

UNIVERSIDADE FEDERAL DA PARAÍBA
CENTRO DE CIÊNCIAS E TECNOLOGIA
CURSO DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA AGRÍCOLA

AVALIAÇÃO DOS RECURSOS HÍDRICOS E USO DA TERRA NA
BACIA DO ALTO RIO SUCURU, COM BASE EM IMAGENS TM/LANDSAT-5

AUGUSTO FRANCISCO DA SILVA NETO

CAMPINA GRANDE

JUNHO - 1993



S586a Silva Neto, Augusto Francisco da.
Avaliação dos recursos hídricos e uso da terra na bacia do alto rio Sucuru, com base em imagens TM/Landsat-5 / Augusto Francisco da Silva Neto. - Campina Grande, 1993. 155 f.

Dissertação (Mestrado em Engenharia Agrícola) - Universidade Federal da Paraíba, Centro de Ciências e Tecnologia, 1993.
"Orientação: Prof. Dr. Marx Prestes Barbosa, Prof. Maria José dos Santos".
Referências.

1. Irrigação Agrícola. 2. Recursos Hídricos. 3. Irrigação e Drenagem. 4. Uso da Terra. 5. Dissertação - Engenharia Agrícola. I. Barbosa, Marx Prestes. II. Santos, Maria José dos. III. Universidade Federal da Paraíba - Campina Grande (PB). IV. Título

CDU 631.67(043)


AUGUSTO FRANCISCO DA SILVA NETO

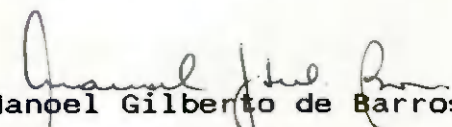
AVALIAÇÃO DOS RECURSOS HÍDRICOS E USO DA TERRA NA
BACIA DO ALTO RIO SUCURU, COM BASE EM IMAGENS TM/LANDSAT-5


Dissertação aprovada em 30/junho/1993

ÁREA DE CONCENTRAÇÃO : IRRIGAÇÃO E DRENAGEM


Marx Prestes Barbosa (Dr.)
Orientador


Athos Ribeiro dos Santos (Dr.)
Componente da Banca Examinadora


Manoel Gilberto de Barros (M.Sc.)
Componente da Banca Examinadora


Maria José dos Santos (Esp.)
Co-Orientadora

CAMPINA GRANDE

JUNHO - 1993

AUGUSTO FRANCISCO DA SILVA NETO

AVALIAÇÃO DOS RECURSOS HÍDRICOS E USO DA TERRA NA
BACIA DO ALTO RIO SUCURU, COM BASE EM IMAGENS TM/LANDSAT-5

Dissertação apresentada ao CURSO DE
MESTRADO EM ENGENHARIA AGRÍCOLA da
Universidade Federal da Paraíba, em
cumprimento às exigências para a
obtenção do Grau de Mestre.

ÁREA DE CONCENTRAÇÃO : IRRIGAÇÃO E DRENAGEM

Dr. Marx Prestes Barbosa

Orientador

Maria José dos Santos

Co-Orientadora

CAMPINA GRANDE

JUNHO - 1993

SUMÁRIO

DEDICATÓRIA	i
AGRADECIMENTOS	ii
FIGURAS	iv
TABELAS	vi
ANEXOS	vii
RESUMO	viii
ABSTRACT	x
CAPÍTULO 1	
INTRODUÇÃO	01
1.1. APRESENTAÇÃO	02
1.2. LOCALIZAÇÃO DA ÁREA	02
1.3. CARACTERÍSTICAS DA ÁREA	02
1.3.1. RELEVO	02
1.3.2. CLIMA	04
1.3.3. VEGETAÇÃO	04
1.3.4. SOLOS	05
1.3.4.1. Solos Pouco Desenvolvidos (Não Hidromórficos) ..	05
1.3.4.2. Solos com Horizonte B textural e Argila de Ati- vidade Alta (Não Hidromórficos).....	06
1.3.4.3. Solos com Horizonte B textural e Argila de Atividade Baixa (Não Hidromórficos)	09

1.3.5. GEOLOGIA	09
1.3.5.1. Prê-Cambriano Indiviso	09
1.3.5.1.1. Complexo Gnâissico-Migmatítico	10
1.3.5.1.2. Rochas Granitóides	10
1.3.5.2. Quaternário	10
1.3.6. RECURSOS HIDRICOS	10
1.3.6.1. Águas Superficiais	10
1.3.6.2. Águas Subterrâneas	11
1.3.6.2.1. Sistema Cristalino	11
1.3.6.2.2. Sistema Aluvial	12
1.3.7. ASPECTOS ECONÔMICOS	12
1.3.7.1. Agricultura	12
1.3.7.2. Pecuária	13
1.3.7.3. Indústria	13
1.3.7.4. Infraestrutura Física	14
1.4. ESTRUTURA FUNDIÁRIA	14
1.5. NATUREZA DO TRABALHO	15
1.5.1. Variável Independente	15
1.5.2. Variável Dependente	15
1.6. OBJETIVO GERAL	15
1.7. ETAPAS DO TRABALHO	16

CAPÍTULO 2

MATERIAIS E MÉTODOS	18
2.1. MATERIAIS	18
2.1.1. BIBLIOGRAFIA	18
2.1.2. PRODUTOS DE SENSORIAMENTO REMOTO	18
2.1.3. FOLHAS TOPOGRÁFICAS	19
2.2. MÉTODOS	20
2.2.1. MÉTODOS DE FOTOINTERPRETAÇÃO	20
2.2.1.1. Método das Chaves Fotointerpretativas	20
2.2.1.2. Método Sistemático	21
2.2.2. TRABALHOS DE RECONHECIMENTO DE CAMPO	24
2.2.2.1. Aspectos Geológicos	24
2.2.2.2. Aspectos de Uso da Terra	25
2.2.2.3. Aspectos dos Recursos Hídricos	25
2.2.3. ANÁLISE DE FRATURAMENTO	26
2.2.3.1. Análise dos Feixes de Fraturas	27
2.2.3.2. Análise Qualitativa dos Fotolineamentos	28
2.2.3.3. Análise Quantitativa dos Fotolineamentos	29
2.2.4. ANÁLISE DO USO DA TERRA	29
2.2.5. ANÁLISE DA DRENAGEM E DOS CORPOS D'ÁGUA	30
2.2.6. ANÁLISE DE TENDÊNCIA DE FLUXO DAS ÁGUAS SUBTERRÂ- NEAS	31
2.2.7. INTEGRAÇÃO DOS DADOS : MAPA INTEGRADO	33

2.2.8. ANÁLISE DOS DADOS DE POÇOS PERFURADOS	33
2.2.9. ÁREAS FAVORÁVEIS À PESQUISA DE ÁGUA SUBTERRÂNEA ..	34

CAPÍTULO 3

CARACTERÍSTICAS DOS PRODUTOS DE SENSORIAMENTO REMOTO UTILIZADOS : IMAGENS TM / LANDSAT-5	40
3.1. ASPECTOS GERAIS	40
3.2. O SISTEMA TM/LANDSAT-5	45

CAPÍTULO 4

REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	48
4.1. USO DA TERRA E RECURSOS HÍDRICOS	50
4.1.1. RECURSOS HÍDRICOS SUPERFICIAIS	65
4.1.2. RECURSOS HÍDRICOS SUBTERRÂNEOS	67

CAPÍTULO 5

RESULTADOS	75
5.1. GEOLOGIA	75
5.1.1. PRÉ-CAMBRIANO INDIVISO	75
5.1.1.1. Características Fotogeológicas do Embasamento Cristalino	75
5.1.1.1.1. Caracterização Morfológica	75
5.1.1.1.2. Diferenciação das Tonalidades de Nível de Cinza	77

5.1.2. QUATERNÁRIO	77
5.2. ANÁLISE DE FRATURAMENTO	77
5.2.1. ANÁLISE QUANTITATIVA DOS FOTOLINEAMENTOS	80
5.2.2. ANÁLISE QUALITATIVA DOS FOTOLINEAMENTOS	82
5.3. ANÁLISE DA ASSIMETRIA DA REDE DE DRENAGEM E DO RELEVO	90
5.4. ÁREAS FAVORÁVEIS À PESQUISA DE ÁGUA SUBTERRÂNEA	92
5.4.1. ELEMENTOS ESTRUTURAIS ABERTOS	93
5.4.2. ELEMENTOS ESTRUTURAIS HÍBRIDOS	94
5.5. USO DA TERRA	97
5.5.1. CLASSE DE USO AGRÍCOLA	97
5.5.1.1. Sub-classe das Propriedades de Grande Porte	98
5.5.1.2. Sub-classe das Propriedades de Médio Porte	98
5.5.1.3. Sub-classe das Propriedades de Pequeno Porte	99
5.5.2. CLASSE DE VEGETAÇÃO NATURAL	101
5.6. DRENAGEM E CORPOS D'ÁGUA	102
5.6.1. DRENAGEM	102
5.6.1.1. Análise Qualitativa	102
5.6.1.2. Análise Quantitativa	103
5.6.2. CORPOS D'ÁGUA	103
5.7. ANÁLISE TEMPORAL	104
5.8. INTEGRAÇÃO DOS DADOS	106

CAPÍTULO 6

CONCLUSÕES 111

CAPÍTULO 7

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS 115

ANEXOS 126

À Augusto Francisco da S. Filho e Zélia Braz
Vieira da Silva (meus pais), João Vieira de Mello (in memória) e
Severina Braz Vieira (meus avós) e meus irmãos Zélia Filha e
João Neto.

AGRADECIMENTOS

"A Deus" por me proporcionar fê e confiança de vitória em tudo que faço na vida.

Ao Dr. Marx Prestes Barbosa, pelo seu total empenho dedicado durante a realização deste trabalho, sem jamais apresentar qualquer impecilho.

A professora Maria Josê dos Santos pela total atenção, confiança e importante orientação necessària ao desenvolvimento do trabalho.

À Associação Técnico Científica Ernesto Luiz de Oliveira Jr.(ATECEL), na pessoa do professor Manuel Gilberto de Barros, pelo apoio financeiro para a realização do trabalho de campo.

À Universidade Federal da Paraíba, ao Departamento de Engenharia Agrícola, ao Instituto de Pesquisas Espaciais (INPE) e ao Laboratôrio de Meteorologia, Recursos Hídricos e Sensoriamento Remoto (LMRS) que forneceram as condições técnicas e materiais necessàrias ao desenvolvimento deste trabalho.

Aos engenheiros José Eustáquio R. Queiroz, Florisvaldo X. Guedes, M. de Fátima Fernandes, Hamilcar F. Almeida, Alberto D. Peixoto, cartógrafo Miguel da Silva, desenhista Davi de O. Santos e às estagiárias Suely Barreto e Renata Motta, que muito contribuam na elaboração deste trabalho.

A Walkíria Severo pelo incentivo, carinho e compreensão em todos os momentos.

Aos professores e funcionários do do Departamento de Engenharia Agrícola, onde sempre recebi o apoio necessário para desenvolver meus trabalhos.

Aos coordenadores, aos técnicos e aos funcionários do Laboratório de Meteorologia, Recursos Hídricos e Sensoriamento Remoto, pelo apoio na elaboração deste trabalho.

Aos colegas de curso : Josivanda, Rossana, Lígia, Alexandre, Jemil, José Aécio, Kennedy, Manuel e João Batista.

À CAPES pelo apoio financeiro durante 30 meses.

A Arilena Cirino pelo incentivo para que este mestrado fosse realizado no LMRS.

Enfim, a todas aquelas pessoas que de uma forma ou de de outra, contribuam para a realização deste trabalho.

FIGURAS

FIGURA 1.1. Localização da área de estudo	03
FIGURA 2.1. Propriedades que caracterizam as formas da drenagem e do relevo	23
FIGURA 2.2. Drenagem fracamente assimétrica "A" e drenagem fortemente assimétrica "B"	32
FIGURA 2.3. O plano de declividade estrutural (zona homóloga A) forma um ângulo baixo com a linha horizontal (h), pois o relevo é fortemente assimétrico	32
FIGURA 2.4. Exemplo esquemático de delimitação de áreas favoráveis à pesquisa de água subterrânea ...	39
FIGURA 3.1. Características espectrais das principais fontes de energia eletromagnéticas, efeitos atmosféricos e sistemas sensores	40
FIGURA 3.2. Modelo de Sensoriamento Remoto com registro da reflexão da radiação solar por alvos sobre a superfície da Terra e inclusão de efeitos atmosféricos	41
FIGURA 3.3. Curvas típicas de reflectância espectral para os principais alvos da superfície terrestre : solo, água e vegetação	41
FIGURA 3.4. Inclinação da órbita de um satélite	44

FIGURA 3.5. Sistema TM/LANDSAT e características de varredura sensor	45
FIGURA 4.1. Área de localização do Anteprojeto Cariris no Programa Estadual de Irrigação	58
FIGURA 5.1. Representação do Modelo da Zona de Cisalhamento de RIEDEL (1929)	85
FIGURA 5.2. Sistema de Fraturas da Zona de Cisalhamento Proposto por SADOWSKI (1983)	86

TABELAS

TABELA 2.1. Principais características dos produtos fotográficos TM/LANDSAT-5	19
TABELA 2.2. Estruturas e combinações segundo ordem de prioridade	37
TABELA 4.1. Níveis de classificação para o uso da terra segundo a escala do produto fotográfico	51
TABELA 4.2. Diretrizes para interpretar a qualidade da água para irrigação	60
TABELA 4.3. Guia de qualidade de água para gados e aves .	61
TABELA 4.4. Elementos de fotoanálise e significado geológico associado nas imagens	69
TABELA 5.1. Relação entre as direções de foliação das rochas do embasamento cristalino e as direções do fraturamento definidas na Bacia do Alto Rio Sucuru	76
TABELA 5.2. Quantidade e frequência de fraturas (imagem/campo)	83
TABELA 5.3. Dimensões de áreas possíveis de irrigação com a vazão média dos poços profundos na Bacia do Alto Rio Sucuru	109

