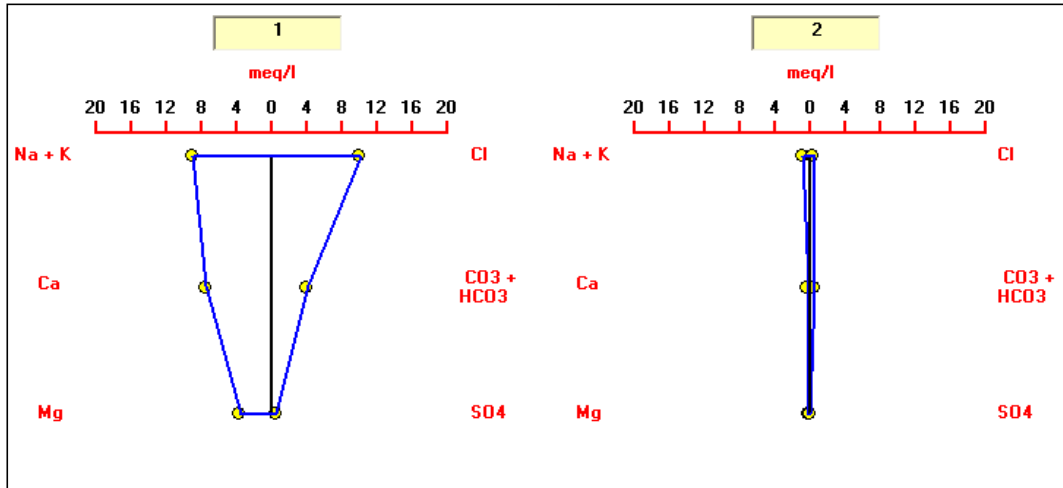


FIGURA 6.2 - Diagrama Stiff para representação gráfica de análise química quanto as características iônicas da mesma. Em 1, resultado da amostra da Fazenda Experimental da UFBA e em 2, resultado da amostra coletada na localidade da Aguazinha.

6.3 QUALIDADE DAS ÁGUAS PARA CONSUMO HUMANO

A água para ser considerada de qualidade, deve atender aos padrões de potabilidade estabelecidos pelos órgãos responsáveis.

Para qualificação das águas para Consumo Humano foi usada, como base, a Portaria do Ministério da Saúde de nº 2914/2011. Essa Portaria dispõe sobre os procedimentos de controle e de vigilância da qualidade da água para consumo humano e seu padrão de potabilidade.

6.3.1 Padrão de Potabilidade

A água, para ser considerada potável quando destinada ao abastecimento da população humana, deve atender às características de qualidade que estejam de acordo com os valores dos parâmetros químicos, físicos, organolépticos e microbiológicos estabelecidos pela Portaria do Ministério da Saúde de Nº 2914/2011.

Os valores obtidos em campo serão analisados, a seguir, para se avaliar se obedecem aos padrões estabelecidos pelo Ministério da Saúde.

- *Condutividade Elétrica (CE) e Sólidos Totais Dissolvidos (STD)*

A condutividade elétrica (CE) da água é a capacidade que ela tem de transmitir corrente elétrica, sendo dependente do seu teor de sais dissolvidos (Na^+ , K^+ , Ca^{2+} , Mg^{2+} , NH_4^+ , Cl^- , SO_4^{2-} , NO_3^- , NO_2^- , HCO_3^-), crescendo proporcionalmente à medida que a concentração de sais aumenta (HOLANDA & AMORIM, 1997; FERREIRA, 1997). Não representa nenhum risco à saúde humana mas, através do seu valor pode-se calcular a concentração de Sólidos Totais Dissolvidos (STD), o qual oferece risco. Os STD quando em excesso torna a água desagradável ao paladar, corroe as tubulações e o seu consumo pode causar o acúmulo de sais na corrente sanguínea, possibilitando a formação de cálculos renais.

O valor máximo recomendado de acordo com a Portaria do Ministério da Saúde nº 2914/2011 para os STD é 1000 mg/L.

No poço da Fazenda Experimental o valor obtido para o parâmetro de condutividade elétrica foi 1024 $\mu\text{s}/\text{cm}$. Isto deve-se à presença de sais dissolvidos em quantidade excessiva para os padrões de potabilidade humana, os quais conferem à água um sabor ligeiramente salobro. Por outro lado, na localidade Aguazinha, o valor obtido foi 114 $\mu\text{s}/\text{cm}$, devido à baixa concentração de sais dissolvidos, o que confere um sabor doce à água deste poço (Tabela 6.1)

- *pH*

É a medida da concentração hidrogeniônica da água ou solução, sendo controlado pelas reações químicas e pelo equilíbrio entre os íons presentes. Expressa a condição do meio, ácido ($\text{pH} < 7,0$) ou alcalino ($\text{pH} > 7,0$).

Para o Ministério da Saúde, os valores aceitáveis para esse parâmetro são de 6,0 a 9,5.

A Fazenda Experimental apresentou um valor de pH equivalente a 7,0, enquanto que a localidade da Aguazinha apresentou o valor de pH de 6,2, ambas obedecendo às normas da Portaria do Ministério da Saúde.

- *Dureza*

É a capacidade de a água neutralizar o sabão pelo efeito do cálcio, magnésio ou outros elementos como Fe, Mn, Cu, Ba e etc.

O Ministério da Saúde atribui um valor máximo permitido de 500 mg/L.

O valor desse parâmetro obtido na Fazenda Experimental foi entre 328 mg/L, considerada água semi-dura. Na localidade de Aguazinha, o valor obtido foi 14,3 mg/L, considerando uma água branda.

Portanto, as duas amostras atendem à Portaria 2914/2011.

- *Nitrato (NO₃)*

Representa a principal configuração do nitrogênio encontrada nas águas e sua concentração é moderada na maior parte dos ambientes antropizados. É um elemento que representa um grande risco à saúde humana, pois uma vez em contato com o sistema digestivo pode se transformar para nitrito e, em excesso, causar doença como Metahemoglobinemia, ou Síndrome do Bebê Azul.

O teor elevado de nitratos nas águas subterrâneas é um indicativo de influência de fatores externos como: esgotos domésticos (fossas), lixo, fertilizantes agrícolas, sendo 10 mg/L o valor máximo permitido pela Portaria do Ministério da Saúde.

Na área de estudo o valor obtido para este parâmetro foi 1,63 e na localidade de Aguazinha, 0, 21 mg/L, estando ambos bem abaixo do valor estabelecido pela referida Portaria.

- *Cloro*

É um elemento comum em todas as águas, muito solúvel e estável em solução, portanto, dificilmente precipita. Não sofre oxidação e nem redução em águas naturais.

Devido a sua solubilidade alta e pouca movimentação das águas no aquífero resulta em grande concentração do teor de cloretos em águas subterrâneas na direção do fluxo. Normalmente apresenta valores pequenos em águas subterrâneas, não chegando a 100 mg/L.

Além do tratamento de águas, para eliminação de agentes patológicos, o cloro é usado no branqueamento do papel e na produção de desinfetante. O Ministério da Saúde (Portaria nº 2914/2011) permite um valor máximo do cloro para o consumo humano em torno de 250 mg/L. No caso da Fazenda Experimental, valor obtido foi 357 mg/L,

estando acima do permitido e na localidade da Aguazinha, o valor obtido foi 16,2 mg/L, obedecendo ao padrão de referência da Portaria.

- *Coliformes Termotolerantes*

São bactérias do grupo dos coliformes totais que podem fermentar a lactose 44° - 45° C. Na maioria das águas, o gênero predominante é *Escherichia*, mas alguns tipos de *Citrobacter*, *Klesiella* e *Enterobacter* também são termotolerantes. *Escherichia Coli* está presente em fezes humanas e de animais, raramente está ausente em poluição fecal, embora haja alguma evidência para crescimento em terras tropicais. O Ministério da Saúde (Portaria nº 2914/2011) estabelece a ausência dessas bactérias em 100 mL. A Fazenda Experimental da UFBA apresentou um valor 6 mL dessas bactérias e, na localidade da Aguazinha, o valor obtido foi menor que 1 mL, estando conforme com o padrão de referência da Portaria.

- *Coliformes Totais*

São bactérias GRAM negativos que fazem parte, entre outros, da microbiota residente no trato gastrointestinal dos mamíferos. A presença de coliformes totais não é indicativo de contaminação fecal, pois este inclui bactérias entéricas como *Serratia* SP e *Aeromonas* SP. No entanto, sua presença serve como indicativo da qualidade higiênica sanitária do produto. A Portaria nº 2914/2011 do Ministério da Saúde determina que o valor máximo estimado para essas bactérias é que sejam ausentes em 100 mL de água tratada. O valor obtido na Fazenda Experimental da UFBA foi 470 mL em água bruta. Do mesmo modo, na localidade da Aguazinha, o resultado encontrado foi de 320 mL, também para água bruta. Desta forma, em ambos os poços, os valores estão acima do permitido pela referida portaria. Isto deve-se ao fato de que, nas duas localidades, as condições sanitárias não são satisfatórias, com a presença de animais e casas residenciais em suas proximidades.

- *Ferro*

Nas águas superficiais, o nível de ferro aumenta nas estações chuvosas devido ao carreamento de solos e à ocorrência de processos de erosão das margens. Basicamente, o ferro pode se apresentar nas águas nos estados de oxidação Fe^{+2} e Fe^{+3} . O íon ferroso (Fe^{+2}) é mais solúvel do que o férrico (Fe^{+3}). Portanto, os inconvenientes que o ferro traz às águas devem ser atribuídos principalmente ao ferro “ferroso”, que, por ser mais solúvel, é mais freqüente.

O ferro, apesar de não se constituir em um tóxico, traz diversos problemas para o abastecimento público de água. Confere cor e sabor à água, provocando manchas em roupas e utensílios sanitários. Também traz o problema do desenvolvimento de incrustações em canalizações e desenvolvimento de ferro-bactérias, provocando a contaminação biológica da água na própria rede de distribuição. O ferro tem um limite de 0,3 mg/L na Portaria 2914/2011 do Ministério da Saúde.

Os valores obtidos das amostras de água coletadas na Fazenda Experimental e na localidade da Aguazinha ficaram abaixo do Limite Mínimo de Detecção do Método Analítico (LDM).