ANEXOS

ANEXO 2.1. Mapa de caminhamento	127
ANEXO 2.2. Tabela : "Aspectos da Infraestrutura e Atividades Agrícolas Desenvolvidas nas Propriedades Rurais da Bacia do Alto Rio Sucuru"	128
ANEXO 2.3. Mapa de feixes de fraturas	132
ANEXO 2.4. Mapa de uso da terra com base em imagens TM/LANDSAT-5 de 10/12/1984	133
ANEXO 2.5. Mapa de uso da terra com base em imagens TM/LANDSAT-5 de 18/07/1990	134
ANEXO 2.6. Mapa da rede de drenagem e corpos d'água com base em imagens TM/LANDSAT-5 de 10/12/1984 ...	135
ANEXO 2.7. Mapa da rede de drenagem, dos corpos d'água e das linhas de tendência de fluxo das águas subterrâneas, com base em imagens TM/LANDSAT-5 de 18/07/1990	136
ANEXO 2.8. Mapa integrado : Áreas favoráveis à pesquisa de água subterrânea	137
ANEXO 5.1. Mapa de lineamentos estruturais	138
ANEXO 5.2. Mapa dos eixos de máximos de frequência de fraturas	139
ANEXO 5.3. Cadastro dos poços profundos na Bacia do Alto Rio Sucuru	140

RESUMO

No presente trabalho, realizado com base em imagens TM/LANDSAT-5 de 1984 e 1990, executou-se um levantamento do uso atual da terra, da drenagem e dos açudes e um estudo geológico-estrutural para se delimitar áreas favoráveis à pesquisa de água subterrânea. Para tanto, aplicou-se uma sistemática de interpretação de dados de baixa resolução espacial, com base em imagens TM/LANDSAT-5. Como resultados, foram definidas duas classes de uso da terra: a classe de Uso Agrícola, onde foram identificadas propriedades de grande porte (>300ha), com intensa atividade agropecuária; propriedades de médio porte (30-300ha), com atividade agrícola diversificada e propriedades de pequeno porte (<30ha), onde predominam atividades de subsistência e a classe Vegetação Natural. A análise da drenagem mostrou que esta possui padrão dendrítico, de forte controle estrutural, caracterizando as rochas pré-cambrianas do Embasamento Cristalino. Em termos de corpos d'água, foram considerados os açudes de Sumê e São Paulo, como "açudes de grande porte". Foram destacados 6 "açudes de médio porte" e 198 "açudes de pequeno porte". A análise temporal mostrou que houve uma expansão das propriedades de grande porte, resultante da incorporação de áreas antes ocupadas pela vegetação natural. Registrou-se a construção de 1 açude de grande porte, 1 de médio porte e 75 de pequeno porte. Na imagem de 1984 todos os açudes estavam cheios, fato não observado na imagem de 1990, apesar do índice pluviométrico ter sido acima da média na região.

No estudo do fraturamento do Embasamento Cristalino foram definidas 8 direções, que ao serem analisadas qualitativa e quantitativamente, mostraram que os falhamentos definidos são contemporâneos, de idade muito antiga e de caráter poliativo. Identificou-se também duas zonas de cisalhamento na região, sendo uma de caráter dextral de direção geral EW, paralela a sub-paralela aos lineamentos de Patos e de Pernambuco e outra de caráter sinistral de direção próxima a N60°W. Foram identificadas 13 áreas favoráveis à pesquisa de água subterrânea, estando relacionadas a cruzamentos de estruturas abertas e híbridas, como juntas e falhas. A integração dos dados mostrou que a construção de novos açudes deve ser desestimulada, priorizando-se a perfuração de poços profundos e/ou amazonas. Em termos de irrigação, a utilização das águas subterrâneas apresenta restrições devido sua qualidade e a baixa vazão dos poços, porém quase sempre são adequadas para o consumo animal e imprestáveis ao consumo humano.

ABSTRACT

In the present work, based on 1984 - and 1990 - TM / LANDSAT-5 imagery, it was accomplished a land use, a drainage and water reservoirs survey, as well as a structural geologic study of the test area. This geological study was made to delimit areas most favorable to ground water research.

Two great land use classes were defined: an Agricultural Use Class, subdivided into three subclasses corresponding with large-size properties (>300ha), medium-size properties (>30ha and <300ha) and small-size properties (<30ha); and a Natural Vegetation Class. The drainage analysis defined a dendritic, strong structural control drainage, characterizing Precambrian rocks of the Crystalline Basement. Regarding to water bodies, the public dam - Sumé and the private dam - São Paulo, were considered as large-size dams. Also 6 medium-size dams and 198 small-size dams were detected.

Temporal analysis has shown an expansion of the large-size properties, due to the incorporation of many areas previously occupied by natural vegetation. Concerning the dams, one large-size dam, one medium-size dam and 75 small-size dams were builded.

All dams were completely full on 1984 - but not on 1990 imagery, despite the pluviometer precipitation above the average.

According to the qualitative and quantitative analysis accomplished by the fracture study of the Crystalline Basement, 8 directions of fracturing were defined. The faults defined here are contemporary, very old and polyactive. Further two shear zones were identified. The first, right-handed, EW direction, is parallel-subparallel to the lineaments of Patos and Pernambuco. The other, close to N60°W direction, is left-handed. Thirteen areas most favourable to ground water research were identified. They are related to opened and hybrid structure crossings, such as fracture sheaves and lineaments.

The integrated analysis of the data considered in this work has shown that well building must be stimulated, but not dam building. Concerning to irrigation, groundwater use is restricted by water quality and low discharge in the wells. For human supply its use is not suitable, but in general it is adequate for the animal supply.

CAPÍTULO 1

INTRODUÇÃO

1.1. APRESENTAÇÃO

A Bacia do Alto Rio Sucuru representa uma parcela significativa da Bacia do Alto Rio Paraíba. No Plano Diretor proposto em 1984 pelo Governo do Estado da Paraíba para a Bacia do Alto Rio Paraíba, a alternativa apresentada para o manejo de recursos hídricos na implantação de Projetos de Irrigação, está voltada unicamente para o uso das águas superficiais e a análise de fotografias aéreas está voltada para o levantamento de solos, para o inventário dos açudes existentes e para os estudos hidrológicos superficiais.

Quanto ao estudo das águas subterrâneas, a metodologia indicada no referido Plano Diretor, prevê somente o uso dos dados disponíveis dos poços profundos existentes na área e o levantamento de campo se restringe à verificação da qualidade da água. Desta forma nenhum estudo pormenorizado sobre a potencialidade hídrica subterrânea da região foi previsto.

O presente trabalho apresenta os resultados obtidos pelo autor sobre o uso da terra e os recursos hídricos subterrâneos e superficiais na Bacia do Alto Rio Sucuru, baseados na interpretação visual das imagens TM/LANDSAT-5 nas pesquisas de campo, como um importante subsídio para a adoção de medidas que

possam contribuir na solução de problemas tais como o da escassez de água para os usos doméstico, animal e irrigação, que assolam com frequência a região de estudo.

1.2. LOCALIZAÇÃO DA ÁREA.

A área de estudo com aproximadamente 981,2 Km², está localizada no semi-árido paraibano, na Microrregião dos Cariris Velhos (MRH 96) e engloba total ou parcialmente os municípios de Sumé, Prata, Monteiro e Ouro Velho.

Os seus limites estão compreendidos pelos paralelos 7°28' e 7°50' de latitude sul, pelos meridianos 37°13' e 36°49' de longitude oeste e pela divisa dos Estados da Paraíba e Pernambuco a oeste (FIGURA 1.1.).

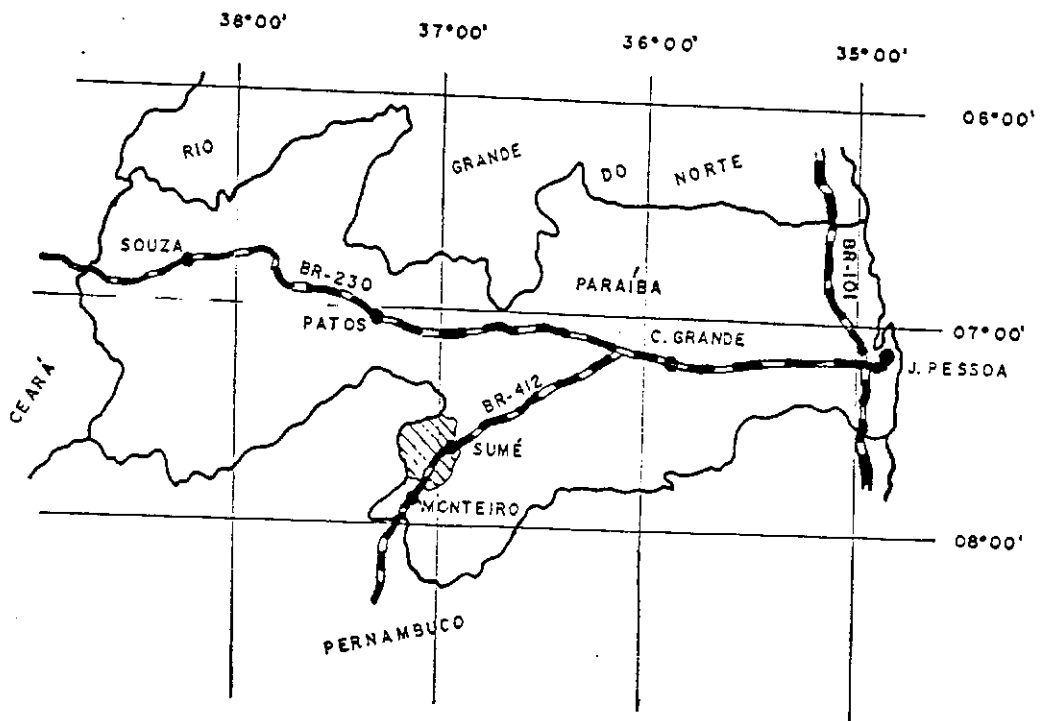
1.3. CARACTERÍSTICAS DA ÁREA.

1.3.1. RELEVO.

A região de estudo apresenta duas unidades geomorfológicas:

1. A primeira está representada por um relevo suave ondulado e ondulado, que predomina na maior parte da área;

2. A segunda, de caráter restrito, está representada por um relevo de ondulado a montanhoso ao norte e a sudeste da área, caracterizado pela ocorrência de cristalinós elevados,



ESCALA - 1:4.000.000

LEGENDA



-  - RODOVIAS
-  - CIDADE
-  - ÁREA DE ESTUDO

Figura 1.1. Localização da área de estudo.

incluindo maciços residuais e inselbergues (BRASIL, 1972). As altitudes variam de 500 metros na região de Sumé a mais de 900 m na serra dos Cariris Velhos. Segundo CRANDALL (1910), a altitude média da região está em torno de 500 metros.

1.3.2. CLIMA.

De acordo com a Classificação de Gaussen, o clima predominante na área é do tipo 4aTh (tropical quente de seca acentuada). Esta faixa semi-árida apresenta um índice xerotérmico entre 150 e 200 com um período seco variando de 7 a 8 meses e uma precipitação média anual de aproximadamente 500 mm (BRASIL, 1972). A temperatura média anual é de 24°C, sendo que a evapotranspiração potencial média anual está em torno dos 1200 mm com uma deficiência hídrica anual de 750 mm (PARAIBA, 1980).

De acordo com a classificação de Koppen (BRASIL, 1972), o clima predominante na região é do tipo Bsh (semi-árido quente), precipitações médias anuais muito baixas, em torno de 400 mm, com uma estação seca que pode atingir até 11 meses.

1.3.3. VEGETAÇÃO.

Segundo (BRASIL, 1972), na região de estudo predomina a caatinga hiperxerófila. Esta vegetação no conjunto tem porte arbóreo baixo ou arbóreo arbustivo, apresentando uma densidade alta, exceto em alguns trechos já devastados pelo homem ou de solos muito degradados. Destacam-se como características desta

área as seguintes espécies: pereiro (*Aspidos-perma pyrofolium Mart - Apocynaceae*), quixabeira - *Bumelia sertorum Mart - Sapota-ceae*), xique-xique (*Pilocereus gounellei Weber - Cactaceae*), aroeira (*Astronium urundeuva Engl - Anacardiaceae*), braúna (*Schinopsis brasiliensis Engl - Anacardiaceae*), mandacaru (*Cerus jamacaru DC. - Cactaceae*), marmeleiro (*Croton sp - Euphorbiace-ae*), sendo a concentração de cactáceas e bromiláceas relativamen-te baixa . A vegetação natural é explorada na pecuária extensiva, na produção de lenha, no fabrico de carvão vegetal e na explora-ção de madeira para construção.

1.3.4. SOLOS

Segundo BRASIL (1972), os solos de maior ocorrência na área de estudo apresentam-se com boa fertilidade natural, ha-vendo limitações no que diz respeito à profundidade agricultável, predominando as seguintes associações:

1.3.4.1. Solos Pouco Desenvolvidos (Não Hidromórficos)

Re18 - Associação complexa de: SOLOS LITÓLICOS EUTRÔ-FICOS com A fraco textura arenosa e/ou média fase pedregosa e rochosa caatinga hiperxerófila relevo forte ondulado e montanhoso substrato gnáisse e granito e AFLORAMENTOS DE ROCHA.

Os solos que compõem esta associação encontram-se dis-seminados em quase toda a área de estudo, relacionados com tre-chos de relevo fortemente ondulado a montanhoso (serras e insel-

bergues), ocorrendo na região de estudo principalmente nos municípios de Sumé e Monteiro, em pequenas áreas e de maneira intrincada, sendo difícil estimar a proporção dos seus componentes.

Não são encontradas inclusões de outras unidades que mereçam destaque.

REe5 - Associação de: REGOSOL EUTRÓFICO com fragipan fase caatinga hiperxerófila relevo suave ondulado e ondulado e SOLOS LITÓLICOS EUTRÓFICOS com A fraco textura arenosa e/ou média fase pedregosa e rochosa caatinga hiperxerófila relevo ondulado substrato gnáisse e granito e AFLORAMENTOS DE ROCHA.

Esta associação ocorre na Zona da Borborema Central em duas áreas que ocupam parte dos municípios de Sumé, Serra Branca e São José dos Cordeiros.

Destacam-se inclusões em diminutas áreas de: SOLONETZ SOLODIZADO (textura média fase caatinga hiperxerófila relevo plano e suave ondulado); e PLANOSOL SOLODIZADO (com A fraco fase caatinga hiperxerófila relevo plano e suave ondulado).

1.3.4.2. Solos com Horizonte B textural e Argila de Atividade Alta (Não Hidromórficos).

NC1 - Associação de: BRUNO NÃO CÁLCICO fase pedregosa caatinga hiperxerófila relevo suave ondulado e SOLOS LITÓLICOS EUTRÓFICOS com A fraco textura arenosa e/ou média fase pedregosa e rochosa caatinga hiperxerófila relevo ondulado substrato gnáiss-

se e granito.

Esta associação abrange extensa área do Estado, ocorrendo na Zona da Borborema Central envolvendo, total ou parcialmente, os municípios de Ouro Velho, Prata, Sumé e Monteiro.

As mais importantes ocorrências de outras unidades nesta área são: SOLONETZ SOLODIZADO textura indiscriminada fase caatinga hiperxerófila relevo plano ; SOLOS ALUVIAIS EUTRÓFICOS textura indiscriminada fase caatinga hiperxerófila relevo plano ; BRUNO NÃO CÁLCICO VÉRTICO fase pedregosa caatinga hiperxerófila relevo suave ondulado ; PODZÓLICO VERMELHO AMARELO EQUIVALENTE EUTRÓFICO raso textura média cascalhenta fase caatinga hiperxerófila relevo ondulado e SOLOS LITÓLICOS EUTRÓFICOS com A fraco textura média fase pedregosa e rochosa caatinga hiperxerófila relevo suave ondulado e ondulado substrato filito e xisto.

NC7 - Associação de: BRUNO NÃO CÁLCICO VÉRTICO (fase pedregosa caatinga hiperxerófila relevo suave ondulado e SOLOS LITÓLICOS com A fraco textura arenosa e/ou média fase pedregosa e rochosa caatinga hiperxerófila relevo suave ondulado e ondulado substrato gnáisse e granito. Esta associação ocorre na porção central do Estado em parcelas bastante amplas, relacionadas com a Zona da Borborema Central e abrangendo total ou parcialmente os municípios da região de estudo.

As inclusões mais importantes são as seguintes : SOLO-

NETZ SOLODIZADO textura indiscriminada fase caatinga hiperxerófila relevo plano ; VERTISOL fase pedregosa caatinga hiperxerófila relevo suave ondulado ; SOLOS ALUVIAIS EUTRÓFICOS textura indiscriminada fase caatinga hiperxerófila relevo plano ; REGOSOL EUTRÓFICO com fragipan fase caatinga hiperxerofila relevo suave ondulado ; BRUNO NÃO CÁLCICO fase pedregosa caatinga hiperxerófila relevo suave ondulado e AFLORAMENTO DE ROCHAS.

NC10 - Associação de: BRUNO NÃO CÁLCICO VÉRTICO (fase pedregosa caatinga hiperxerófila relevo suave ondulado e VERTISOL fase pedregosa caatinga hiperxerófila relevo suave ondulado e SOLOS LITÓLICOS EUTRÓFICOS com A fraco textura arenosa e/ou média fase pedregosa e rochosa caatinga hiperxerófila relevo suave ondulado e ondulado substrato gnáisse e granito.

Esta associação preenche a maior parte da Zona da Borborema Central (Região dos Cariris Velhos), abrangendo total ou parcialmente os municípios de Sumé, São José dos Cordeiros, Serra Branca, Congo e Camalaú.

São frequentes inclusões na área, em pequenas parcelas de: SOLONETZ SOLODIZADO textura indiscriminada fase caatinga hiperxerófila relevo plano e SOLOS ALUVIAIS EUTRÓFICOS textura indiscriminada fase caatinga hiperxerófila relevo plano.

1.3.4.3. Solos com Horizonte B textural e Argila de Atividade Baixa (Não Hidromórficos).

PE6 - Associação de: **PODZÓLICO VERMELHO AMARELO EQUIVALENTE EUTRÓFICO** textura média cascalhenta fase caatinga hipoxerófila relevo ondulado e **SOLOS LITÓLICOS EUTRÓFICOS** com A fraco textura arenosa e/ou média fase pedregosa e rochosa caatinga hipoxerófila relevo ondulado e forte ondulado substrato gnáissese e granito e **AFLORAMENTOS DE ROCHA**.

Esta associação ocorre em pequenas áreas nos municípios de Prata e Monteiro.

Observam-se na área pequenas ocorrências das unidades: **PODZÓLICO VERMELHO AMARELO EQUIVALENTE EUTRÓFICO** orto fase caatinga hipoxerófila relevo ondulado e **REGOSOL EUTRÓFICO** com fragipan fase caatinga hipoxerófila relevo suave ondulado.

1.3.5. GEOLOGIA

A área de estudo engloba rochas do Pré-Cambriano Indiviso e do Quaternário e está localizada entre as zonas de cisalhamento de Patos e de Pernambuco, nos limites da Província da Borborema, mais precisamente no sistema de Dobramentos Pajeú-Paraíba (DANTAS & CAULA, 1982).

1.3.5.1. Pré-Cambriano Indiviso

1.3.5.1.1. Complexo Gnáissico-Migmatítico

Distribui-se largamente por toda a região de estudo, onde predominam rochas de alto grau metamórfico como gnáisses,

migmatitos e granitóides, além de faixas de calcáreo cristalino (DANTAS & CAULA, op. cit.).

1.3.5.1.2. Rochas Granitóides

Segundo DANTAS e CAULA (op. cit.), as rochas granitóides ocorrem encaixadas no Complexo Gnaíssico-Migmatítico e mostram na maioria das vezes um contato gradativo com as encaixantes e constituem corpos elipsóidais de formas irregulares, com dimensões variadas. Dentre estes corpos, destaca-se o batólito de Itapetim ao norte da região de estudo, representado por granitos médios e grosseiros de coloração cinza clara.

1.3.5.2. QUATERNÁRIO

As ocorrências das aluviões são praticamente restritas às faixas que margeiam os rios e os riachos, estando representadas basicamente por diferentes tipos de areias e cascalhos do Quaternário (DANTAS & CAULA, op. cit.).

1.3.6. RECURSOS HÍDRICOS

1.3.6.1. Aguas Superficiais

A área de estudo compreende a bacia do Alto Rio Sucuru, que associada as bacias de Monteiro ou do Meio e Umbuzeiro, formam o sistema do Alto Rio Paraíba (PARAÍBA, 1983)

Devido ao regime pluviométrico a que estão submetidos e às condições geológicas regionais, os rios apresentam um caráter

intermitente onde sucedem períodos de escoamentos significantes e longos períodos de estiagem com vazão nula.

O aproveitamento dos volumes escoados ocorre através da implantação de açudes e em relação à capacidade de armazenamento d'água destes. Merecem destaque os seguintes açudes na região de estudo: Sumé, Cinco Vacas, Prata II e São Paulo.

1.3.6.2. **Águas Subterrâneas**

Na região de estudo podem-se distinguir dois sistemas: o *Cristalino* e o *Aluvial*.

1.3.6.2.1. **Sistema Cristalino**

Em se tratando de rochas cristalinas pode-se considerar que a porosidade e a permeabilidade destas são nulas. Desta forma o estudo principal deste tipo de rocha, deve estar voltado para o levantamento de fraturas, identificando-se as principais áreas de ocorrências de fraturas abertas e suas origens, como modo de se identificar as áreas mais propícias à pesquisa de água subterrânea.

Nas áreas cristalinas é importante o estudo do binômio "tipo de rocha - tectonismo, na formação de zonas de fraturas", como é o caso da região semi-árida nordestina, REBOUÇAS (1975).

Segundo ALBUQUERQUE (1984), a região de estudo apresenta em seus poços profundos uma vazão específica média em 30%

maior que a média verificada na Bacia do Rio Piranhas, parecendo isto significar que o fraturamento na Bacia do Rio Paraíba é mais aberto e interligado.

1.3.6.2.2. Sistema Aluvial

As reservas de água mais significativas estão associadas às aluviões, principalmente àquelas situadas à jusante dos açudes existentes (PARAIBA,1983).

1.3.7. ASPECTOS ECONÔMICOS.

1.3.7.1. Agricultura

A economia agrícola baseia-se essencialmente nas culturas de milho, feijão, tomate, algodão e sisal e cobrem 87% da área total plantada (IBGE, 1970/80) . Estas culturas são exploradas em regime de sequeiro ou irrigadas, conforme suas necessidades hídricas.

As lavouras de subsistência tais como milho e feijão, geralmente têm sua produção comprometida devido ao deficit hídrico e são sempre plantadas em consórcio entre elas ou com forrageiras, tais como o capim buffel e\ou a palma, alcançando bons índices de produtividade, principalmente quando a estação chuvosa anual é normal.

Atualmente observa-se uma sensível transformação no grau de importância e tipos de culturas exploradas na região. A

ocorrência da praga do bicudo que quase dizimou o algodão na região e a política de preços adotada pelo Governo Federal para a cultura do sisal, refletiu numa redução em suas áreas cultivadas as quais estão sendo substituídas por outras de maior importância econômica, como as culturas do tomate, cenoura e outras hortícolas.

1.3.7.2. Pecuária

A área de estudo apresenta uma pecuária tipicamente extensiva, onde em termos de números de cabeças, destaca-se o rebanho caprino, seguido do bovino e aparecendo em terceiro lugar o ovino e o suíno, enquanto que os rebanhos de equinos, assininos e muares são insignificantes.

O desenvolvimento de atividades para suporte à pecuária, tais como: implantação de reflorestamento com forrageiras, plantio de capineiras, perfuração de poços tubulares e\ou amazonas e a construção de açudes, é restrito na região de estudo devido às políticas agrícolas adotadas pelos Governos Federal e Estadual.

1.3.7.3. Indústria

O segmento industrial é pouco desenvolvido na região dos Cariris Velhos, destacando-se apenas as agroindústrias nos municípios de Sumé e Monteiro para o beneficiamento do tomate, da goiaba e da banana produzidos na própria região.

1.3.7.4. Infraestrutura Física

A região é servida por uma malha composta por rodovias federais, estaduais e municipais, que a interligam com os principais centros de consumo do país.

Todos os municípios da região de estudo estão servidos por um sistema de telecomunicações via DDD, através da EMBRATEL e as sedes dos municípios de Sumé e Monteiro, dispõem de emissoras de rádio difusão.

A eletrificação urbana verifica-se em todos os municípios, sendo que ocorre um grande déficit deste benefício no setor rural .

1.4. ESTRUTURA FUNDIÁRIA

PARAÍBA (1984), afirma a partir de uma análise estatística feita com dados fornecidos pelo INCRA(1976), aplicados à metodologia da Curva de Lorenz e ao Coeficiente de Gini, que ocorre uma elevada concentração da posse da terra na Bacia do Alto Rio Paraíba.

Na parte Alta da Bacia do Rio Paraíba, que contém a região de estudo, o fracionamento da zona rural é bastante elevado, sendo que o tamanho médio dos imóveis até 100 hectares é de apenas 12,71 hectares, representando 94% do número total de imóveis existentes e ocupando apenas 42% da área, indicando a concentração da posse da terra e a presença marcante de minifú-

dios.

1.5. NATUREZA DO TRABALHO

A natureza deste trabalho de pesquisa pode ser considerada como **Pesquisa Aplicada**, tendo em vista as variáveis que serão tratadas:

1.5.1. Variável Independente

O estudo do uso da terra, dos recursos hídricos superficiais e da conformação estrutural das rochas através da interpretação de dados de Sensoriamento Remoto.

1.5.2. Variável Dependente

Aplicação dos dados obtidos da interpretação dos produtos de Sensoriamento Remoto na avaliação dos recursos hídricos superficiais e subterrâneos e do uso da terra na região de estudo.

1.6. OBJETIVO GERAL

Avaliar os recursos hídricos superficiais e subterrâneos e o uso da terra na Bacia do Alto Rio Sucuru, aplicando-se uma sistemática de interpretação de dados de produtos sensores de baixa resolução espacial na escala de 1:100.000.

1.7. ETAPAS DO TRABALHO

Para alcançar o objetivo geral proposto, foram cumprido

das as seguintes etapas:

1 - Confeção de mapas de uso da terra, observando-se: o tamanho das propriedades agrícolas na área de estudo, as áreas de vegetação natural, a drenagem e os corpos d'água, a partir da interpretação dos produtos de Sensoriamento Remoto e trabalhos de verificação em campo.

2 - Confeção do mapa de fotoalinhamento, a partir da análise dos elementos texturais de relevo e drenagem. Nesse mapa também constam os fotoalinhamentos tonais;

3 - Confeção do mapa de fotolineamentos, a partir da extração dos elementos texturais de relevo e drenagem, sobre o qual foram determinadas as direções preferenciais de esforços e definidos os feixes de fraturas e suas correlações;

4 - Confeção dos mapas de isofrequência de fraturas, a partir do tratamento estatístico dos fotolineamentos;

5 - Trabalho de campo para realizar as medidas de fraturas em afloramentos de rochas na região de estudo e para avaliar os mapas de uso da terra;

6 - Confeção do mapa de tendência de fluxo da água subterrânea, a partir da análise detalhada das propriedades da rede de drenagem, tendo como base os produtos de Sensoriamento Remoto e as cartas topográficas na escala de 1:100.000;

7 - Análise dos dados de poços profundos existentes na região de estudo, baseando-se em cadastro fornecido pela Companhia de Desenvolvimento de Recursos Minerais da Paraíba (CDRM);

8 - Confecção do mapa de áreas prioritárias para a pesquisa de águas subterrâneas, a partir da interpretação dos dados dos itens anteriores;

9 - Confecção do texto e dos mapas finais;

CAPÍTULO 2

MATERIAIS E MÉTODOS

2.1. MATERIAIS

No desenvolvimento deste trabalho, foram utilizados os seguintes materiais: dados bibliográficos, produtos de Sensoriamento Remoto e folhas topográficas da SUDENE.

2.1.1. BIBLIOGRAFIA

Foi efetuada uma ampla pesquisa bibliográfica, incluindo consultas a livros e publicações referentes à região de estudo, além de mapas destacando, aspectos regionais e temáticos da área.

2.1.2. PRODUTOS DE SENSORIAMENTO REMOTO

Foram utilizadas as imagens TM ("Thematic Mapper") multi-espectrais obtidas pelo sistema LANDSAT-5 nos canais 3 (visível) e 4 (infravermelho próximo) na escala de 1:100.000, referentes à órbita 215 e ao ponto 65, quadrante C, datadas de 10.DEZ.1984 com elevação solar de 54° e 18.JUL.1990 com elevação solar de 44°.

A Tabela 2.1 mostra as principais características dos produtos fotográficos utilizados.

Tabela 2.1. PRINCIPAIS CARACTERÍSTICAS DOS PRODUTOS FOTOGRÁFICOS.