- *Manganês*

O manganês assemelha-se ao ferro quimicamente e ocorre principalmente sob a forma Mn^{+2} , podendo ocorrer sob a forma de Mn^{+3} . O manganês, no estado Mn^{+2} , é instável na presença do ar, mudando para o estado MnO_2 quando a água que o contém é exposta ao ar, pois oxida-se facilmente. O bicarbonato manganoso decompõe, deixando a água sob forma de um depósito de cor escura e de aspecto fuliginoso, ao desprender o gás carbônico. Para o MS (Portaria 2914/2011), o valor máximo permitido de manganês na água potável é de 0,1 mg/L.

Os valores obtidos das amostras de água coletadas na Fazenda Experimental e na localidade da Aguazinha ficaram abaixo do Limite Mínimo de Detecção do Método Analítico (LDM).

- *Sódio*

O sódio é um elemento químico quase sempre presente nas águas subterrâneas. Seus principais minerais fonte (feldspatos e plagioclásios) são pouco resistentes aos processos intempéricos, principalmente os químicos. Os sais formados nestes processos são muito solúveis. Nas águas subterrâneas, o teor de sódio varia entre 0,1 e 100mg/L, sendo que há um enriquecimento gradativo deste metal a partir das zonas de recarga. A quantidade de sódio presente na água é um elemento limitante de seu uso na agricultura. Em aquíferos litorâneos, a presença de sódio na água poderá estar relacionada à intrusão da água do mar. Segundo o MS (Portaria 2914/2011), o valor máximo recomendável de sódio na água potável é 200 mg/L.

A Fazenda Experimental da UFBA apresentou um valor de 200 mg/L, estando no limite permitido pelo MS (Portaria 2914/2011). Este valor pode ser justificado pela possível troca de bases nas argilas do Grupo Ilhas (ex: entra cálcio e é liberado sódio). Na localidade da Aguazinha, o valor obtido foi 16 mg/L, seguindo a legislação referida.

6.4 QUALIDADE DAS ÁGUAS PARA USO AGRÍCOLA (IRRIGAÇÃO)

Os estudos da água voltados para determinar a sua qualidade para utilização na agricultura irrigada são mais simples devido a pouca quantidade de parâmetros a ser analisados. A utilização de uma água para fins de irrigação requer não somente o conhecimento das composições químicas, mas também as características texturais dos solos em que vão ser aplicadas, bem como à susceptibilidade e resistência/tolerância aos níveis de salinidade e toxicidade dos cultivos que vão ser irrigados.

Existem várias classificações para definir as águas destinadas à irrigação. Nesse trabalho, adotou-se a classificação mais aceita e utilizada que é a do Laboratório de Salinidades dos Estados Unidos (USSL). A classificação das águas nesse diagrama baseia-se na razão de adsorção do sódio (RAS) e na condutividade elétrica. As águas se dividem em cinco classes (C₀ a C₅) em relação à sua condutividade elétrica (CE) e outras quatro classes (S₁ a S₄) quanto à sua sodicidade. A combinação desses dois índices possibilita estabelecer diferentes tipos de água, identificando-as cada uma pela inicial dos índices e subíndices numéricos.

A tabela 6.2 resume as categorias de tipos de água do diagrama.

TABELA 6.2: Classificação das águas para uso Agrícola (Irrigação). Adaptada.

CLASSES C (CONDUTIVIDADE ELÉTRICA)	CLASSES S (SODICIDADE)
C₀ – Águas de salinidade muito baixa, que podem ser utilizadas sem restrição para irrigação.	-
C₁ – Águas de baixa salinidade, condutividade elétrica compreendida entre 100 e 250 $\mu\text{.ohm/cm}$ a 25° C (sólidos dissolvidos: 64 a 160 mg/L). Podem ser utilizadas para irrigar a maioria das culturas, na maioria dos solos, com pequenos riscos de incidentes quanto à salinização do solo salvo se a permeabilidade deste último for extremamente baixa.	S₁ - Águas fracamente sódicas, podem ser utilizadas para quase todos os solos com fraco risco de formação de teores nocivos de sódio susceptível de troca. Prestam-se ao cultivo de quase todos os vegetais.
C₂ – Águas de salinidade média, condutividade compreendida entre 250 a 750 $\mu\text{.ohm/cm}$ a 25° C (sólidos dissolvidos: 160 a 480 mg/L). Devem ser usadas com precaução e de preferência em solos silte-arenoso, siltoso ou areno-argiloso quando houver uma lixiviação moderada do solo. Os vegetais de fraca tolerância salina podem ser cultivados, na maioria dos casos, sem perigo.	S₂ - Águas medianamente sódicas, apresentam perigo de sódio para os solos de textura fina e forte capacidade de troca de cátions. Podem ser utilizadas para solos de textura grosseira ou ricos em matéria orgânica e com boa permeabilidade.
C₃ – Águas de alta salinidade, condutividade compreendida entre 750 e 2250 $\mu\text{.ohm/cm}$ a 25° C (sólidos dissolvidos: 480 a 1440 mg/L). Só podem ser utilizadas em solos bem drenados. Mesmo quando o solo é bem cuidado, devem ser tomadas precauções especiais de luta contra salinização e apenas os vegetais de alta tolerância salina devem ser cultivados.	S₃ . Águas altamente sódicas. Há perigo de formação de teores nocivos de sódio na maioria dos solos, salvo nos solos gipsíferos. Exigem tratamento especial (boa drenagem, lixiviação e presença de matéria orgânica) e podem ser utilizadas em vegetais com alta tolerância a sódio.
C₄ – Águas de salinidade muito alta, condutividade elétrica compreendida entre 2250 a 5000 $\mu\text{.ohm/cm}$ a 25° C (sólidos dissolvidos: 1440 a 3200 mg/L). Geralmente não servem para irrigação, todavia podem ser excepcionalmente utilizadas em solos arenosos permeáveis, bem cuidados e abundantemente irrigados. Somente vegetais de altíssima tolerância salina podem ser cultivados.	S₄ - Águas extremamente sódicas, geralmente imprestáveis para irrigação, salvo se a salinidade global é fraca ou pelo menos média. Podem ser aplicadas em solos altamente drenáveis, ricos em carbonatos.
C₅ – Águas de salinidade extremamente alta, compreendida entre 5000 a 20000 $\mu\text{.ohm/cm}$ a 25° C (sólidos dissolvidos: 3200 a 12800 mg/L). São águas utilizadas em solos excessivamente permeáveis e muito bem cuidados, salvo exceções, unicamente para palmeiras, sobretudo com salinidade acima de 10000 $\mu\text{.ohm/cm}$ a 25° C.	-

Os resultados estão plotados no diagrama (Fig.6.3), a seguir:

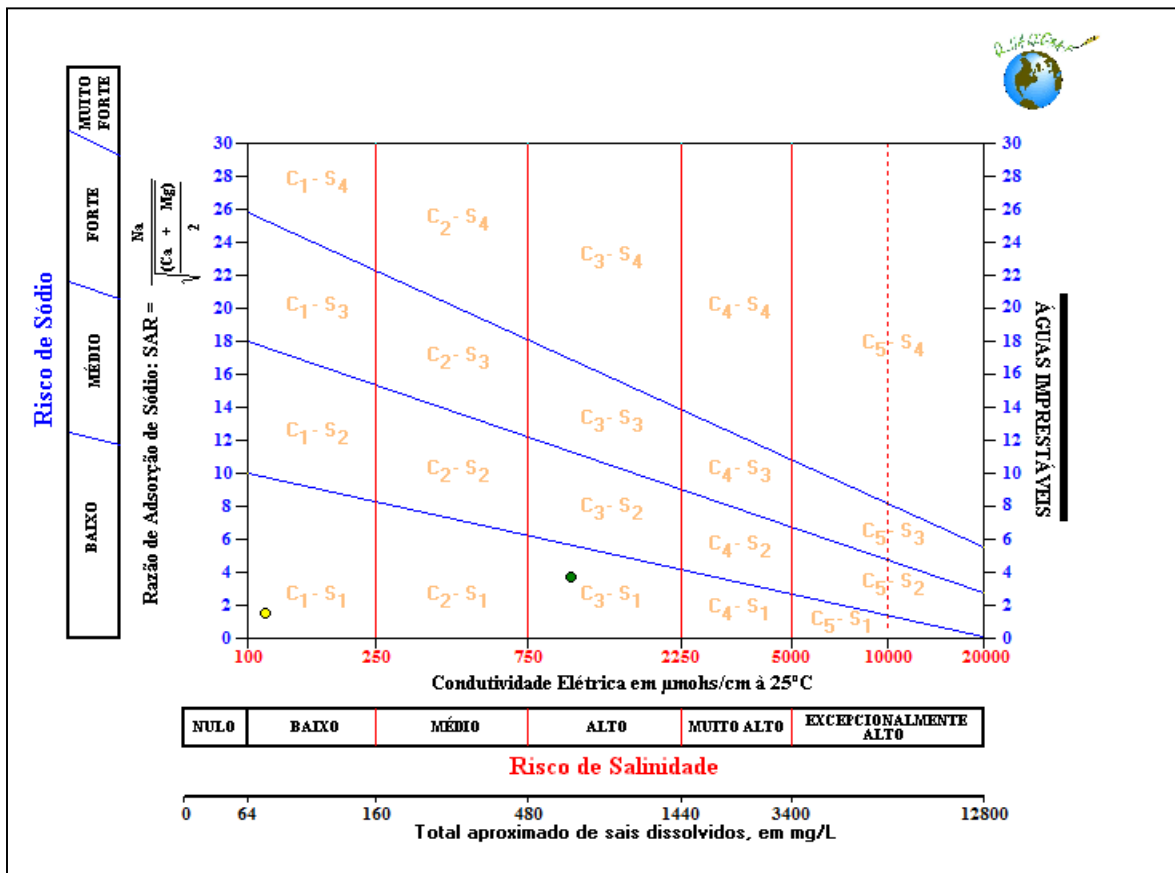


FIGURA 6.3 – Diagrama de Classificação das Águas para Irrigação de acordo com o Laboratório de salinidade dos Estados Unidos. Em verde, a classificação das águas referente à Fazenda Experimental da UFBA e em amarelo, a classificação das águas referente à localidade da Aguazinha.