TM/LANDSAT-5

CARACTERÍSTICAS					
SENSOR	CANAL	Resolução Espacial (Re)	Resolução Espectral (R)	Sistema Sensor	Tipo
TM	3	30m	0,63 - 0,69 (um)	imageador multiespectral	p
	4	30m	0,76 - 0,90 (um)	imageador multiespectral	p

p - passivo

um - micrômetro

2.1.3. FOLHAS TOPOGRÁFICAS

Foram utilizadas as seguintes folhas topográficas da SUDENE, editadas no ano de 1972, na escala 1:100.000:

- . Folha Sumé (SB.24.Z.D.V)
- . Folha Prata (SB.24.Z.D.IV)
- . Folha Juazeirinho (SB.24.Z.D.II)
- . Folha Patos (SB.24.Z.D.I)

2.2. MÉTODOS

No desenvolvimento do presente trabalho foi utilizada a metodologia de análise visual na interpretação das imagens fotográficas.

2.2.1. MÉTODOS DE FOTOINTERPRETAÇÃO

2.2.1.1. Método das Chaves Interpretativas

Segundo BARBOSA (1988) este método caracteriza-se por ser um método empírico e comparativo, que baseia-se no conhecimento prévio de padrões e feições similares, que são confrontados com os existentes na área de estudo.

Os padrões podem ser :

- * **visuais** - comparação entre imagens;
- * **descritivos** - uma feição do uso da terra é descrita em termos de características fotográficas que se pressupõe serem as mesmas para situações de ocupação numa determinada área.

A aplicação deste método requer muitos cuidados para que não ocorra uma análise enganosa, necessitando assim uma total isenção do fotointérprete, de forma que este evite idéias pré-concebidas.

Maiores detalhes sobre este método, podem ser encontra-

dos em TATOR (1960), MILLER (1961), RICCI & PETRI (1965) e ALLUM (1969).

2.2.1.2. Método Sistemático

Os critérios de fotointerpretação utilizados baseiam-se no trabalho de SOARES & FIORI (1976), que adotaram as idéias de GUY (1966) e RIVERAU (1972) e propuseram uma codificação lógica para a interpretação de imagens fotográficas com as quais é possível recorrer à visão tridimensional (esterioscópica). Posteriormente, VENEZIANE & ANJOS (1982) procuraram adaptar os critérios de SOARES & FIORI (1976) para imagens de pequena escala, baixa resolução espacial e ausência de estereoscopia. Este processo baseia-se em uma sequência de etapas lógicas e sistemáticas que independem do conhecimento prévio da área.

As regras que conceituam este procedimento segundo VENEZIANI & ANJOS (op. cit) são:

* A análise das propriedades dos elementos de textura e estrutura fotográfica e das tonalidades de cinza, definem as forma e permitem a individualização de zonas imageadas que possuam características semelhantes (**zonas homólogas**).

* O procedimento dedutivo e indutivo é de fundamental importância para se estabelecer o significado das zonas homólogas (vegetação, drenagem, recursos hídricos, geologia e uso da terra). Deste modo, no desenvolvimento destes processo de fotoin-

terpretação são estabelecidas três diferentes etapas:

Fotoleitura: identificação dos elementos texturais de relevo, de drenagem e de uso da terra, onde o **elemento textural** é a menor superfície contínua e homogênea, passível de repetição, distinguível em uma imagem fotográfica;

Fotoanálise: análise das propriedades dos elementos de reconhecimento de drenagem e relevo (estrutura, grau de estruturação e ordem de estruturação) e caracterização das formas segundo estas propriedades (Figura 2.1.).

Na fotoanálise para os produtos TM/LANDSAT-5, devido às características espectrais dos mesmos, é feita a análise das tonalidades de cinza, que requer cuidados especiais, pois estas características refletem as alterações no tipo da cobertura vegetal e no tipo litológico-estrutura geológica;

Fotointerpretação: associação dos dados analisados a um significado, tendo por base a experiência profissional e os conhecimentos mais atualizados da área de estudo do fotointérprete.

Este processo evita muitos problemas, como o de idéias pré-concebidas pelo fotointérprete, que surgem quando da utilização do método das chaves fotointerpretativas, sendo por isso usado neste trabalho. Maiores detalhes sobre o processo fotointerpretativo podem ser encontrados em SOARES & FIORE (1976), VENEZIANI & ANJOS (1982), VENEZIANI (1986) e SANTOS (1986).

DRENAGEM

RELEVO

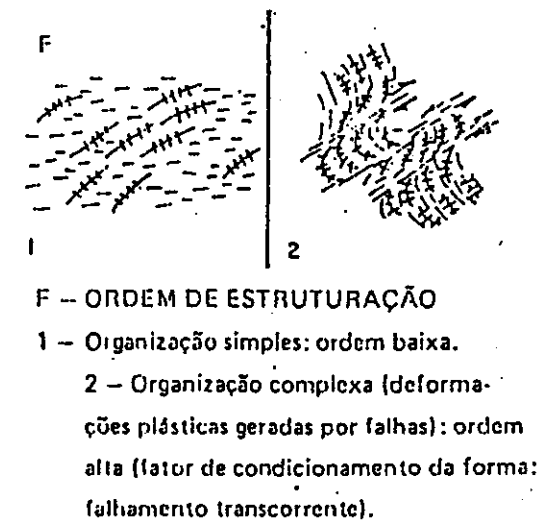
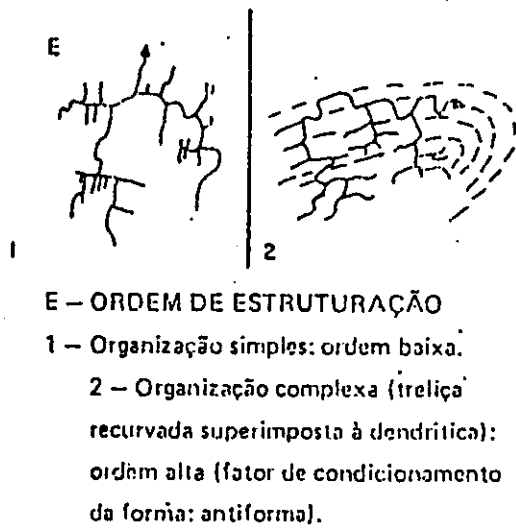
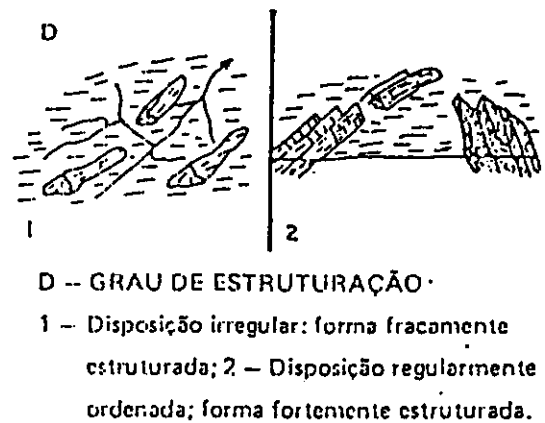
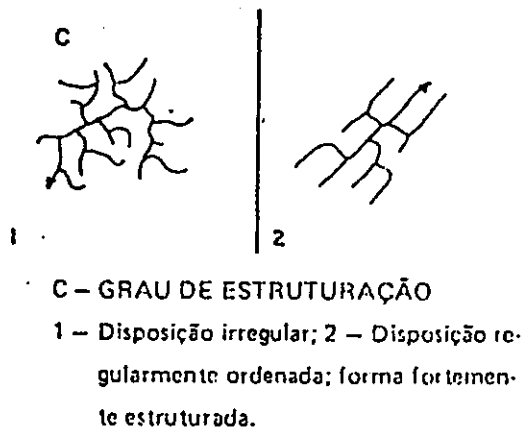
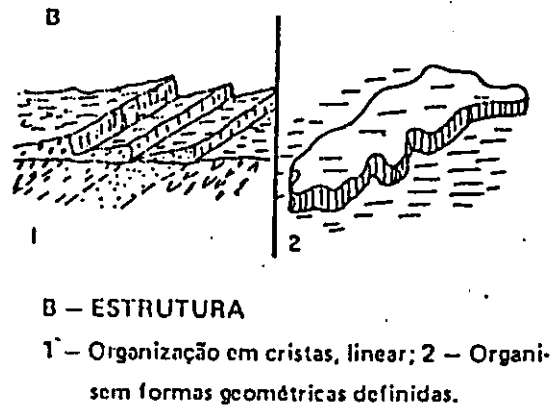
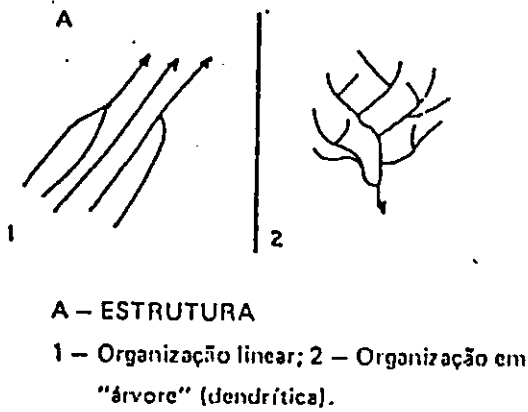


Figura 2.1. Propriedades que caracterizam as formas da drenagem e do relevo.

Fonte: VENEZIANI & ANJOS (1982)

2.2.2. TRABALHOS DE RECONHECIMENTO DE CAMPO

Os percursos feitos durante os trabalhos de reconhecimento de campo (Anexo 2.1.), foram realizados com (3) três diferentes objetivos: o de ordem geológica, que determinou macroscopicamente os tipos de rocha da região e proporcionou o estudo do seu fraturamento e da foliação através da descrição de 79 afloramentos; o aspecto do uso da terra, que objetivou um levantamento agrícola baseado em mapas preliminares e numa pesquisa que identificou a infraestrutura física e as atividades agrícolas básicas das áreas ocupadas com pequenas, médias e grandes propriedades rurais e pela vegetação natural (Anexo 2.1.) e o aspecto dos recursos hídricos, que procurou identificar a rede de drenagem e os corpos d'água existentes na Bacia do Alto Rio Sucuru.

2.2.2.1. Aspectos Geológicos

O levantamento de campo foi dirigido à busca de evidências que permitissem um entendimento melhor da história evolutiva da área de estudo através dos processos da tectônica rúptil e rúptil-dúctil. Dessa maneira, a nível de afloramento foram feitos os seguintes estudos:

a) Estudo de feições indicativas de movimentação e/ou esforços na formação de falhas ou fraturas (estrias, marcas de arranhaduras, etc.).

b) Observação de diques ou veios preenchendo fraturas em uma determinada direção.

c) Relação entre os fraturamentos, que permite a definição da idade relativa dos eventos tectônicos e dos esforços atuantes na região de estudo.

d) Definição de intensidade de fraturamento em direções preferenciais de rupturas.

2.2.2.2. Aspectos do Uso da Terra

O levantamento de campo quanto ao uso da terra, baseou-se em uma pesquisa feita por amostragem através da aplicação do questionário "Aspectos da Infraestrutura e Atividades Agrícolas Básicas Desenvolvidas na Bacia do Alto Rio Sucuru", junto aos proprietários rurais (Anexo 2.2.). Nesta pesquisa foram levantadas informações a respeito das características e principais atividades de exploração destas propriedades tais como: tamanho das propriedades, fontes de suprimento energético, tipo de exploração pecuária e/ou agrícola e disponibilidade de água.

2.2.2.3. Aspectos dos Recursos Hídricos

Os recursos hídricos da região de estudo (drenagem e corpos d'água), foram estudados em relação à qualidade, quantidade e possibilidades de captação e armazenamento das águas superficiais e subterrâneas . Estas informações foram obtidas a partir de verificações feitas em açudes, poços profundos e amazo-

nas observados ao longo dos percursos de campo.

Todos os dados obtidos serviram como subsídios para a localização de áreas favoráveis à pesquisa de águas subterrâneas, que juntamente com as águas superficiais, têm a finalidade de uso no abastecimento humano e animal ou aplicação na irrigação, quando possível.

2.2.3. ANÁLISE DE FRATURAMENTO

Na extração dos dados estruturais (juntas e falhas), foram analisados os elementos texturais (lineações e alinhamentos de relevo e drenagem), adotando-se os seguintes critérios:

* **Fraturas:** este termo foi utilizado de uma forma bem genérica, incluindo qualquer plano de quebra passível de representação nos produtos utilizados de pequena escala. Aqui estão incluídas as foliações cataclásticas, a partir das quais pode se desenvolver um intenso fraturamento.

* **Lineação de Relevo e Drenagem:** este termo foi utilizado segundo as definições de SOARES et alii (1982a) e SOARES et alii (1982b), como caráter descritivo de feições observadas nas imagens fotográficas e sua correlação com os elementos do terreno. Segundo estes autores, as "lineações de relevo e drenagem são elementos de relevo e/ou drenagem fortemente estruturados, retilíneos ou ligeiramente curvos".

* **Fotolineamento:** este termo foi utilizado de forma

ampla para caracterizar feições lineares, retilíneas e/ou levemente curvas, associadas às formas de relevo e drenagem observadas nos produtos utilizados.

* **Fotoalinhamento:** este termo foi utilizado de forma ampla para caracterizar feições alinhadas (simples ou compostas), contínua ou descontínua que podem refletir um fenômeno de subsuperfície.

* **Juntas:** foram consideradas juntas, as lineações de relevo e de drenagem com extensão máxima de 3,5 Km (NORTHFLEET et alii, 1971) e ocorrendo de transversais a subparalelas ao acamamento.

* **Falhas:** foram consideradas como falhas, alinhamentos de relevo, de drenagem e tonais com extensão superior a 3,5 Km que segundo VENEZIANI (1986), podem condicionar a assimetria de relevo e drenagem ou constituir os limites entre extratos rochosos com competência diferente.

Os dados de fraturamento foram estudados através da delimitação dos feixes de fraturas e das análises qualitativa e quantitativa destas fraturas.

2.2.3.1. Análise dos Feixes de Fraturas

Na definição dos feixes de fraturas, optou-se pela classificação de juntas propostas por PLICKA (1974), que melhor atendia aos interesses deste trabalho.

Segundo PLICKA (1974), as zonas de juntas constituem uma concentração de juntas, com alto ângulo de mergulho (verticais e sub-verticais), espaçadas regularmente (mais ou menos paralelas), estendendo-se ao longo de grandes áreas e grandes distâncias e podendo ainda ter grande extensão vertical. As zonas de juntas podem formar conjuntos de uma determinada direção, delineando feições tectônicas e nos produtos fotográficos utilizados são as feições mais marcantes e proeminentes.

Na análise dos feixes de fraturas (Anexo 2.3.) foram determinadas direções preferenciais levando-se em conta que os principais alinhamentos e zonas fortemente estruturadas podem indicar tectonismo profundo mesmo em cinturões de "nappes" (PLICKA, 1974).

2.2.3.2. Análise Qualitativa dos Fotolineamentos

A análise qualitativa dos fotolineamentos baseia-se na interpretação da distribuição, intensidade e relação das interseções dos fotolineamentos. Esta análise permite obter informações sobre a hierarquia dos esforços que atuaram na região, e consequentemente, obter indicações sobre a relação entre os diversos eventos (inclusive sobre suas idades relativas) que resultaram nos atuais sistemas de fraturas (BARBOSA, 1988).

A análise individual dos sistemas de fraturas permite tecer considerações sobre um determinado evento tectônico rúptil ou rúptil-dúctil.

2.2.3.3. Análise Quantitativa dos Fotolineamentos

A análise quantitativa dos fotolineamentos foi processada a partir do tratamento estatístico para produtos de pequena escala, proposto por ALIYEV (1980), que permite o estudo regional dos eventos da tectônica rúptil e rúptil-dúctil.

O método permite ainda estudar os sistemas de fraturas como um todo ou separadamente para uma determinada unidade litoestratigráfica, como também definir os efeitos do controle exercido por falhamentos na distribuição das zonas de juntas (BARBOSA, 1988).

Na aplicação deste método, foi feita a contagem dos fotolineamentos para cada um dos conjuntos de sistemas de juntas definidas, onde foi utilizada uma malha de 3cm X 3cm . A interpolação dos dados foi realizada de maneira manual, na escala de trabalho 1:100.000.

2.2.4. ANÁLISE DE USO DA TERRA

Segundo MARCHETTI & GARCIA (1986), as áreas que possuem terras ocupadas por uso agrícola apresentam tonalidade típica, forma geométrica e dimensões bem definidas. Partindo-se destas informações, a análise do uso da terra foi feita conforme o reconhecimento e extração destes dados das imagens TM/LANDSAT da região de estudo, obtidas em duas épocas diferentes, observando-se elementos fotointerpretativos, tais como: tonalidade, pa-

drão, tamanho e forma .

Esta análise permitiu classificar os índices de ocupação em áreas formadas por pequenas, médias e grandes propriedades rurais e áreas ocupadas pela vegetação natural. (Anexos 2.4. e 2.5.). A classe Vegetação Natural foi subdividida nas seguintes sub-classes vegetação arbustiva, vegetação arbórea e vegetação arbóreo-arbustiva.

2.2.5. ANÁLISE DA DRENAGEM E DOS CORPOS D'ÁGUA

A Análise da rede de drenagem foi feita segundo os aspectos qualitativos e quantitativos, utilizando-se os seguintes parâmetros : padrão de drenagem, grau de integração dos canais de escoamento, densidade de drenagem, grau de uniformidade, angularidade, ângulo de junção entre os tributários e os receptores, e frequência dos rios.

Os corpos d'água foram analisados considerando-se a superfície média da lâmina d'água e a classificação de MOLLE & CADIER (1992), como a seguir:

- * **Açudes de grande porte** - reservatórios perenes, geralmente públicos;
- * **Açudes de médio porte** - reservatórios que permitem atravessar um ano de seca, mais ou menos 20 meses sem receber água;

* **Açudes de pequeno porte** - reservatórios com grandes possibilidades de ficarem com água barrenta ou sem água durante a estação seca.

Com o uso das imagens TM/LANDSAT-5 de duas épocas diferentes (10.dez.1984 e 18.jul.1990) e das folhas topográficas da SUDENE, foi realizada uma análise temporal onde se avaliou a evolução da ocupação das terras e da açudagem na região de estudo.

2.2.6. ANÁLISE DA TENDÊNCIA DE FLUXO DAS ÁGUAS SUBTERRÂNEAS

Partindo das propriedades texturais e assimetria de relevo e drenagem, foi elaborado o Mapa das Linhas de Tendência de Fluxo das Águas Subterrâneas (Anexo 2.7.).

Segundo VENEZIANI & ANJOS (1982), a assimetria de drenagem é definida em função da extensão e da forma dos elementos texturais da drenagem que se constituem nos afluentes do canal principal (Figura 2.2.) e a assimetria de relevo é definida em função do ângulo de declividade entre as zonas de relevo com diferentes propriedades texturais, cujo vértice é uma quebra positiva (Figura 2.3.). Portanto quanto maior for este ângulo, menor será a assimetria e mais acentuado será o mergulho estrutural.

O destaque dado à análise por assimetria do relevo e da drenagem, deve-se ao fato desta fornecer condições para serem

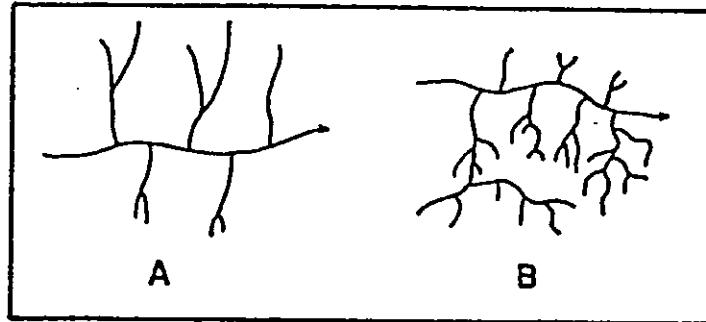


Figura 2.2. Drenagem fracamente assimétrica "A" e drenagem fortemente assimétrica "B".

Fonte: VENEZIANI & ANJOS (1982).

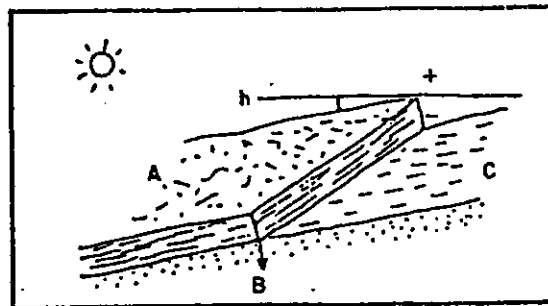


Figura 2.3. O plano de declividade estrutural (zona homóloga A) forma um ângulo baixo com a linha horizontal (h), pois o relevo é fortemente assimétrico.

Fonte: VENEZIANI & ANJOS (1982)

feitas inferências sobre o mergulho de feições planares, ou sentido de mergulho de estruturas geológicas que podem indicar a inclinação de estratos ou basculamento de blocos estruturais onde podem ocorrer condições favoráveis à percolação das águas subterrâneas.

GUEDES (1993) salienta que o processo de análise da assimetria na drenagem e no relevo é de maior confiabilidade para áreas de domínio de rochas estratificadas. No caso de rochas cristalinas, como se verifica na região de estudo, a aplicação deste procedimento deve ser feita com cautela, devido ao movimento da água ocorrer somente através das fraturas existentes nas rochas.

2.2.7. INTEGRAÇÃO DOS DADOS : MAPA INTEGRADO

O Mapa Integrado (Anexo 2.8.) compila em um mesmo produto, todos os dados obtidos nas etapas anteriormente desenvolvidas e delimita as áreas mais propícias à pesquisa de água subterrânea, a partir de uma convergência de evidências tais como: permeabilidade, tendência de fluxo das águas subterrâneas e cruzamento de estruturas (juntas e falhas).

2.2.8. ANÁLISE DOS DADOS DE POÇOS PERFURADOS

Tomando-se como referência o cadastro de poços profundos fornecido pela CDRM (Anexo 5.3.), plotou-se a localização dos mesmos sobre o mapa integrado.

Foram analisados os seguintes dados fornecidos pelo cadastro : qualidade química da água, níveis estático e dinâmico do poço, vazão, profundidade, etc., que serviram para a aferição das áreas selecionadas como prioritárias à pesquisa de águas subterrâneas .

2.2.9. ÁREAS FAVORÁVEIS À PESQUISA DE ÁGUAS SUBTERRÂNEAS

Na região de estudo, por se tratar de uma área com substrato cristalino, sob o aspecto hidrogeológico, são os fraturamentos (juntas e falhas) teoricamente os únicos elementos responsáveis pela permeabilidade das rochas.

LARSSON (1968) in SAMPAIO (1987), afirma que na análise de feições típicas de terrenos cristalinos em associação a poços perfurados e suas respectivas vazões, constatou-se as seguintes situações:

- * Juntas e falhas originadas por esforços distensivos, portanto abertas, são estruturas possíveis de fornecer grandes vazões de água.
- * Juntas e falhas de cisalhamento, desde que ainda sob regime de compressão, são geralmente fechadas e conseqüentemente fornecem baixas vazões de água.
- * Juntas e falhas de cisalhamento que estiverem em zona de cataclase ou milonitização, via de regra, fornecem quantidade razoável de água.

Os feixes de fraturas e os lineamentos estruturais associados a regime de esforços distensivos, constituídos por elementos abertos, são provavelmente as estruturas mais favoráveis à ocorrência de água subterrânea.

No caso de falhas, associam-se diferentes tipos de movimentos relativos entre blocos. Aos regimes distensivos relacionam-se falhas normais, que hidrogeologicamente são favoráveis à infiltração e ao fluxo de água de subsuperfície. Relacionadas aos regimes de esforços compressivos, tem-se falhas com movimentos direcionais (transcorrentes) e falhas com movimento inverso (empurrão), que ao terem aliviados estes esforços compressivos podem tornar-se potencialmente capazes de promover a circulação de água entre blocos.

Através da análise das linhas de tendência de fluxo das águas de subsuperfície, podem-se definir áreas com maior potencial de infiltração e percolação de água, sendo possível se determinar desta forma, que as falhas são os elementos responsáveis pela confluência de água em sua extensão e que quanto maior a extensão destas falhas, maior é o fluxo de água ao longo delas.

A definição do regime de esforços associados aos elementos "juntas" e "falhas", é de fundamental importância na definição de zonas favoráveis à infiltração e à percolação de água. Caso estes elementos estejam associados a regimes distensivos, dispõe-se de melhores condições à infiltração e per-

colação da água, do que quando estão associados a regimes compressivos.

Os cruzamentos entre os elementos (juntas e falhas), que podem ser considerados como setores onde as condições de infiltração e percolação da água são diferentes, devem ser analisados segundo prioridades, partindo-se do cruzamento de estruturas distensivas (abertas) até o cruzamento de estruturas compressivas (fechadas).

Segundo SAMPAIO (1987) in GUEDES (1993), as feições estruturais (juntas e falhas) podem ocorrer em 28 situações diferentes, agrupadas em três grandes grupos (Tabela 2.3.), conforme as situações possíveis de formas de ocorrências de estruturas e suas combinações, bem como a ordem de prioridade de áreas mais favoráveis à pesquisa de água subterrânea. Na Tabela 2.3. os caracteres alfabéticos maiúsculos representam o tipo de elemento estrutural (A - aberto; B - híbrido; C - fechado), os algarismos romanos representam a forma de ocorrência destes elementos (I - sistemas conjugados; II - sistemas; III - estruturas individuais).

O grupo colocado como prioritário, refere-se às estruturas abertas. Com posição intermediária estão aquelas compostas por elementos híbridos (cruzamento de elementos abertos e fechados). Por último estão as estruturas constituídas por elementos fechados.

TABELA 2.2. ESTRUTURAS E COMBINAÇÕES SEGUNDO
ORDEM DE PRIORIDADE

ELEMENTOS	CRUZAMENTOS		ESTRUTURAS		
ESTRUTURAS	I	II	III		
	SISTEMAS CONJUGADOS	SISTEMAS	INDIVIDUAIS		
A	ABERTOS (A)	1	FEIXE X FEIXE	1	FEIXES
		2	FEIXE X LINEAMENTO(S)		
		3	LINEAMENTO(S) X LINEAMENTO(S)	2	LINEAMENTOS
		4	FEIXE X DESCONTINUIDADE		
		5	LINEAMENTO(S) X DESCONTINUIDADE		
B	HÍBRIDOS (H)	1	FEIXE(A) X LINEAMENTO(S)(F)	1	
		2	FEIXE(F) X LINEAMENTO(S)(A)		
		3	FEIXE(A) X FEIXE(F)	2	
		4	LINEAMENTOS(A) X LINEAMENTO(S)(F)		
C	FECHADOS (F)	1	LINEAMENTO(S) X LINEAMENTO(S)	1	FEIXES
		2	FEIXE X LINEAMENTO(S)		
		3	FEIXE X FEIXE	2	LINEAMENTOS
		4	FEIXE X DESCONTINUIDADE		
		5	LINEAMENTO(S) X DESCONTINUIDADE		

- Obs.: 1. Considerar como descontinuidade as discordâncias litológico-estruturais, excluindo as falhas;
2. Observar a permeabilidade quanto à porosidade ou densidade de elementos estruturais;
3. Verificar a tendência de fluxo de água, se concordante ou discordante às estruturas.

Fonte: Modificada de SAMPAIO (1987)

Por exemplo, uma área definida por A11, significa que na área existem elementos estruturais abertos, formando sistemas conjugados e que o cruzamento é do tipo feixe X feixe.

O posicionamento das feições estruturais (juntas e falhas) em relação às linhas de tendência de fluxo é outro critério muito importante na delimitação de áreas favoráveis à pesquisa de água subterrânea. (Figura 2.4.).

Na Figura 2.4., a área delimitada pelo círculo A é a mais favorável para pesquisa de água subterrânea, por existir um feixe numa posição concordante em relação à tendência geral de fluxo e encontrar-se cortada por um lineamento. A área delimitada pelo círculo B, embora esteja caracterizada pelo cruzamento de um lineamento com um feixe de fraturas, encontra-se numa posição discordante em relação à linha de tendência geral de fluxo, o que a dispõe como menos favorável à pesquisa de água subterrânea.

Nestas áreas mais favoráveis à pesquisa de água subterrânea, para que sejam indicados com alto grau de confiabilidade pontos para locação e prospecção de poços, se faz necessário a realização de estudos hidrogeológicos convencionais e testes de perfuração.