A classificação obtida para a amostra de água referente à Fazenda Experimental foi a C₃-S₁, pois apresentou o valor de condutividade elétrica igual a 1024 µ.ohm/cm e salinidade igual a 0,3 g/L, o que a caracteriza como de alto risco de salinidade.

Para a localidade da Aguazinha, a classificação das águas foi a C₁-S₁, pois apresentou condutividade elétrica igual a 114 µ.ohm/cm e salinidade igual a 0.

6.5 QUALIDADE DAS ÁGUAS PARA CONSUMO ANIMAL

Ainda não há padrões definidos para avaliar a qualidade das águas para consumo animal, atribuindo-se a diversos fatores em conjunto como as espécies e variedades dos animais, clima, tipos de alimentação a até pela adaptação do gado às certas águas.

Segundo a EMBRAPA (2005), a água de má qualidade representa riscos à saúde dos animais e a produção, causando desde reduções no ganho de peso, até a perda de animais. Abaixo estão alguns sintomas que o excesso de determinados elementos podem causar:

- Sólidos Totais Dissolvidos (STD) – diarreia, redução do consumo de água e da produtividade e morte;
- Cloro – redução da ingestão de alimentos e aumento do consumo de água;
- Ferro – quando promove gosto ruim a água, apresenta efeitos sobre o consumo da água e a produtividade.

Alguns limites foram adotados pela literatura para tolerância sais, como resíduos secos (CUSTÓDIO & LLAMAS, 1983) e sólidos totais dissolvidos (LOGAN, 1965) e (MACKEE & WOLF, 1966) de acordo com as tabelas abaixo.

TABELA 6.3: Classificação das Águas Subterrâneas pelo Resíduo Seco.

TIPOS DE ÁGUA	RESÍDUO SECO* (mg/L)
DOCE	0 – 2.000
SALOBRA	2.000 – 5.000
SALGADA	5.000 – 40.000
SALMOURA	> 40.000

FONTE: Custódio & Llamas, 1983.

*RESÍDUO SECO (RS) é o peso dos sais resultantes da evaporação de um litro d'água após a filtragem para remoção de materiais em suspensão.

TABELA 6.4 : Classificação das Águas Subterrâneas para consumo animal.

CLASSE	STD (mg/L)
BOA	≤ 2.500
SATISFATÓRIA	2.500 – 3.500
POBRE	3.500 – 4.500
INSATISFATÓRIA	≥ 4.500

FONTE: Logan, 1965

TABELA 6.5: Classificação das Águas Subterrâneas para consumo animal.

ANIMAL	STD (mg/L)
AVES	2.800
PORCOS	4.220
CAVALOS	6.435
GADO (LEITE)	7.180
GADO (CORTE)	10.000
CARNEIRO	12.900

FONTE: Mckee & Wolf, 1966

6.6 QUALIDADE DAS ÁGUAS PARA A APICULTURA

Não há padrões estabelecidos para avaliar a qualidade das águas para apicultura de acordo com os parâmetros físico-químicos da mesma. O ideal é que a água esteja limpa, sem poluição e seja abundante.

De acordo com a EMBRAPA (2005), a presença de água é fundamental para a manutenção dos enxames, principalmente em regiões de clima quente, uma vez que é usada para diminuir a temperatura interna da colmeia (termorregulação). Deve-se ter fonte de água pura a uma distância de, no mínimo, 100 metros, para que não haja contaminação pelos próprios dejetos das abelhas, uma vez que elas só os liberam fora da colméia. A distância máxima deve ser de 500 metros, evitando-se o desgaste das abelhas para a sua coleta. Caso o local não disponha de fonte natural (rios, nascentes, etc), deve-se instalar um bebedouro artificial, tomando-se o cuidado de manter a água sempre limpa.

7 GEOFÍSICA

Este capítulo trata do método geofísico elétrico utilizado na elaboração desse trabalho. Aqui serão mostradas as propriedades elétricas dos materiais geológicos, as bases teóricas nas quais se fundamentam este método e os resultados obtidos na área de estudo.

7.1 MÉTODO DE ELETORRESISTIVIDADE

O método de Eletorresistividade consiste em determinar a distribuição da resistividade elétrica nas camadas do substrato. Esse método introduz correntes elétricas artificiais ao solo. A partir disso, são medidas na superfície, as diferenças de potencial, possibilitando o conhecimento da distribuição das propriedades elétricas da subsuperfície. A variação da resistividade então é associada a diferentes materiais geológicos ou variações na composição na mesma feição geológica (CAMPOS, 2004).

A tabela 7.1 mostra os valores de resistividade de tipos comuns de rochas e solos.

TABELA 7.1: Resistividade de Alguns Tipos de Rochas e Solos.

Material	Resistividade (Ohm.m)
<i>Rochas ígneas e metamórficas</i>	
Granito	5.0×10^3 a 1.0×10^6
Basalto	1.0×10^3 a 1.0×10^6
Ardósia	6.0×10^2 a 4.0×10^7
Mármore	1.0×10^2 a 2.5×10^8
Quartzito	1.0×10^2 a 2.0×10^8
<i>Rochas sedimentares</i>	
Arenito	8.0×10^1 a 1.0×10^3
Folhelho	2.0×10^1 a 2.0×10^3
Calcário	5.0×10^1 a 4.0×10^2
<i>Solos e água</i>	
Argila	1.0×10^0 a 1.0×10^2
Aluvião	1.0×10^1 a 8.0×10^2
Água fresca	1.0×10^1 a 1.0×10^2
Água do mar	2.0×10^{-1}

FONTE: Loke, 1999.

7.2 TÉCNICAS DE PROSPECÇÃO GEOFÍSICA ELÉTRICA

Os métodos elétricos podem ser empregados em três tipos de técnicas de investigação: sondagens, caminhamentos, e perfilagens. A diferença básica entre essas técnicas implica no procedimento de campo para obtenção do parâmetro físico a ser estudado e a forma de desenvolvimento dos trabalhos para obtenção dos dados de campo, relacionada aos objetivos da pesquisa e geologia da área (BRAGA, 2007).

- Técnica de sondagem (SE): pode ser aplicada em situações cujos objetivos consistem investigar a profundidade de diferentes tipos litológicos, bem como as espessuras e resistividades, a partir de um ponto fixo na superfície de um terreno. (Fig. 7.1a).
- Técnica de caminhada (CE): é utilizada em situações cujos objetivos das pesquisas visam delimitar descontinuidades laterais dos materiais geológicos, tais como diques e *sills*, contatos geológicos, fraturas e/ou falhas, corpos mineralizados, mapeamento de plumas de contaminação no subsolo, etc. (Fig. 7.1b). Através do arranjo dipolo-dipolo proporcionam investigação de profundidades maiores com um arranjo mais curto. Apresenta desvantagem devido à dificuldade de trabalhar em campo, caso haja precisão de deslocamento mútuo dos dois dipolos e a necessidade de altas correntes no circuito de emissão, quando ocorrem valores baixos nas leituras de potencial quando a separação dos pares de eletrodos for grande.
- Técnica de perfilagem (PERF): é utilizada e desenvolvida ao longo de furos de sondagens mecânicas. Tem como objetivos principais os estudos das variações dos parâmetros físicos *in situ*. Aplica-se na hidrogeologia e na prospecção de petróleo, a exemplo, na determinação de níveis arenosos/argilosos, permeabilidade e etc. (Fig. 7.1c).

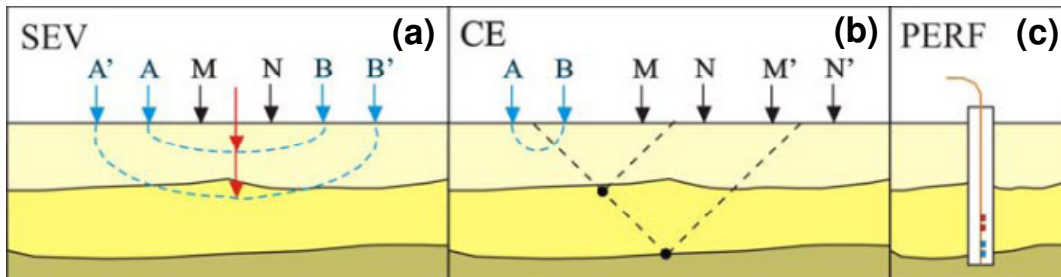


FIGURA 7.1 - Representação simplificada das técnicas referentes ao método da Eletrorresistividade. Em (a), técnica de Sondagem; (b) Caminhamento e (c) Perfilagem.
FONTE: Braga, 2007.

7.3 POTENCIAL NO SEMI-ESPAÇO HOMOGÊNIO

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** (Fig. 7.2).

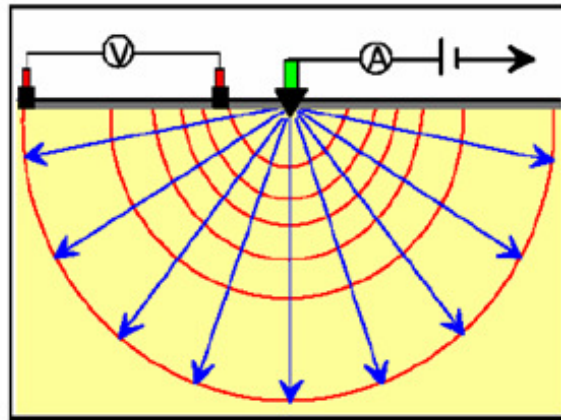


FIGURA 7.2 - Relação entre o fluxo de corrente elétrica e superfícies equipotenciais a partir de uma fonte pontual. (Baseado em REYNOLDS, 1997).

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

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

Para um semi-espaço homogêneo, o potencial elétrico é dado por:

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

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) (Fig. 7.2). Aplicando a fórmula de ΔV para um terreno homogêneo e isotrópico tem:

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

Fazendo:

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

Desta forma, a equação da resistividade 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. Se o meio não é homogêneo, a resistividade é denominada como resistividade aparente ($\rho\alpha$)

7.4 SONDAGEM ELÉTRICA VERTICAL

A técnica de Sondagem Elétrica Vertical consiste em uma sucessão de medidas de um parâmetro geoeletrico (resistividade e/ou cargas aparentes), efetuados a partir da superfície do terreno, tendo os eletrodos separados de forma crescente para emissão de corrente e recepção de potencial. Essa técnica permite definir os estratos geoeletricos, a profundidade da rocha e o nível do lençol freático.