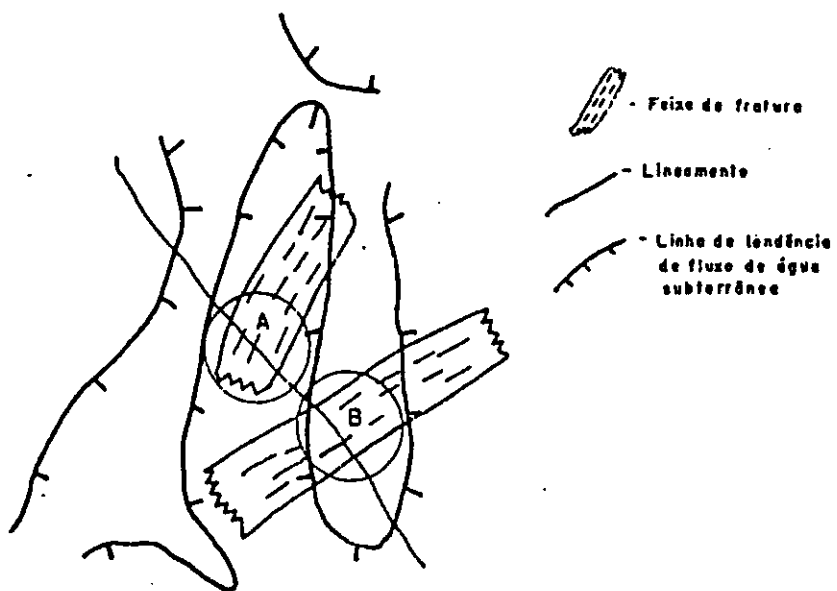


Figura 2.4. Exemplo esquemático de delimitação de áreas favoráveis à pesquisa de água subterrânea.

Fonte: GUEDES (1993)

CAPÍTULO 3

CARACTERÍSTICAS DOS PRODUTOS DE SENSORIAMENTO REMOTO UTILIZADOS : IMAGENS TM / LANDSAT-5

3.1. ASPECTOS GERAIS

Os produtos de Sensoriamento Remoto apresentam características que estão diretamente relacionadas com as faixas do espectro eletromagnético (Figura 3.1.). Estes detectam a radiação solar refletida por alvos na superfície terrestre (Figura 3.2.), de acordo com os comprimentos de onda da energia refletida e com

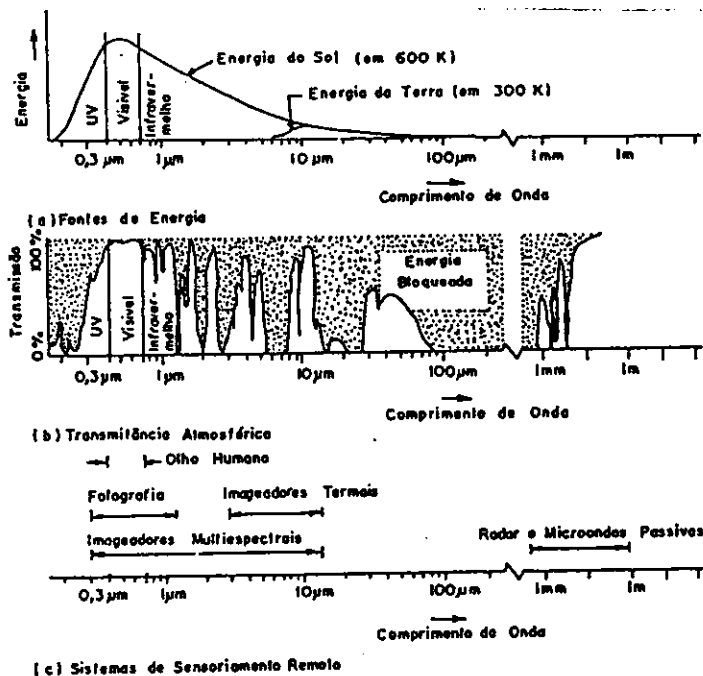


Figura 3.1. Características espectrais das principais fontes de energia eletromagnética, efeitos atmosféricos e sistemas sensores.

Fonte: QUEIROZ & BARROS (1992)

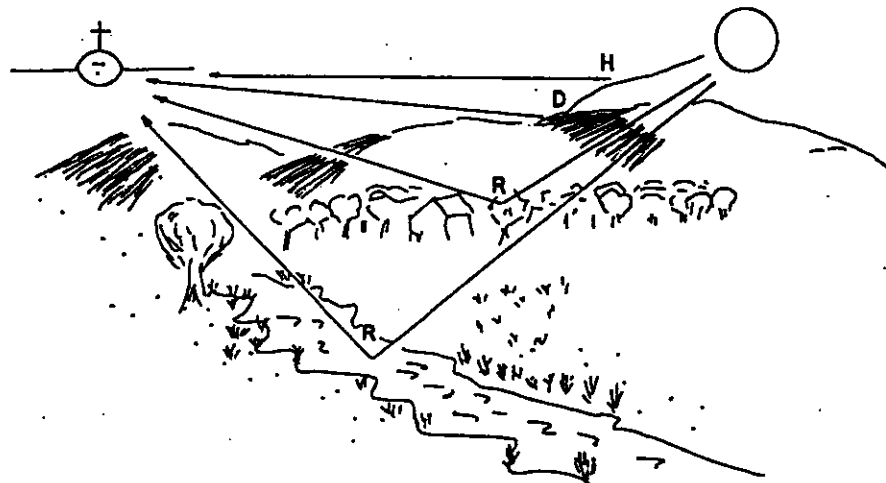


Figura 3.2. Modelo de Sensoriamento Remoto com registro da reflexão da radiação solar por alvos sobre a superfície da Terra e inclusão de efeitos atmosféricos.

Fonte: QUEIROZ & BARROS (1992)

os efeitos atmosféricos registrados, onde R representa a energia refletida por alvos na superfície da Terra em direção à câmara, H é a energia espalhada pela atmosfera sem atingir a superfície da Terra e D a radiação difusa que é refletida pela superfície da Terra após ser dispersada pela superfície da Terra.

Os produtos gerados a partir de sensores orbitais variam as suas características, segundo os seguintes fatores :

- . Resolução (espectral, espacial e temporal);
- . Tipo de Plataforma (aeronave, satélite, etc.);
- . Sistema de Coleta de Dados (passivo: câmara fotogrâ-

fica, televisão, imageadores multiespectrais, etc ;
ativo: radar).

Partindo destes princípios, levou-se em conta os seguintes parâmetros para a análise dos produtos de Sensoriamento Remoto :

. Resolução Espectral.

A capacidade de refletir a energia que incide sobre um alvo natural, caracteriza o seu comportamento espectral. Os diferentes níveis de cinza de uma imagem estão associados aos valores de reflectância espectral dos alvos da cena imageada, logo a resolução espectral define a banda do espectro eletromagnético em que trabalha o sistema sensor (Figura 3.3.).

. Resolução Espacial.

O Elemento de Resolução do Terreno (ERT) que possui dimensões médias variáveis de acordo com o tipo de sensor, nas bandas do visível, infravermelho refletido e infravermelho termal, tem um nível de cinza para cada ponto da imagem correspondendo ao valor de sua radiância.

A Resolução Espacial é considerada de forma sucinta como a densidade de pontos distinguíveis na imagem. É o primeiro aspecto a ser analisado, pois ela limita o tamanho do elemento observado no solo, portanto a escala de trabalho, pois feições menores que o elemento de resolução do sistema, não serão obser-

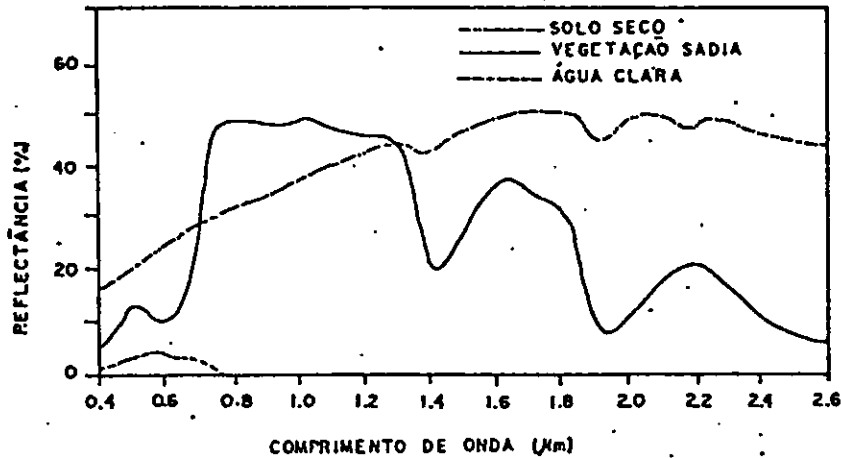


Figura 3.3. Curvas típicas de reflectância espectral para os principais alvos da superfície terrestre: solo, água e vegetação.

Fonte: BARBOSA (1988)

vadas.

O inverso pode ocorrer, caso tenhamos uma cobertura vegetal homogênea sobre unidades litológicas com características físico-químicas semelhantes. Mesmo que a espessura dos seus estratos ultrapasse as dimensões mínimas exigidas pela Resolução Espacial do sistema, estas unidades não serão distinguíveis (VENEZIANI, 1986).

. Resolução Temporal.

Os satélites de observação da Terra são postos em órbitas heliossíncronas, que orientam o plano da órbita do satélite

numa posição que mantém uma relação angular constante com o feixe de radiação solar (Figura 3.4.). A trilha do satélite é desviada na direção oeste em 15° a cada hora devido à massa e ao movimento de rotação da Terra. Assim tal satélite passará sempre sobre a mesma área da superfície terrestre na mesma hora solar local, produzindo níveis de sombreamento e iluminação sazonais similares para cada região, característica essa que torna mais fácil as interpretações de imagens orbitais.

A Resolução Temporal está relacionada com a repetitividade do imageamento de uma mesma área do terreno, sendo de 18 dias o tempo gasto entre duas passagens consecutivas dos satélites LANDSAT 1,2 e 3, e de 16 dias para os satélites LANDSAT 4 e 5.

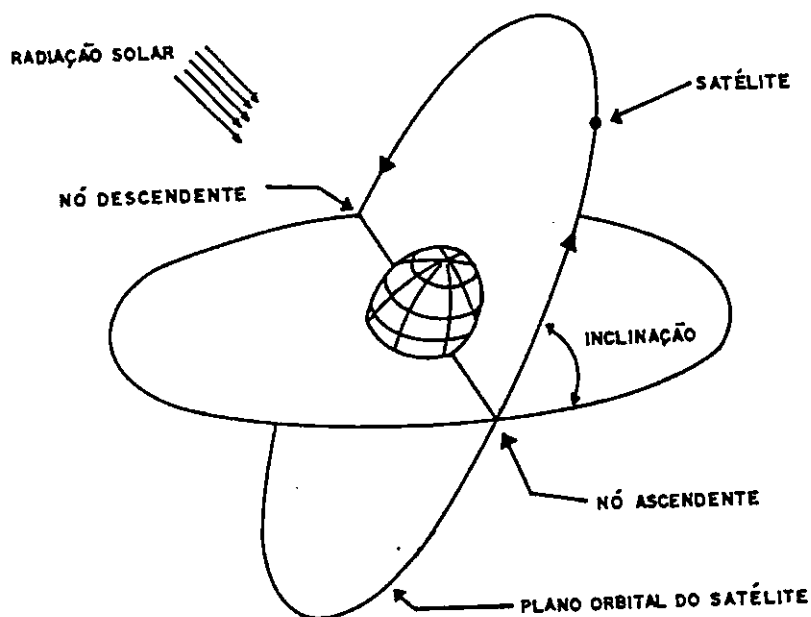


Figura 3.4. Inclinação da órbita de um satélite.

Fonte: QUEIROZ & BARROS (1992)

3.2. O SISTEMA TM/LANDSAT-5.

O sensor Thematic Mapper (TM) é um dispositivo eletromecânico de imageamento que colhe informações a partir da varredura da cena em linhas normais ao movimento do satélite LANDSAT-5 (Figura 3.5.). Em cada varredura feita por um espelho oscilante, o sensor coleta dados em ambas as direções de imageamento em áreas de 185x185 Km, onde são descritas 16 linhas que geram faixas de 480 m de largura ao longo da trajetória do satélite, sendo a radiação refletida e/ou emitida pelos alvos captada pelo sensor em 7 (sete) diferentes faixas de comprimento de onda. O Elemento de Resolução do Terreno (ERT) deste sensor, possui dimensão média nas imagens de aproximadamente 30X30 m. para as bandas do visível e infravermelho refletido e 120X120 m. na banda do infravermelho termal.

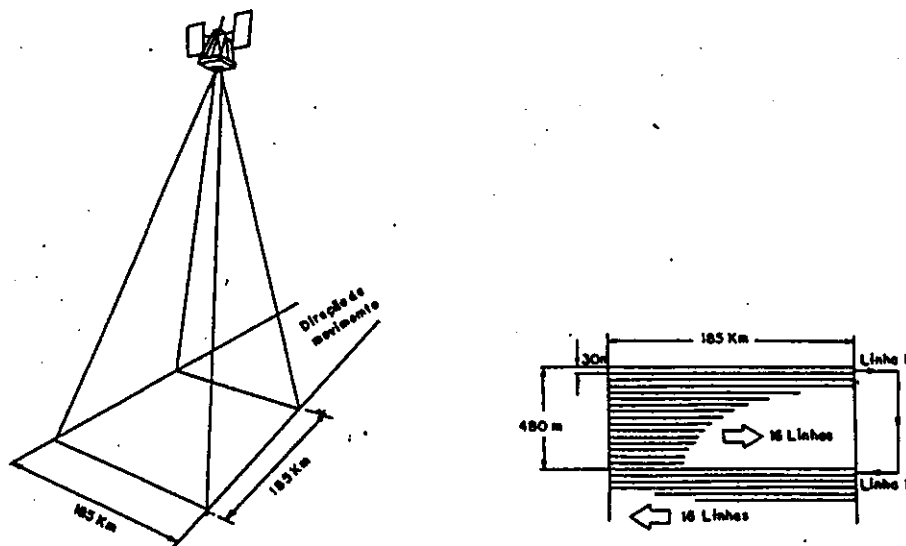


Figura 3.5. Sistema TM/LANDSAT e características de varredura do sensor.

Fonte: QUEIROZ & BARROS (1992)

O Mapeador Temático TM é um dispositivo multiespectral de características espectrais, espaciais e radiométricas melhores que o sistema MSS (Multispectral Scanner). Seus produtos são apresentados em sete (7) faixas espectrais : 3 na região do visível; 3 na região do infravermelho refletido e 1 na região do infravermelho termal.

Segundo USGS/NOAA (1984), as principais aplicações de cada uma das faixas espectrais do TM/LANDSAT-5 são :

Canal 1 - 0,45um a 0,52um - visível - azul - projetado para mapeamento de águas costeiras, diferenciação entre solos e vegetação, e entre tipos de vegetais;

Canal 2 - 0,52um a 0,60um - visível - verde - projetado para estudar a reflectância da vegetação sadia;

Canal 3 - 0,63um a 0,69um - visível - vermelho - é o canal mais importante para o estudo de vegetação. É a banda de absorção de clorofila;

Canal 4 - 0,76um a 0,90um - infravermelho refletido próximo - projetado para auxiliar nos trabalhos que envolvem cálculos de biomassa e descrição de corpos de água;

Canal 5 - 1,55um a 1,75um - infravermelho refletido médio - projetado para fornecer informações a respeito da umidade do solo, da vegetação e do tipo de cultura;

Canal 6 - 1,04um a 1,25um - infravermelho termal - projetado para auxiliar na classificação vegetal, análise do "stress" na vegetação, observação da umidade de solos e outros mapeamentos de fenômenos termais;

Canal 7 - 2,08um a 2,35um - infravermelho refletido médio - projetado para mapeamento de formações rochosas.

CAPÍTULO 4

REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

COSTA (1963) afirma que para se tentar solucionar a questão da escassez de água no semi-árido nordestino, deve-se levar em consideração critérios que permitam satisfazer as regiões mais necessitadas, passando-se daí às menos necessitadas. Estes critérios estão bem discriminados em SIQUEIRA (1963) e podem ser assim enumerados:

- 1) Zoneamento árido da região;
- 2) Distribuição da produção rural nas zonas áridas;
- 3) Distribuição dos rebanhos nas zonas áridas;
- 4) Zoneamento passível de irrigação com água subterrânea dentro da zona árida.

REBOUÇAS (1965) afirma que os fatores impeditivos do progresso econômico e social da região nordestina, são de origem e ordens diversas. Contudo a escassez dos recursos hídricos, que são a mola mestra de todo e qualquer desenvolvimento técnico-social moderno, constitui sem dúvida, o seu mais grave e iniludível problema.

Segundo PARAIBA (1980), o problema básico do uso da água, refere-se ao abastecimento humano e animal e a irrigação, usos estes por vezes conflitantes. Na tentativa de solucionar tal

questionamento, em primeiro lugar deve-se procurar corrigir o mais grave problema encontrado no planejamento, que é a falta de dados. Neste caso é importante quantificar corretamente a disponibilidade hídrica quanto às demandas, atuais e previstas.

Na região dos Cariris Velhos, a população encontra-se bastante dispersa e com altos índices de migração. A economia da região gira em torno principalmente da pecuária e das lavouras de subsistência, que correm riscos pelas deficiências hídricas apresentadas periodicamente (PARAÍBA,1980).

KASPRZYKOWSKI (1983) diz que dispondo-se das informações sobre os recursos hídricos de uma região, deve-se partir para a adoção de programas especiais que visem instalar no semi-árido um suporte hídrico permanente para a estabilização das atividades econômicas desenvolvidas na região, bem como criar oportunidades de empregos que virão proporcionar maior segurança econômica e social aos habitantes das regiões afetadas periodicamente por crises de escassez ou irregularidades pluviiais.

ALBUQUERQUE (1984) afirma que diversos programas para o aproveitamento integrado dos recursos hídricos na região dos Cariris Velhos já foram desenvolvidos, sobre o patrocínio dos Governos Federal e Estadual, dentre os quais destacam-se o Projeto Sertanejo e o Projeto Canaã. Todos estes projetos tiveram como objetivo a implantação de uma política de água, voltada para a captação, armazenamento, uso e manejo, sejam estas águas subter-

râneas ou superficiais, promovendo a construção de açudes e poços para a retenção de água e conseqüentemente a valorização hidroagrícola das pequenas, médias e grandes propriedades. As ações destes projetos tinham duas principais metas: uma social, com o sentido de elevar a disponibilidade de água para o abastecimento humano e animal das comunidades rurais ; outra, econômica, que objetivava um maior suporte hídrico para a irrigação.

O Projeto Nordeste recém-criado, engloba a filosofia dos demais projetos, sendo sua área de abrangência toda a região nordestina, semi-árida ou não (ALBUQUERQUE, op. cit.).

4.1. USO DA TERRA E RECURSOS HÍDRICOS

Segundo SANTOS et. alli. (1981), a expressão "uso da terra" pode ser compreendida como a forma pela qual o espaço está sendo ocupado pelo homem. Sendo importante o levantamento do uso da terra , a fim de entender-se melhor os padrões de organização dos espaços, planejar e administrar os efeitos causados pelo seu uso. Neste contexto, o Sensoriamento Remoto se constitui numa técnica de grande utilidade, permitindo em curto espaço de tempo, a obtenção de grande quantidade de informações a respeito de registros de uso da terra.

Segundo os autores op. cit., ANDERSON et alli (1976) propõem vários níveis de abordagem de uso da terra, de acordo com a altitude e a escala da imagem estudada, onde de modo geral, ocorrem as seguintes relações apresentadas na Tabela 4.1.

**TABELA 4.1. NÍVEIS DE CLASSIFICAÇÃO PARA O USO DA TERRA
SEGUNDO A ESCALA DO PRODUTO FOTOGRÁFICO**

NÍVEIS DE CLASSIFICAÇÃO	CARACTERÍSTICAS TÍPICAS DOS DADOS
I	Tipos de dados LANDSAT.
II	Dados de altitude, a 12.400m ou mais (escala menor que 1:80.000)
III	Dados de altitude média, tomados entre 3.100m a 12.400m (escala de 1:20.000-1:80.000)
IV	Dados de baixa altitude, tomados a menos de 3.100m (escala maior que 1:20.000)

Fonte: SANTOS et. alli. (1981).

As informações no nível I, apresentam características típicas de dados obtidos através de imagens do satélite LANDSAT, abrangendo grandes áreas e têm como base de interpretação as fotografias aéreas convencionais de pequena escala, associadas aos trabalhos de campo.

A escolha da legenda para o uso da terra, apresentada por ANDERSON et alli (1976), inclui no nível I os objetivos mais generalizados para a área a ser estudada, tais como: área urbana construída, área agrícola, pastagens, área florestal, água e área árida.

Segundo SANTOS et. alli.(1981), o sistema de classificação apresentado por ANDERSON et alli (1976) atende aos três principais objetivos do processo de classificação proposto por GRIGG in ANDERSON et alli (1976), que são: 1) Identificar categorias simplesmente, utilizando-se a terminologia já aceita; 2) permitir que a informação seja transmitida; e 3) permitir que se façam generalizações indutivas. As características mais importantes na interpretação do uso da terra, através de imagens fotográficas em preto e branco são: tonalidade, textura, padrão, formas, dimensão, sombra, sítio topográfico e padrões de aspecto.

STEFFEN et. alli.(1980) definem que a **tonalidade** registrada em uma imagem fotográfica em preto e branco é uma medida relativa da quantidade de luz refletida por um objeto. A **tonalidade** portanto, oferece subsídios ao reconhecimento de distintos aspectos da superfície terrestre, como áreas com intensa atividade agrícola, vegetação natural, reflorestamento,etc.

Segundo COLWELL (1952) in VALÉRIO FILHO (1980) a **textura** é definida como "frequência de mudanças de tonalidade dentro da imagem". Seu significado como fator de fotointerpretação é função da boa qualidade da imagem fotográfica e da escala utilizada.

SANTOS et. alli. (1981) fazem entender que dependendo das práticas agrícolas adotadas desde o plantio até a colheita, muitas mudanças ocorrem nas áreas agrícolas, onde cada uma dessas

fases de crescimento afeta a tonalidade e a textura nas imagens fotográficas e conseqüentemente os padrões nelas representados.

STEFFEN et. alli.(1980) afirmam que através da caracterização dos padrões de textura analisados sobre diferentes produtos fotográficos, pode-se inferir limites e as condições dos solos que ocupam uma área de estudo.

SANTOS et. alli. (1981) definem que **forma e dimensão** podem ser usadas para identificar o tamanho de propriedades agrícolas e certas estruturas em pequena escala. A forma da vegetação natural se apresenta em áreas de contornos irregulares e de aspecto variável, segundo tipo e idade. As áreas cultivadas apresentam formas retangulares ou em faixas, de aspecto variável segundo sua idade.

As **sombras** às vezes revelam o perfil dos objetos de interesse, os quais são geralmente obscurecidos. A sombra no "stand" é dada pela copa das árvores e altera a textura do "stand". As copas das árvores coníferas apresentam menos sombra que as folhosas. (SANTOS, op. cit.).

O **sítio topográfico** indica a localização da cultura, a forma do campo e o padrão das fileiras. Caso o **sítio topográfico** não possa ser identificado facilmente, pode-se inferir uma interpretação por meio da determinação da cultura, através do uso de outras características da imagem fotográfica. (SANTOS, op. cit.).

SANTOS et. alli.(1981) afirmam que o **padrão ou arranjo espacial** das fazendas, dos campos, das culturas dentro de um campo, ou de outros objetos agrícolas é, usualmente, a característica qualitativa mais importante na interpretação de áreas agrícolas, podendo o padrão variar de uma área agrícola para outra e ser de grande valia quando aplicado corretamente pelo fotointérprete.

A conversão de terras sem ocupação agrícola em campos agrícolas é indicada pelo desmatamento, pela construção de drenagem ou pela facilidade para a implantação de projetos de irrigação. Esta mudança no uso da terra é percebida pelas alterações nas características fotográficas, principalmente no tamanho e na forma das áreas cultivadas, na presença de novos alvos e no desaparecimento de alvos que estiveram presentes nas imagens, anteriormente.(SANTOS, op. cit.).

Segundo STEFFEN et. alli. (1980), a análise individual dos elementos pode ser associada à superposição de informações de diferentes elementos. Esta combinação gera um **mapa fotointerpretado**, que terá um grande número de contatos e unidades.

SANTOS et. alli. (1981) afirmam que para qualquer tipo de filme ou escala adotada, é importante a definição de uma **chave de interpretação** para a caracterização dos vários tipos de uso da terra. Esta chave é definida pela interação dos vários elementos que levam à interpretação de um dado fato presente na

imagem fotográfica, constituindo-se da descrição da imagem em termos de: tonalidade, tamanho, forma, arranjo espacial, textura ou outro elemento que a caracterize. É recomendável que as chaves sejam preparadas para cada uso particular, em áreas representativas.

STEFFEN et. alli. (1980) e SANTOS et. alli. (1981) também afirmam que a interpretação visual das imagens LANDSAT é o processo de aquisição de informações sobre um dado alvo da superfície, através da análise de sua resposta espectral em quatro canais no MSS/LANDSAT.

O processo de extração de informações consiste basicamente na inspeção e na identificação de diferentes padrões texturais e tonais em cada canal e na sua comparação em diferentes canais e épocas.

Na inspeção visual das imagens LANDSAT, três aspectos devem ser considerados:

a) **ESPECTRAL**- as características espectrais do alvo podem ser registradas de um modo desigual em diferentes faixas do espectro, o que possibilita a identificação de diferentes alvos através da comparação entre canais.

b) **TEMPORAL**- devido à característica repetitiva do imageamento feito pelo LANDSAT, pode-se analisar variações temporais apresentadas pelos padrões de tonalidade e de textura dos alvos,

principalmente pela natureza dinâmica dos alvos naturais.

c) **ESPACIAL**- relaciona-se com a forma e distribuição dos alvos que compõem a cena imageada. Cada alvo geralmente apresenta uma forma e distribuição característica, as quais facilitam sua identificação (SANTOS, et. alli., 1981).

PARAIBA (1980) após elaborar um diagnóstico sobre os recursos de solo e água do Estado, possibilitou o conhecimento do potencial de terras irrigáveis e das condições para ampliação e aproveitamento dos recursos hídricos regionais. Estas informações serviram para orientar na definição de prioridades quanto aos esforços dos Governos, em relação ao aparato institucional a ser mobilizado e aos recursos a serem negociados e aplicados em projetos de desenvolvimento regional. Este trabalho conclui que o Estado da Paraíba dispõe de um total de 962.642 hectares de terras aptas para a irrigação, o que evidencia amplas perspectivas para o uso da agricultura irrigada no Estado, sendo que o total das terras efetivamente irrigáveis, considerando o ano de 1980, atinge a 245.260 hectares, o que representa 4% da área total do Estado.

Segundo PARAIBA (op. cit.), a Microrregião dos Cariris Velhos não dispõe de terras efetivamente irrigáveis concentradas em grandes áreas, encontrando-se em alguns municípios manchas de solos aluviais representados pelas unidades que se constituem em terras efetivamente irrigáveis, representadas pelos símbolos

IVwsl, IVwsl* e IVws2. (Figura 4.1.). Também afirma que a difusão da agricultura irrigada nesta área poderá encontrar dificuldades, principalmente pela má qualidade das águas subterrâneas, baixo índice pluviométrico e riscos de salinização e sodificação das terras.

Na área do Anteprojeto Cariris (Figura 4.1.), que contém a Bacia do Rio Sucuru, predominam os solos irrigáveis com restrições, encontrando-se também em alguns municípios, terras potencialmente irrigáveis. (PARAÍBA, 1980).

Segundo AYRES & WESTCOT (1991), a agricultura irrigada depende tanto da quantidade como da qualidade da água. O uso intensivo das águas de boa qualidade, tanto em projetos novos como nos antigos, requer águas adicionais, exigindo que se recorra ao uso de águas de qualidade inferior.

Segundo TODD (1967) a qualidade requerida por um abastecimento de águas depende de sua finalidade. Assim a necessidade de água potável, de água industrial e de água para irrigação varia enormemente. Para se estabelecer critérios de qualidade, devem ser especificadas medidas dos componentes químicos, físicos e bacteriológicos, bem como métodos padrões para apresentar os resultados das análises de água. Podem-se então determinar limites recomendáveis da qualidade da água, que servem de guia para a proteção adequada e para o aproveitamento das bacias de águas subterrâneas e superficiais.