Segundo Telford *et al.* (1990) a técnica da eletrorresistividade baseia-se no estudo do potencial elétrico, tanto dos campos elétricos naturais, como dos campos artificialmente provocados. A partir de medições do potencial elétrico na superfície do terreno pode-se determinar, no subsolo, a existência de corpos minerais, reconhecer estruturas geológicas e caracterizar camadas.

Para o melhor desempenho da sondagem elétrica, as investigações devem ser operadas, preferencialmente, em terrenos compostos por camadas lateralmente homogêneas em relação ao parâmetro físico estudado e limitados por planos paralelos à superfície do terreno estratificado.

As sondagens elétricas simétricas, devido à organização dos eletrodos na superfície e por apresentarem excelentes resultados, são as mais utilizadas no mundo inteiro. Englobam estudos rasos aplicados à Geologia de Engenharia, Ambiental, Hidrogeologia e outros, bem como estudos profundos de cunho acadêmico ou aplicados à Geologia do Petróleo.

Apresenta dois principais tipos de arranjos para o seu desenvolvimento: Schlumberger e Wenner. O arranjo Schlumberger (a) é utilizado pela maioria dos países europeus, Rússia e no Brasil, enquanto que o arranjo Wenner (b) é mais utilizado pelo Canadá, Estados Unidos e Inglaterra. (Fig. 7.3).

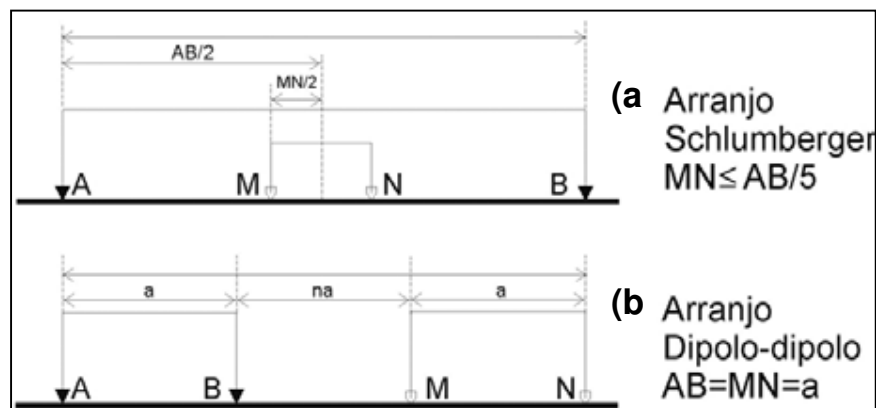


FIGURA 7.3 – Arranjos de desenvolvimento – SEV. (a) Arranjo Schlumberger e (b) Wenner.
FONTE: Braga, 2007.

Estes dois arranjos de desenvolvimentos apresentam pequenas diferenças entre si, porém o arranjo Schlumberger pode ser considerado mais eficiente, em termos de praticidade como qualidade dos resultados. No Brasil, o arranjo Schlumberger é bastante utilizado.

7.4.1 Arranjo Schlumberger

O arranjo Schlumberger tem como base a distância que separa os eletrodos M e N, permanecendo a mesma fixa e tendendo a zero em relação à distância crescente de L

(entre AO e OB). O resultado obtido desse modelo geoeletrico, a partir da interpretação dos dados, é relacionado ao ponto central do arranjo. Neste tipo de arranjo, as leituras estão menos propícias às variações laterais no parâmetro físico medido, irregularidades na superfície topográfica e ruídos produzidos por fontes artificiais. Consequentemente, as leituras de campo apresentam maior precisão, resultando numa interpretação mais próxima da realidade e coerente com os princípios da técnica da SEV.

De acordo com Orellana (1972), o erro gerado por esse tipo de arranjo, refletindo nos dados de campo, em função dos ajustes necessários nas equações gerais básicas, pode ser considerado irrelevante, não sendo uma desvantagem. Nas medições de campo, pode-se adotar a norma sugerida pelo autor referido quanto à relação entre os eletrodos: para $MN \leq AB/5$, $MN = a$ e $AB = 2L$, demonstrou-se que para esta relação o erro nas leituras de campo seria em torno 4%. No arranjo Schlumberger, ao se inserir, no subsolo, a corrente elétrica (I), através dos eletrodos A e B, o resultado obtido entre os eletrodos M e N é a medida de diferença de potencial (ΔV).

Ao se cortar a corrente elétrica, o equipamento analisa e fornece o valor da cargabilidade aparente. À medida que há um aumento da distância entre os eletrodos de corrente AB, o volume total da subsuperfície incluída na medida também aumenta, favorecendo o alcance das camadas mais profundas.

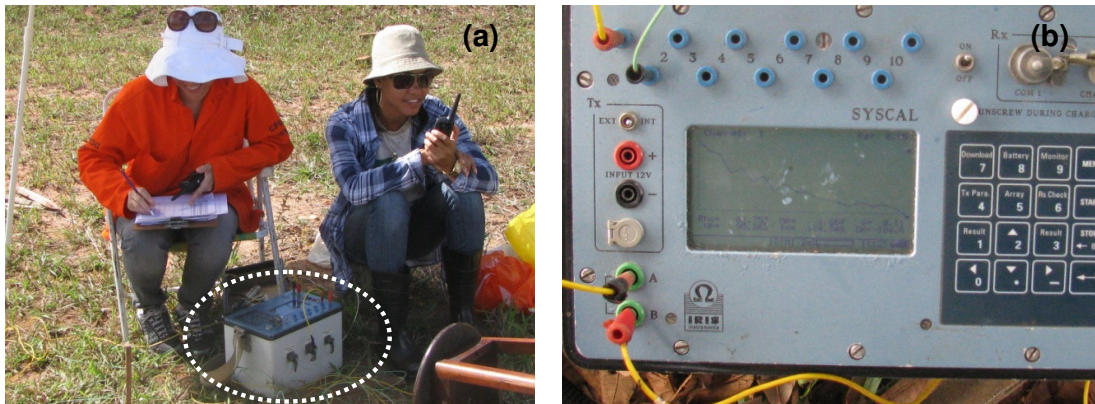
7.5 INVERSÃO DE DADOS GEOFÍSICOS

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%.

Todas as sondagens elétricas executadas foram invertidas unidimensionalmente através dos *softwares*: (i) RESIST 1.0, programa de domínios público elaborado por Vander Velper (1988) para fazer inversão não linear por mínimos quadráticos; RES1D, da Geotomo Softwares, para compor modelos estruturais iniciais a serem submetidos á inversão.

7.6 LEVANTAMENTO DE DADOS GEOFÍSICOS

Para os levantamentos dos dados geofísicos em campo utilizou-se um resistímetro modelo SYSCAL R-2, fabricado pela *Iris Instruments*, tendo uma unidade de recepção e transmissão totalmente digital (Fotografia 7.1). Esse equipamento determina as variações da resistividade de acordo com a profundidade (sondagem), além das variações laterais da resistividade ao longo de linhas (perfilagem).



FOTOGRAFIA 7.1 - Resistímetro SYSCAL R-2, fabricado pela *Iris Instruments*. Em (a) o equipamento em destaque e em (b) o mesmo em detalhe.

7.7 INTERPRETAÇÃO DE DADOS DE CAMPO

A execução do levantamento geofísico da área de estudo permitiu um melhor conhecimento da mesma, pois associado às características geológicas, acrescentou mais informações em relação ao substrato. Foram realizadas cinco sondagens elétricas verticais, porém uma foi descartada por não oferecer dados confiáveis aos estudos.

As medidas foram realizadas em pontos distribuídos na Fazenda Experimental e nas proximidades da mesma. Para a execução das medidas foi empregado o arranjo Schlumberger com distância mínima entre os eletrodos de corrente igual a 1,0 m e distância máxima igual a 500 m. Entre os eletrodos de potencial as distâncias mínima e máxima foram respectivamente 0,5 m e 50 m. Cada vez que os eletrodos de corrente eram deslocados para uma nova posição, o solo era umedecido com uma solução de água salgada a fim de melhorar o contato e facilitar a penetração da corrente elétrica. (Fotografia 7.2).



FOTOGRAFIA 7.2 – Em (a) Disposição do eletrodo na superfície. Em (b) Solução de água salgada para umedecer o solo.

Durante a operação de campo, após cada medida, o valor era representado em papel bilogarátmico, com a resistividade aparente no eixo vertical versus a separação entre os eletrodos ($AB/2$) no eixo horizontal (anexo). Através da observação destes gráficos pode-se detectar a presença de erros operacionais nas medições e imediatamente corrigí-los.

O mapa da figura 7.4 indica a localização dos centros das SEVs na área de estudo, conjuntamente com a geologia da mesma, de tal forma que, as SEV's 02 e 04 foram efetuadas sobre a Formação Marizal; a SEV 03 sobre as Coberturas Superficiais Cenozóicas e a SEV 05 sobre o Grupo Ilhas.

A seguir, as descrições das SEVs feitas em campo. Em suas interpretações levou-se em conta modelos geoeletricos com quatro camadas.

- SEV 02

A SEV 02 foi realizada a cerca de 1000 m da sede da Fazenda, sobre sedimentos da Formação Marizal. Os seus resultados estão configurados na figura 7.5.

O modelo geoeletrico que explica os dados é constituído por quatro camadas, englobando duas unidades geológicas, assim distribuídas: as três primeiras camadas geoeletricas representam a Formação Marizal (Km), com resistividades de 297,6 ohm.m, na parte mais intemperizada, com cerca de 1,4 m; 2.350,1 ohm.m, para os arenitos da formação, com cerca de 4,5 m, e 160,5 ohm.m, nos arenitos mais argilosos e possível entrada de água da formação, com cerca de 47,6 m. A seguir, uma camada mais condutiva com 10,2 ohm.m, representando um pacote argiloso do Grupo Ilhas, imediatamente abaixo.

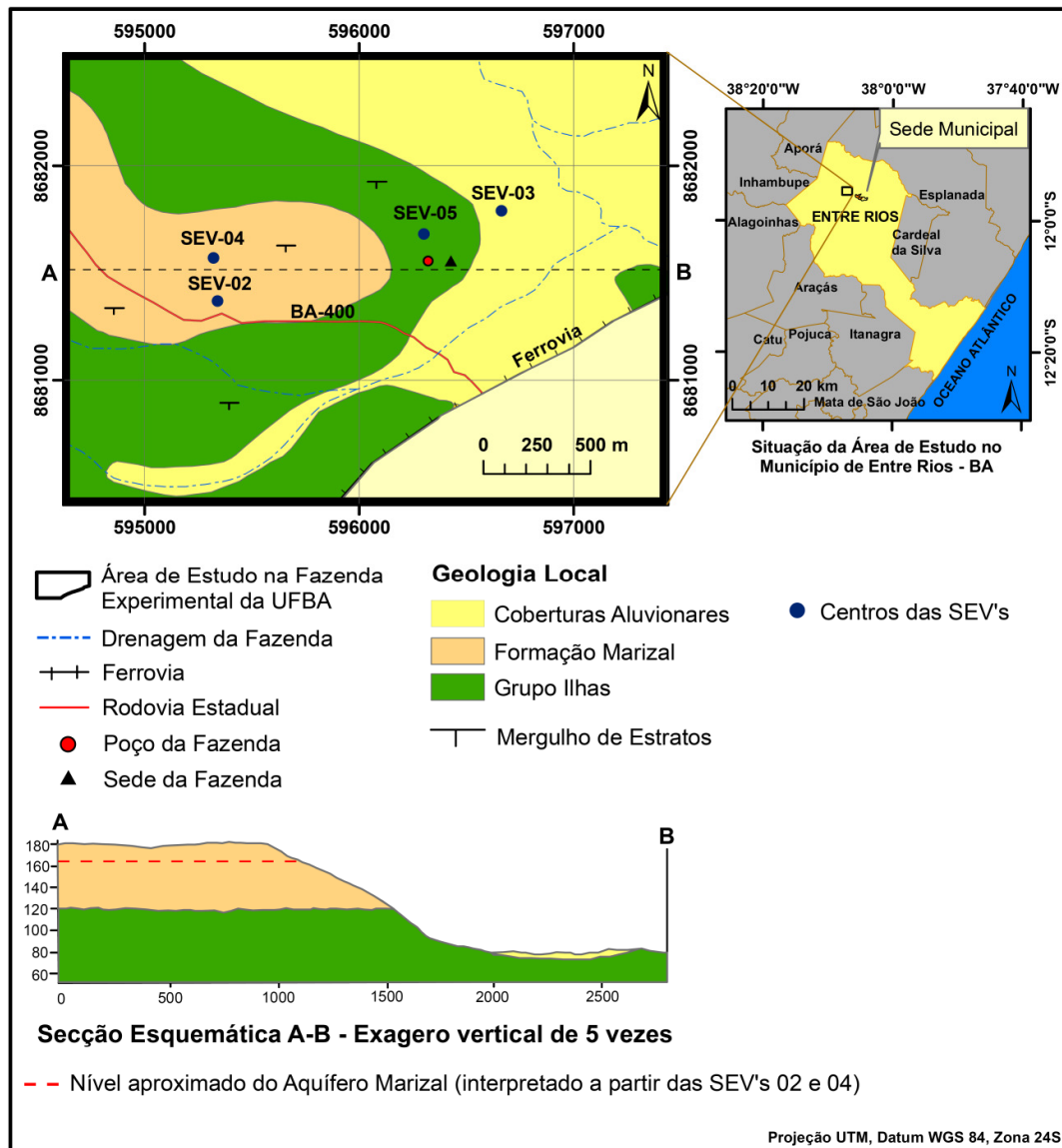


FIGURA 7.4 – Mapa Geológico com indicações dos centros das SEV's e Perfil com nível de aquífero interpretado.

FONTE: Mapa Geológico adaptado de PETROBRÁS, 19--.

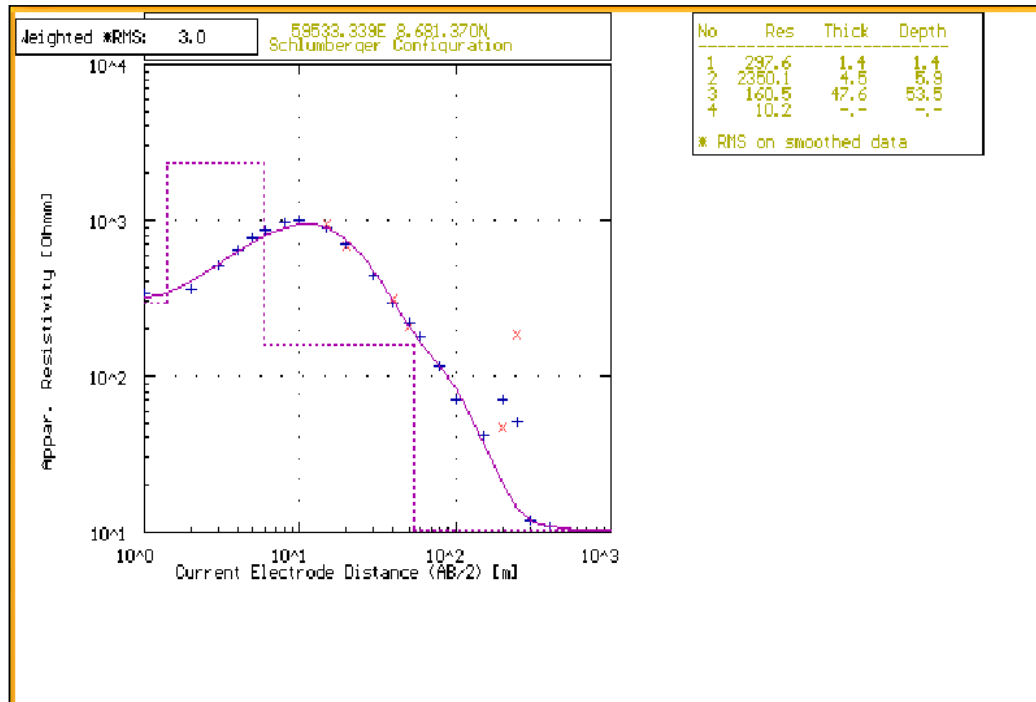


FIGURA 7.5 – Configuração do modelo geolétrico da SEV 02.

- SEV 03

A SEV 03 foi realizada na área de estudo, nas Coberturas Aluvionares (Qal) e os seus resultados estão configurados na figura 7.6.

O modelo geolétrico que explica os dados é constituído por quatro camadas, englobando duas unidades geológicas, assim distribuídas: a primeira camada úmida e argilosa, representando às Coberturas Aluvionares, com cerca 1,4 m de espessura e uma resistividade inicial baixa de 3,4 ohm.m, podendo conter matéria orgânica e água salobra. As outras três camadas caracterizando o Grupo Ilhas inicialmente com resistividade de 119,3 ohm.m, até 4,9 m de profundidade, seguida de duas outras camadas com resistividades de 17,0 ohm.m, com espessura de 123,8 m, e 7,0 ohm.m, indicando o pacote argiloso espesso do Grupo Ilhas nesta área estudada. É possível que o valor muito mais baixo na resistividade da última camada seja influenciado pela presença de água salobra.

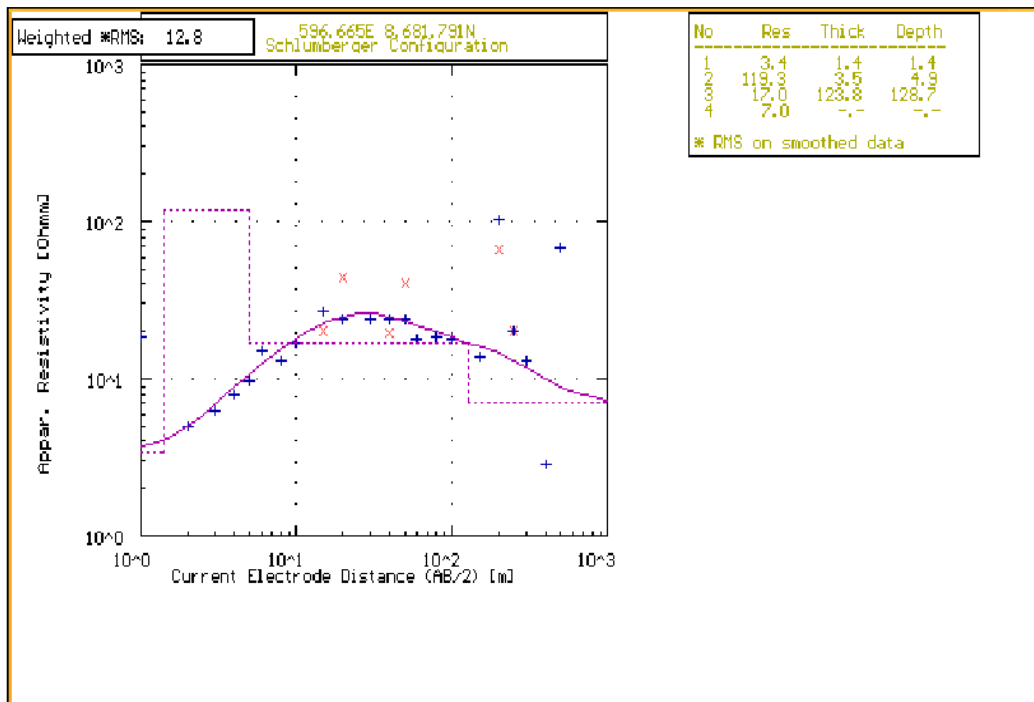


FIGURA 7.6 – Configuração do modelo geoeétrico da SEV 03.

- SEV 04

A SEV 04 foi realizada nas proximidades da SEV 02, na Formação Marizal e seus resultados estão configurados na figura 7.7. É possível visualmente observar as semelhanças entre as duas SEVs, confirmando a interpretação geofísica e as resistividades médias obtidas para cada formação geológica na área estudada.

O modelo geoeétrico que explica os dados é constituído por quatro camadas, englobando duas unidades geológicas, assim distribuídas: a três primeiras camadas representam a Formação Marizal. A primeira com resistividade baixa de 396,4 ohm.m, com espessura próxima a 0,5 m, representando a parte mais intemperizada; a seguir uma camada com resistividade alta de 1.062,2 ohm. m, com cerca de 15 m, possivelmente representando os arenitos da formação e, uma camada com resistividade novamente baixa de 136,9 ohm.m e com cerca de 46,6 m. Esta última, talvez, representando os arenitos mais argilosos e a possível entrada de água da formação. A seguir, uma camada mais condutiva com 7,6 ohm.m, representando um pacote argiloso do Grupo Ilhas.

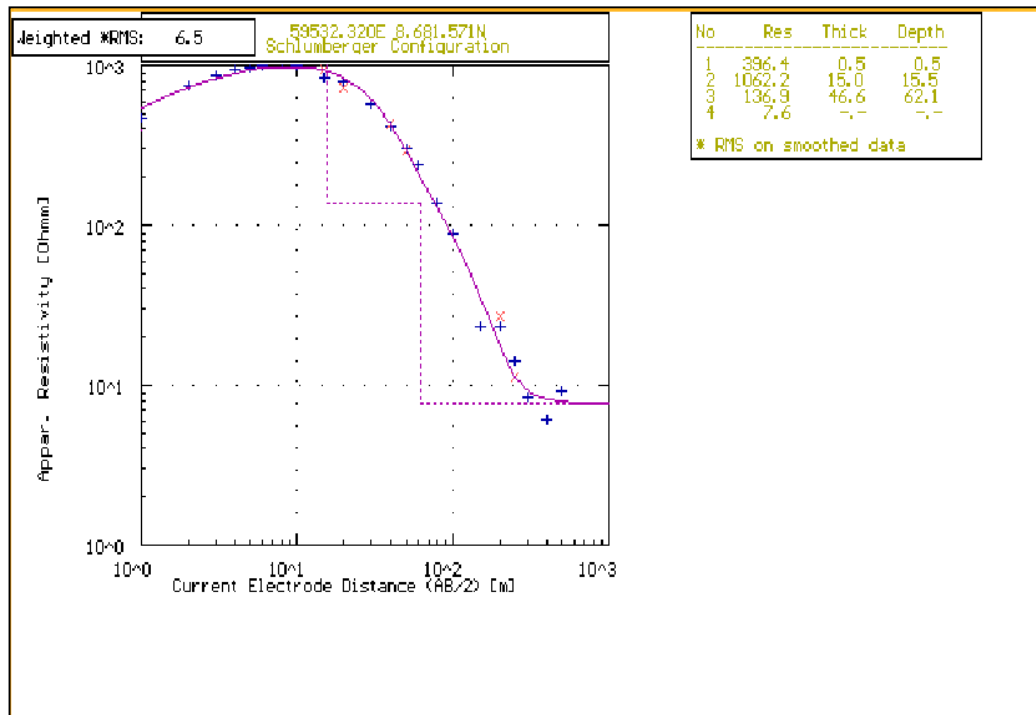


FIGURA 7.7 – Configuração do modelo geolétrico da SEV 04.

- SEV 05

A SEV 05 foi realizada na área de estudo, sobre o Grupo Ilhas, próximo ao poço da fazenda. Infelizmente, não existem informações cadastrais do poço disponíveis para utilizarmos na calibração da interpretação geofísica. A localização do poço está indicada na figura 7.4. Os resultados do levantamento geofísico estão configurados na fig.7.8.

O modelo geolétrico que explica os dados é constituído por quatro camadas: apresentam resistividades de 52,2 ohm.m, 11,3 ohm.m, 26,2 ohm.m e 6,4 ohm.m. Estas variações refletem diferenças no conteúdo de argilas, características do Grupo Ilhas, e a possível presença de água salobra. A última camada indica o espesso pacote argiloso no Grupo Ilhas na área estudada, já visualizado nas outras SEV's.

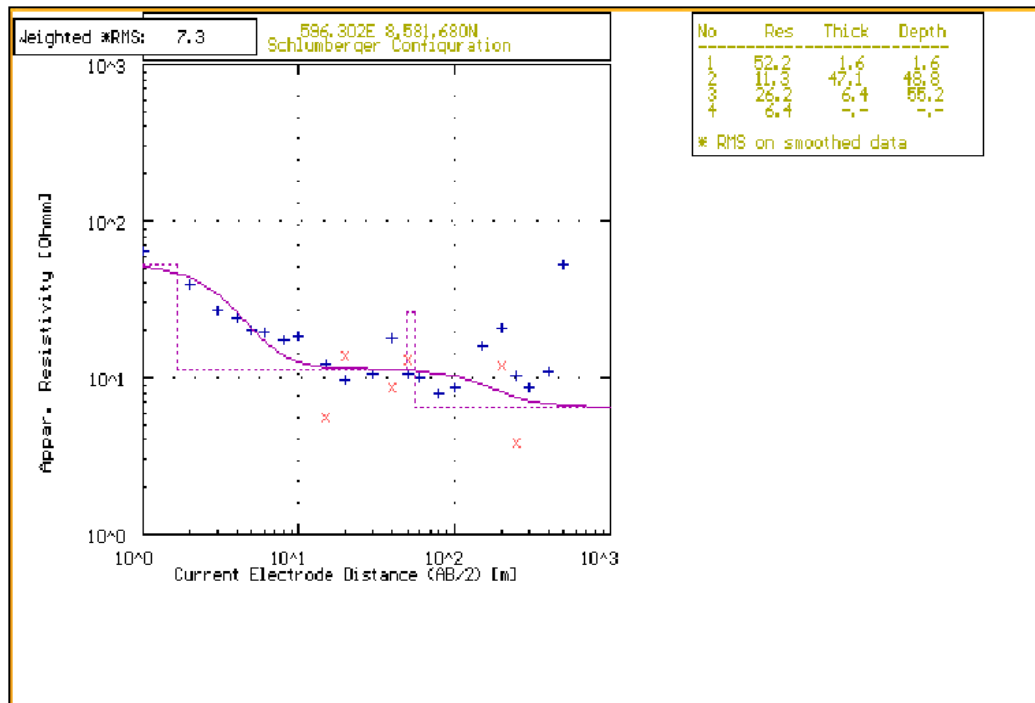


FIGURA 7.8 – Configuração do modelo geoeétrico da SEV 05.

As sondagens marcaram a resistividade de cada unidade presente na área de estudo e as fichas das sondagens verticais estão em anexo.

8 HIDROGEOLOGIA

A área de estudo apresenta como características dois domínios hidrogeológicos: coberturas aluvionares e bacias sedimentares. As coberturas aluvionares são constituídas por rochas sedimentares de naturezas diversas, sobrepondo as rochas mais antigas. Em termos hidrogeológicos, tem um comportamento de “aquífero granular”, apresentando uma porosidade primária, e nos terrenos arenosos, uma excelente permeabilidade, permitindo, de uma maneira geral, excelentes condições de armazenamento e fornecimento d’água. Esse domínio corresponde aos sedimentos do Quaternário, tais como os depósitos aluvionares recentes e os sedimentos do Terciário-Quaternário constituídos por depósitos colúvio-eluviais. De acordo com a espessura e da razão areia/argila dessas unidades, possivelmente produzem vazões significativas nos poços tubulares perfurados, sendo que, de um modo geral, os poços localizados nesse domínio captam água dos aquíferos subjacentes (RADAMBRASIL,1999).

As bacias sedimentares são compostas por rochas sedimentares variadas e correspondem aos mais importantes reservatórios de água subterrânea, caracterizando um tipo de aquífero granular. Apresentam alto potencial hídrico devido à grande espessura destes sedimentos e da alta permeabilidade de suas litologias, São representadas pelos domínios litológicos da Formação Marizal e Grupo Ilhas.

8.1 CARACTERÍSTICAS HIDROGEOLÓGICAS LOCAIS

8.1.1 Coberturas Aluvionares

A sua composição engloba sedimentos do Quaternário como os depósitos aluvionares arenosos e argilo-arenosos fluviais elaborados pelo rio Inhambupe. Apresenta-se localmente recobrindo o Grupo Ilhas.

De acordo com a sua litologia basicamente arenosa, o meio aquífero caracteriza-se com uma elevada propriedade de poropermeabilidade, onde as águas precipitadas pela atmosfera são prontamente infiltradas e incorporadas aos mananciais subterrâneos. Essas águas superficiais seguem em direção aos rios e lagoas locais, ou seja, em direção aos níveis de base mais baixos. Os gradientes hidráulicos são variáveis em função das irregularidades do substrato impermeável.

Por ocasião de períodos chuvosos mais extensos estas coberturas sedimentares, por ocuparem as áreas mais baixas da região, e pelas suas baixas espessuras (cap. 7), permanecem periodicamente alagados.

Representam, assim, um aquífero livre, cujo nível estático situa-se próximo à superfície do terreno. Embora possuindo espessuras reduzidas, revestem-se de maior significado, principalmente pelo fato de possuírem alta capacidade de infiltração, o que, somado às elevadas precipitações dessa zona costeira (cerca de 1900 mm anuais), realçam a importância desse sistema aquífero, sobretudo na alimentação indireta dos aquíferos sotopostos. Contudo, a intensa evapotranspiração dominante nesta faixa consome a maior parte do volume precipitado pela atmosfera, sobretudo onde os níveis de água situam-se próximo à superfície.

8.1.2 Formação Marizal

A Formação Marizal, quanto ao aspecto hidrogeológico, representa um sistema aquífero livre com excelente propriedade poropermeabilidade, em resposta à sua litologia caracterizada como arenosa a conglomerática. O processo de alimentação ocorre a partir das precipitações pluviométricas bastante efetivas diante da boa regularidade e intensidade das chuvas. Localmente, as recargas são processadas por infiltrações das águas de chuvas a partir de sua superfície permeável.

Apresenta características litológicas excelentes que estabelecem sua elevada poropermeabilidade, que associando aos aspectos favoráveis do relevo, solos, vegetação e pluviometria indicam um potencial hidrogeológico bom.

Infelizmente não foi possível dispor de dados acerca da vazão média local desta formação. Entretanto, informações verbais acerca de poço próximo sugere uma baixa vazão para a área de estudo.

8.1.3 Grupo Ilhas

Nesta unidade, as águas pluviais possuem uma grande vantagem na forma de alimentação do aquífero por ter boas regularidade e intensidade do regime pluviométrico associado ao bom porte e densidade da vegetação e a pouca modificação do relevo. As recargas são processadas a partir da rede hidrográfica e por infiltração em períodos de chuvas intensas.

A evapotranspiração predomina como principal exutório das águas precipitadas sobre esse aquífero, influenciando sobre os volumes infiltrados em profundidade pequena, bem como sobre parcelas escoadas em direção aos níveis de base. Por apresentar variações contínuas faciológicas, laterais e verticais, possibilitam variações de local a local, permitindo boas possibilidades aquíferas dessa unidade de acordo com presença de litologias arenosas, porém com potencial hidrogeológico baixo. (RADAMBRASIL, 1999).

9 CONCLUSÕES

O estudo multidisciplinar desenvolvido na Fazenda experimental da UFBA, no município de Entre Rios-BA, edificada sobre as unidades geológicas Formação Marizal, Grupo Ilhas e Coberturas Aluvionares, permitiu que se chegasse às seguintes conclusões:

- Quanto aos aspectos hidroquímicos, a água do poço da Fazenda Experimental da UFBA, instalado sobre o Grupo Ilhas, apresenta teor muito alto de cloretos (357 mg/l), estando acima dos padrões de Potabilidade do Ministério da Saúde (Portaria 2914/2011), que é de 250mg/l. Este fator pode ser resultante das precipitações pluviométricas ou fonte de contaminação antrópica. Esta característica, aliada à salinidade presente nesta água, não a condiciona para o consumo humano. Há também grande concentração de coliformes totais, estando muito acima do valor máximo aceito pela referida portaria.
- Os dados hidroquímicos analisados no poço da localidade Aguazinha, que capta água do aquífero da Formação Marizal, atendeu a todos os padrões de potabilidade da Portaria do Ministério da Saúde (Portaria 2914/2011), no que se refere aos parâmetros físico-químicos. Entretanto, o alto teor de coliforme totais na água bruta, não recomenda esta água para o consumo humano.
- Entretanto, deve-se levar em consideração que, tanto no poço da Fazenda Experimental da UFBA quanto no poço da Aguazinha, a presença de coliformes totais está relacionado, exclusivamente, às condições sanitárias nas imediações dos mesmos (presença de animais e residências), não sendo esta característica intrínseca das unidades geológicas da região;
- Quanto ao método SEV de prospecção geofísica, as sondagens realizadas na área permitiram detectar espessuras aproximadas das unidades geológicas existentes, quais sejam:
 1. Formação Marizal, com espessura aproximada de 60 metros, na sua parte mais alta (SEV's 02 e 04, figura 7.4);
 2. Grupo Ilhas, abaixo da Formação Marizal, com mais de 100 metros no local de sondagem (SEV 05, figura 7.4) e;
 3. Coberturas Aluvionares, sobre o Grupo Ilhas, com espessuras aproximadas de 2m (SEV 03, figura 7.4).

- as SEV's 02 e 04, sobre a Formação Marizal, sugerem entradas de águas no sistema aquífero entre 11 e 15 metros a partir da superfície.
- entretanto, devido ao pequeno número de SEV's realizadas, não se pode considerar as espessuras destas unidades e as suas respectivas entradas de água (nível estático) como conclusivas, sendo necessários novos levantamentos de campo para que se possa atender aos objetivos deste trabalho;
- de qualquer modo, pode-se descartar a locação de poços sobre as unidades Grupo Ilhas e Coberturas Aluvionares. A primeira, conforme resultados de análise no poço da Fazenda Experimental, devido à salinidade e baixa vazão (possivelmente devido à grande quantidade de argila de suas camadas) e, na segunda, pela baixa espessura;
- desta forma, é aconselhável que se faça um estudo mais detalhado sobre a Formação Marizal, com a execução de novos trabalhos geofísicos e melhor detalhamento geológico;
- associado a isto, é recomendável a instalação de um poço piezométrico para monitoramento desta unidade, verificando-se o comportamento sazonal da altura do nível estático do aquífero e a sua constância ao longo de um período não inferior a um ano;
- Por fim, é imprescindível a demarcação imediata do entorno da Fazenda, necessária à averiguação da possível existência de unidades geológicas mais propícias à exploração de água em suas dependências.

10 REFERÊNCIAS

1. AGUIAR, G. A.; MATO, L. F. **Definição e relações estratigráficas da Formação Afligidos nas bacias do Recôncavo, Tucano Sul e Camamu, Bahia, Brasil.** In: XXXVI CONGRESSO BRASILEIRO DE GEOLOGIA, Natal. Anais. São Paulo: Sociedade Brasileira de Geologia, 1990. v. 1, p. 157-170.
2. ALMEIDA, J. R. **Reconhecimento faciológico dos arenitos turbidíticos da Formação Maracangalha no afloramento de Bom Despacho, na Bacia do Recôncavo - Bahia.** Instituto de Geociências, Universidade Federal da Bahia. Trabalho Final de Graduação. 2004, 52p.
3. BARROSO, A.S. & RIVAS A.J.P. **Arenitos eólicos do Membro Água Grande, Formação Itaparica, Bacia do Recôncavo, Bahia.** Salvador, PETROBRAS. Rel. Interno, 1984.
4. BRAGA, A. C. O. **Métodos Geométricos Aplicados nos estudos de captação de águas subterrâneas: Uma Abordagem Metodológica e Prática.** UNESP – Universidade Estadual Paulista, Instituto de Geociências e Ciências Exatas. Rio Claro, 2007. 80 p.
5. BRASIL. Portaria nº 2914, de 12 dezembro de 2011. **Normas de qualidade da água para consumo humano.** Ministério da Saúde, Brasília, 2011. 32p.
6. BRUHN, C. H. L. **Sedimentação e evolução diagenética dos turbiditos Eocretácicos do Membro Gomo, Formação Candeias, no Compartimento Nordeste da Bacia do Recôncavo, Bahia.** Tese de M. Sc., UFOP, Ouro Preto, MG, Brasil, 1985.
7. CAIXETA, J.M., BUENO, G.V., MAGNAVITA, L.P., FEIJÓ, F.J. **Bacias do Recôncavo, Tucano e Jatobá.** Boletim Geociências Petrobrás, Rio de Janeiro, 8 (1): . 1994, 163-172.

8. CAMPOS, A. F. **Utilização de métodos geoeletricos na caracterização de rochas fraturadas.** Estudo de caso nos arenitos do Grupo Itararé - Bacia do Paraná. - Curitiba, 2004.
9. CONAMA - CONSELHO NACIONAL DO MEIO AMBIENTE. **Resolução Conama nº 10/1993.** Disponível em: <<http://www.mma.gov.br/port/conama/res/res93/res1093.html>>. Acesso em: 15 maio, 2012.
10. CUSTÓDIO, E., LLAMAS, M. R. **Hidrología Subterránea.** Ed. Barcelona: Omega, 1983, 2v.
11. EMBRAPA - EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. **Sistema Brasileiro de Classificação de Solos.** EMBRAPA Solos, Rio de Janeiro, 2005. 412p
12. FERREIRA, P. A. **Aspectos físico-químicos do solo.** In: GHEYI, H. R.; QUEIROZ, J. E.; MEDEIROS, J. F. de. (ed.). **Manejo e controle da salinidade na agricultura irrigada.** Campina Grande: UFPB, 1997, p. 37-67.
13. FIGUEIREDO, A.M.F. de, BRAGA, J.A.E., ZABALAGA, J.C., OLIVEIRA, J.J., AGUIAR, G.A., SILVA, O.B., MATO, L.F., DANIEL, L.M.F., MAGNAVITA, L.P. & BRUHN, C.H.L. **Recôncavo Basin, Brazil: a prolific intracontinental rift basin.** In: LANDON, M.S. (ed). 1994. Interior rift basins: AAPG MEMOIR 59. 1994, p. 157-203.
14. HOLANDA, J. S. de & AMORIM, J. R. A. de. **Qualidade da água para irrigação.** In: GHEYI, H. R.; QUEIROZ, J. E.; MEDEIROS, J. F. de. (ed.). **Manejo e controle da salinidade na agricultura irrigada.** Campina Grande: UFPB, 1997, p.137-169.
15. IBGE - INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTÁTICA. **Manual Técnico de Geomorfologia.** Manuais Técnicos em Geociências. Coordenação de Recursos Naturais e Estudos Ambientais. 2. Ed – Rio de Janeiro: IBGE, 2005. 182p.

16. INDA, H. A.; BARBOSA, J. F. **Mapa Geológico do Estado da Bahia**, Texto Explicativo. Salvador, Secretaria de Minas e Energia (Coord. Produção Mineral), 1978, 137p.
17. LOGAN, J. **Interpretação de análises químicas de água**. Recife: U. S. Agency for International Development, 1965. 67. p
18. LOKE, M.H.. **Electrical Imaging Surveys for Environment and Engineering Studies: A practical guide to 2D and 3D surveys**. Malaysia. 1999.
19. MAGNAVITA, L. P. **Geometry and kinematics of the Recôncavo-Tucano-Jatobá rift, NE, Brazil**. Oxford: University of Oxford, 1992. 493 p. Tese (Doutorado).
20. MAGNAVITA, L. P., SILVA, R. S., SANCHES, C. P.. **Roteiros geológicos, guia de campo da Bacia do Recôncavo, NE do Brasil**. Boletim de Geociências Petrobrás,13. 2005, p.301-334.
21. MCKEE, J. E., WOLF, H. W. **Water Quality Criteria California state Water Resources Control Board**. 1966. 547.
22. MEDEIROS, R.A.; PONTE, F.C.. **Roteiro geológico da Bacia do Recôncavo, Bahia**. PETROBRAS/SEPES/DIVEN/ Setor de Ensino na Bahia. 1981, 63p.
23. MILANI, E. J. **Aspectos da evolução tectônica das bacias do Recôncavo e Tucano Sul, Bahia, Brasil**. **Ciência-Técnica-Petróleo**. Seção: Exploração de Petróleo. Rio de Janeiro. Petrobrás/Cenpes. v. 19. 1987, 61p.
24. MILHOMEM, P. S.; MAMAN, E. J.; OLIVEIRA, F. M.; CARVALHO, M. S. S.; LIMA, W.S.. **Bacias Sedimentares Brasileiras: Bacia do Recôncavo**. Fundação Paleontológica Phoenix, 2003, ano 5, n. 51 .
25. OLDENBURG, D. W. **The interpretation of direct current resistivity measurements**, **Geophysics**, 43: 610 -625. 1978.

26. ORELLANA, E. *Prospeccion Geoelectrica por campos variables*. Madrid, Ed. Paraninfo, Biblioteca Tecnica Philips. 1972, 523 p.
27. PETRI, S. **Foraminíferos e o ambiente de deposição dos sedimentos do Mioceno do Recôncavo Baiano**. Revista Brasileira de Geociências, São Paulo, v. 2, n. 1. 1972, p. 51-67.
28. PERH - Plano Estadual de Recursos Hídricos. **Superintendência de Recursos Hídricos**. Bahia, 2004.
29. PETROBRÁS. **Mapa Geológico da Bacia do Recôncavo Norte**. Bahia, 19--.
30. PIPER, A. M. **A Graphic Procedure in the Geochemical Interpretation of Water Analysis**. Am. Trans. Geophysical Union, 1944, 25: 914 - 923.
31. PROJETO RADAM-BRASIL. **Levantamento de Recursos Naturais**. Volume 24 – Folha SD 24/25, Salvador. 1981, MME.
32. PROJETO RADAM-BRASIL. **Potencial dos Recursos Hídricos**. Volume 24 – Folha SD 24, Salvador. 1999, MME
33. REYNOLDS, J. M. **An Introduction to Applied and Environmental Geophysics**. JohnWiley & Sons. Inglaterra. 1997, 796p.
34. SILVA, O.B., CAIXETA, J.M., MILHOMEM, P.S., KOSIN, M.D. **Bacia do Recôncavo**. Boletim de Geociências da PETROBRAS, Rio de Janeiro. v.15, n.2: 2007, p. 423.431.
35. SOMAR METEOROLOGIA. **TempoAgora**. Disponível em: <<http://www.tempoagora.com.br/previsaodotempo.html/brasil/EntreRios-BA/>>. Acesso em: 31 maio, 2012.
36. STIFF, H. A. **The Interpretation of Chemical Water Analysis by Means of Patterns**. *Journal of Petroleum Technology*, V. 3, nº 10. 1951, 15 -17 p.

37. TELFORD, W.M., GELDART, L.P., SHERIFF, R.E. **Applied Geophysics**. New York: Cambridge University Press, 1990, 770 p.
38. VIANA, C. F., GAMA JR, E.G., SIMÕES, L.A, FONSECA, J.R., ALVES, R.J.. **Revisões estratigráficas da Bacia do Recôncavo – Tucano**. Relatório interno 1381. Salvador Petrobrás/Direx,1971.
39. WARD, S. H. **Resistivity and Induced Polarization Methods. USA. Investigaions in Gophysics no 5. Geotechnical and Environmental Geophysics**. Editora Stanley H. Ward, V.I. 1990, p147-189.

ANEXOS

- Fichas de Campo das SEV-2, SEV-3, SEV-4 e SEV-5, respectivamente.

EST.: Estação

AB/2: Abertura dos eletrodos em relação ao eletrodo central (vide figura 7.3)

MN/2: Abertura dos eletrodos em relação ao eletrodo central (vide figura 7.3)

ρ : resistividade

: Número da leitura no aparelho

UNIVERSIDADE FEDERAL DA BAHIA
CENTRO DE PESQUISA EM GEOFÍSICA E GEOLOGIA
 FICHA DE SONDAGEM ELÉTRICA

EST.	AB/2(m)	MN/2(m)	$\rho(\text{Ohm.m})$	#
1	1,0	0,5	336,689	1281
2	2,0	0,5	365,794	1282
3	3,0	0,5	505,941	1283
4	4,0	0,5	640,905	1284
5	5,0	0,5	774,173	1285
6	6,0	0,5	869,275	1286
7	8,0	0,5	969,516	1287
8	10,0	0,5	1008,548	1288
9	15,0	0,5	896,992	1289
10	15,0	2,5	944,684	1290
11	20,0	0,5	679,499	1291
12	20,0	0,5	706,756	1292
13	30,0	2,5	437,601	1293
14	40,0	2,5	296,928	1294
15	40,0	2,5	314,447	1295
16	50,0	10,0	208,649	1296
17	50,0	2,5	220,765	1297
18	60,0	10,0	177,846	1298
19	80,0	10,0	117,196	1299
20	100,0	10,0	70,036	1300
21	150,0	10,0	41,720	1302
22	200,0	10,0	70,957	1304
23	200,0	50,0	47,015	1305
24	250,0	10,0	183,069	1306
25	250,0	50,0	51,359	1307
26	300,0	50,0	11,772	1308
27	400,0	50,0	10,790	1309
28	500,0	50,0		

Local/Área: Entre Rios - Escola Experimental UFBA	Linha: 1
Projeto: TFG	Linha: SEV2ER
Operador: Susana/Eduardo	Data: 13/03/12
Coordenada UTM: 0595339 E/ 8681370 N	

UNIVERSIDADE FEDERAL DA BAHIA
CENTRO DE PESQUISA EM GEOFÍSICA E GEOLOGIA
 FICHA DE SONDAGEM ELÉTRICA

EST.	AB/2(m)	MN/2(m)	$\rho(\text{Ohm.m})$	#
1	1,0	0,5	18,413	1311
2	2,0	0,5	7,939	1312
3	3,0	0,5	6,201	1313
4	4,0	0,5	7,825	1314
5	5,0	0,5	9,652	1315
6	6,0	0,5	14,831	1316
7	8,0	0,5	12,911	1317
8	10,0	0,5	16,886	1318
9	15,0	0,5	27,052	1319
10	15,0	2,5	20,019	1321
11	20,0	0,5	44,175	1322
12	20,0	0,5	23,989	1324
13	30,0	2,5	23,662	1325
14	40,0	2,5	23,929	1326
15	40,0	10,0	19,663	1327
16	50,0	2,5	39,948	1328
17	50,0	10,0	24,176	1329
18	60,0	10,0	17,905	1330
19	80,0	10,0	18,684	1331
19	80,0	10,0	17,793	1332
20	100,0	10,0	17,786	1335
20	100,0	10,0	15,880	1334
21	150,0	10,0	13,824	1336
22	200,0	10,0	104,285	1337
22	200,0	10,0	161,580	1338
22	200,0	10,0	111,344	1339
23	200,0	50,0	70,414	1340
23	200,0	50,0	66,340	1341
24	250,0	10,0	22,659	1342
24	250,0	10,0	20,063	1343
25	250,0	50,0	19,986	1344
26	300,0	50,0	13,179	1345
26	300,0	50,0	17,985	1346
27	400,0	50,0	2,828	1349
28	500,0	50,0	78,837	1350
28	500,0	50,0	68,451	1351
Local/Área: Entre Rios - Escola Experimental UFBA			Linha: 2	
Projeto: TFG			Linha: SEV3ER	
Operador: Eduardo/Fabiane			Data: 13/03/12	
Coordenada UTM: 0596665 E/ 8681791 N				

UNIVERSIDADE FEDERAL DA BAHIA
CENTRO DE PESQUISA EM GEOFÍSICA E GEOLOGIA
 FICHA DE SONDAGEM ELÉTRICA

EST.	AB/2(m)	MN/2(m)	$\rho(\text{Ohm.m})$	#
1	1,0	0,5	475,517	1352
2	2,0	0,5	742,778	1353
3	3,0	0,5	872,764	1354
4	4,0	0,5	944,786	1355
5	5,0	0,5	984,308	1356
6	6,0	0,5	1011,951	1357
7	8,0	0,5	1050,064	1358
8	10,0	0,5	986,414	1359
9	15,0	0,5	839,928	1360
10	15,0	2,5	933,357	1361
11	20,0	0,5	719,073	1362
12	20,0	0,5	799,921	1363
13	30,0	2,5	566,684	1364
14	40,0	2,5	411,445	1365
15	40,0	2,5	423,892	1366
16	50,0	10,0	297,611	1367
17	50,0	2,5	303,062	1368
18	60,0	10,0	241,088	1369
19	80,0	10,0	139,543	1370
20	100,0	10,0	88,473	1371
21	150,0	10,0	23,290	1372
22	200,0	10,0	23,583	1375
23	200,0	50,0	27,267	1376
24	250,0	10,0	11,320	1377
25	250,0	50,0	14,263	1378
26	300,0	50,0	8,425	1379
27	400,0	50,0	6,153	1380
28	500,0	50,0	9,144	1381

Local/Área: Entre Rios - Escola Experimental UFBA	Linha: 3
Projeto: TFG	Linha: SEV4ER
Operador: Eduardo/ Fabiane	Data: 14/03/12
Coordenador UTM: 0595320 E/ 8681571 N	

UNIVERSIDADE FEDERAL DA BAHIA
CENTRO DE PESQUISA EM GEOFÍSICA E GEOLOGIA
 FICHA DE SONDAGEM ELÉTRICA

EST.	AB/2(m)	MN/2(m)	ρ (Ohm.m)	#
1	1,0	0,5	65,039	1382
2	2,0	0,5	39,696	1383
3	3,0	0,5	27,090	1384
4	4,0	0,5	24,245	1385
5	5,0	0,5	20,126	1386
6	6,0	0,5	19,436	1387
7	8,0	0,5	17,560	1388
8	10,0	0,5	18,172	1389
9	15,0	0,5	12,264	1390
10	15,0	2,5	5,616	1391
11	20,0	0,5	13,800	1392
12	20,0	0,5	9,716	1393
13	30,0	2,5	10,589	1394
14	40,0	2,5	18,166	1395
15	40,0	10,0	8,640	1396
15	40,0	10,0	8,936	1397
16	50,0	2,5	12,599	1398
17	50,0	10,0	10,475	1399
18	60,0	10,0	9,975	1400
19	80,0	10,0	7,814	1402
19	80,0	10,0	19,161	1403
20	100,0	10,0	8,719	1404
21	150,0	10,0	16,152	1405
22	200,0	10,0	20,635	1406
23	200,0	50,0	11,918	1407
24	250,0	10,0	3,777	1408
24	250,0	10,0	3,747	1409
25	250,0	50,0	10,323	1410
26	300,0	50,0	8,524	1411
26	300,0	50,0	3,706	1412
27	400,0	50,0	56,568	1413
27	400,0	50,0	10,965	1414
28	500,0	50,0	52,484	1416
Local/Área: Entre Rios - Escola Experimental UFBA				Linha: 4
Projeto: TFG				Linha: SEV5ER
Operador: Eduardo/ Fabiane				Data: 14/03/12
Coordenador UTM: 0595320 E/ 8681571 N				