ESTADO DA PARAÍBA

ANTEPROJETO CARIRÍS

ÁREAS POTENCIALMENTE IRRIGÁVEIS

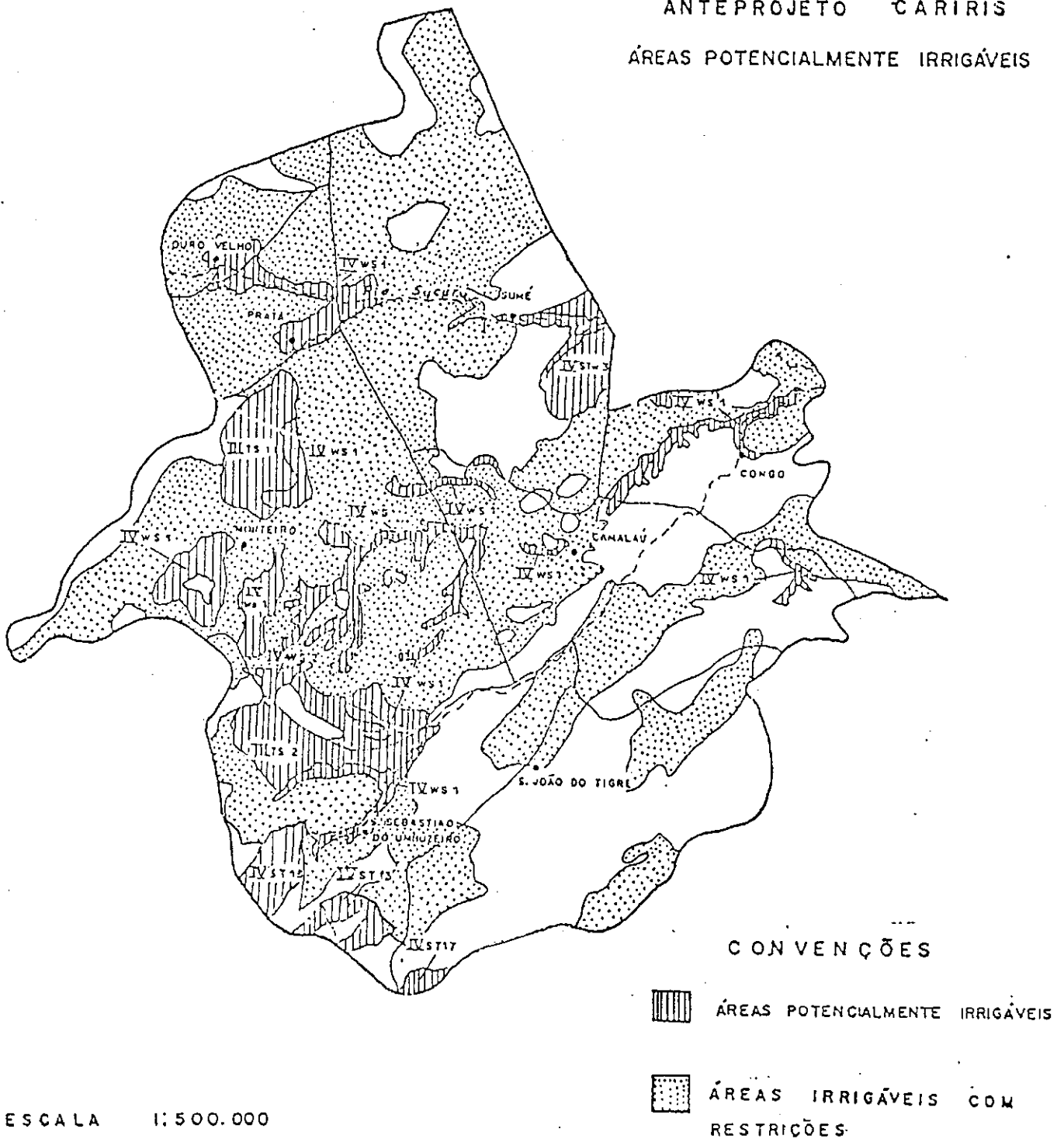


Figura 4.1. Área de Localização do Anteprojeto Carirís no Programa Estadual de Irrigação.

Fonte : PARAÍBA (1980).

Os sais são adicionados às águas subterrâneas que passam através do solo, por produtos solúveis do intemperismo do solo e da erosão proveniente da precipitação das chuvas e da água em escoamento. Assim, encontram-se elevados teores de sais em solos e águas subterrâneas de climas áridos em que a lixiviação pela água de chuva não é eficiente na diluição das soluções salinas. De forma semelhante, as áreas mal drenadas, particularmente as bacias que possuem drenagem inferior, contêm elevadas concentrações de sais (TODD, 1967).

Segundo AYERS & WESTCOT (1991), os problemas resultantes do acúmulo de sais no solo, variam em tipo e intensidade e dependem do solo e do clima, e da habilidade e conhecimento no manejo do sistema água-solo-planta por parte do usuário. Na realidade não existe um limite fixo da qualidade de água que determine o seu uso, para controlar o acúmulo dos sais e seus efeitos no rendimento das culturas.

Os problemas mais comuns dos solos, segundo os quais os efeitos de qualidade da água são avaliados, estão relacionados com a salinidade, a velocidade de infiltração da água no solo, a toxicidade e outros problemas (AYRES & WESTCOT, op. cit.).

Para se prever problemas relacionados com a qualidade da água em áreas irrigadas, tem que se avaliar o potencial da água em criar condições no solo que possam restringir seu uso e avaliar a necessidade de empregar técnicas de manejo especiais

para manter rendimentos aceitáveis (AYRES & WESTCOT, 1991).

As diretrizes para avaliar a qualidade da água de irrigação encontram-se na Tabela 4.2. e referem-se sobretudo aos efeitos a longo prazo da qualidade da água sobre a produção das culturas e permitem realizar ajustes de manejo, para o uso das águas de qualidade inferior.

TABELA 4.2. DIRETRIZES PARA INTERPRETAR A QUALIDADE DA ÁGUA PARA IRRIGAÇÃO

Problema Potencial	Unidades	Grau de Restrição para Uso		
		Nenhuma	Ligeira e Moderada	Severa
Salinidade (afeta a disponibilidade de água para a cultura)²				
CEs	dSm	< 0,7	0,7 - 3,0	> 3,0
ou SDT	mg/l	< 450	450 - 2000	> 2000
Infiltração (avaliada usando CEs e RAS conjuntamente)³				
RAS = 0 - 3 e CEs =		> 0,7	0,7 - 0,2	< 0,2
= 3 - 6 "		> 1,2	1,2 - 0,5	< 0,5
= 6 - 12 "		> 1,9	1,9 - 0,5	< 0,5
= 12 - 20 "		> 2,9	2,9 - 1,3	< 1,3
= 20 - 40 "		> 5,0	5,0 - 2,9	< 2,9
Toxicidade de Ions Específicos (afeta culturas sensíveis)				
Sódio (Na)⁴				
Irrigação por superfície	RAS	< 3	3 - 9	> 9
Irrigação por aspersão	meq/l	< 3	> 3	
Cloro (Cl)⁴				
Irrigação por superfície	meq/l	< 4	4,6 - 10	> 10
Irrigação por aspersão	meq/l	< 3	> 3	
Boro (B)⁵				
Oligoelementos (ver Tabela 21)	mg/l	< 0,7	0,7 - 3,0	> 3,0
Outros (afeta culturas sensíveis)				
Nitrogênio (NO ₃ -N) ⁶	mg/l	< 5,0	5,0 - 30	> 30
Bicarbonato (HCO ₃) (apenas aspersão convencional)	meq/l	< 1,5	1,5 - 8,5	> 8,5
pH		Faixa Normal: 6,5 - 8,4		

1 Fonte: University of California Committee of Consultants, 1974.
 2 CEs significa Condutividade Elétrica de água; medida de salinidade, expressa em decímetros por metro (dSm) a 25°C ou em milimhos/cm (mmhos/cm). Ambas as medidas são equivalentes. SDT significa total de sais em solução, expressa em miligramas por litro (mg/l).
 3 RAS significa Relação de Adorção de Sódio algumas vezes representado como RNa. Para propósitos de cálculo de RAS ver Figura 1. Para determinado valor de RAS, a velocidade de infiltração aumenta à medida em que aumenta a salinidade. Avalie-se o problema potencial de infiltração através de RAS e de CEs. Fonte: Rhoades (1977) e Oler & Scherer (1978).
 4 A maioria das culturas arbóreas e plantas lenhosas são sensíveis ao sódio e ao cloro; no caso de irrigação por superfície, usam-se os valores listados. Para a maioria das culturas anuais que não são sensíveis, usam-se tabelas de tolerância das culturas à salinidade (Tabela 4 e 5). Para a tolerância das hortaliças ao sódio, ver Tabela 14. No caso de aspersão convencional e ventilação relativa baixa (< 30%) o sódio e o cloro podem ser absorvidos pelas folhas das culturas sensíveis. Para sensibilidade da cultura à absorção, ver Tabelas 16, 19 e 20.
 5 Para tolerância ao boro, ver Tabelas 16 e 17.
 6 NO₃-N, significa nitrogênio em forma de nitrato expresso em termos de nitrogênio elementar (no caso de análises de águas residuais devem ser incluídos NH₄⁺-N e N-orgânico).

Fonte : AYRES & WESTCOT (1991)

Nas regiões áridas e semi-áridas é necessário muitas vezes usar as águas que excedam os limites de 5 dS/m para o consumo animal. A Tabela 4.3. apresenta as diretrizes para abreviar o gado e os animais domésticos com águas de diferentes salinidades e os efeitos colaterais possivelmente causados.

TABELA 4.3. GUIA DE QUALIDADE DE ÁGUA PARA GADOS E AVES

Salinidade da água (dS/m)	Classe	Observações
<1,5	Excelente	Adequada para todas as classes de gado e aves confinadas.
1,5 - 5,0	Muito satisfatória	Adequada para todas as classes de gado e aves confinadas. Provoca diarreia temporária em gado não acostumado e excrementos aquosos nas aves.
5,0 - 8,0	Satisfatória para o gado	Pode produzir diarreia temporária ou não ter aceitabilidade por animais não acostumados a ela.
	Não apta para as aves	Provoca frequentemente excrementos aquosos, aumento de mortalidade e redução de crescimento, especialmente em perus.
8,0 - 11,0	De uso limitado para o gado	Adequada com razoável segurança para bovinos de leite, de corte, ovinos, suínos e equinos. Evitar para fêmeas prenhas e em lactação.
	Não apta para as aves	Não adequadas para as aves domésticas
11,0 - 16,0	De uso limitado	Não adequada para aves e provavelmente para suínos. Grande risco para vacas lactantes ou prenhas, ovinos e equinos. Evitar seu uso, embora os ruminantes, cavalos, suínos e aves mais velhos possam subsistir em certas condições.
> 16,0	Não recomendável	Riscos muito grandes

Fonte: National Academy of Sciences (1972; 1974).

Fonte : AYRES & WESTCOT (1991)

A Tabela 4.3. poderá ser utilizada como guia geral, já que os animais que bebem água com concentrações próximas ou superiores aos valores nela indicados, podem ser afetados.

Segundo TODD (1967) a maioria dos abastecimentos de água potável dos Estados Unidos está de acordo com os padrões estabelecidos pelo "U. S. Public Service", baseados em sua adoção pela "American Water Association" e pela maioria dos departamentos de estado de saúde pública.

Os padrões de água potável estão resumidamente apresentados a seguir, segundo os seguintes limites qualitativos:

Qualidades bacteriológicas:

Especificam-se o número mínimo de amostras a serem coletadas e analisadas mensalmente e o número destas amostras que pode indicar a presença de organismos coliformes . Com efeito, estes requisitos limitam o teor de coliformes médio mensal a um MPN e um por ml.

Características físicas:

Características	Limite superior
Turbidez	10 ppm (escala de sílica)
Cor	20 (escala padrão de cobalto)
Sabor	Sem objeção
Odor	Sem objeção

Estes limites são imperativos para o abastecimento de água filtrada. Para outros, sua aplicação está sujeita a um julgamento razoável e à decisão baseada em condições locais.

Características Químicas :

Constituinte	Limite superior (ppm)
Chumbo (Pb)	0,1
Fluoreto (F)	1,5
Arsênico (As)	0,05
Selênio (Se)	0,05
Cromo hexavalente	0,05
Cobre (Cu)	3,0
Ferro(Fe) + Manganês (Mg)	0,3
Magnésio (Mg)	125
Zinco (Zn)	15
Cloreto (Cl)	250
Sulfato (SO ⁴)	250
Fenol	0,001
Total de sólidos desejáveis	500
Total de sólidos permitidos	1000

Estes limites são imperativos para os cinco primeiros constituintes, os demais são recomendados.

Segundo NOVO (1989), a avaliação dos recursos hídricos de uma região pode ser feita através do estudo das componentes do

ciclo hidrológico e suas relações, podendo esta avaliação ser efetuada quanto aos aspectos qualitativos e\ou quantitativos. Deste modo, pode-se avaliar as taxas de movimento da água e a quantidade da água no interior de cada subsistema do ciclo hidrológico.

Ainda segundo NOVO (1989), atualmente os dados de Sensoriamento Remoto são incorporados ao estudo dos recursos hídricos por meio de três diferentes formas: a) análise qualitativa de imagens e fotografias aéreas que permitem a identificação de alterações locais na cor e volume da água nos rios, reservatórios, etc; b) mapeamento das superfícies líquidas, identificação de sistemas de falhas, fraturas.etc; c) análise quantitativa que permite o estabelecimento de modelos que relacionam medidas pontuais em propriedades espectrais da água.

Segundo NOVO (op. cit.) os dados de Sensoriamento Remoto têm ampla aplicação na descrição quantitativa de bacias e redes de drenagem.

Alguns autores como VALÉRIO FILHO et alli (1981) e NOVO (1980), têm demonstrado que fotografias aéreas e imagens permitem o mapeamento da rede de drenagem. VALÉRIO FILHO et. all. (1976) afirmam que não se deve esperar que através das imagens LANDSAT seja possível a total restituição de drenagem como a que se consegue com fotografia aérea, mas é possível reconhecer a rede de drenagem a um nível compatível com a escala de trabalho.

PARAIBA (1980) justifica que como forma racional de definir o aproveitamento dos recursos hídricos, deve-se tomar algumas medidas de caráter generalizado que permitam uma correta utilização dos mananciais de água disponíveis para irrigação ou suprimento das populações. Nestas situações de duplicidade de alternativas, a prioridade absoluta deve ser dada para o suprimento humano e animal, sendo somente estes reservatórios liberados para irrigação após um planejamento detalhado daquela reserva e determinação das necessidades hídricas do projeto a ser instalado. Na Microrregião dos Cariris Velhos, a estratégia de uso da água deve ser observada cuidadosamente, devido as suas condições climáticas desfavoráveis.

Segundo REBOUÇAS (1965) este regime anual irregular de chuvas, tanto em sua distribuição espacial quanto em uniformidade no tempo, associado a uma **condição geológica (estrutura\litologia) sem tendência hidrogeológica**, e que é dominante em relação à pluviometria, contribui bastante como fator impeditivo do progresso social e econômico da região nordestina.

4.1.1. RECURSOS HÍDRICOS SUPERFICIAIS

PARAIBA (1984), afirma que na Bacia do Rio Sucuru o principal açude construído é o Açude Público de Sumé, com capacidade de 44,86 milhões de m³. Afirma também que o deflúvio médio anual para a região é de 40 mm, o que corresponde a um volume afluente médio anual da ordem de 69,1 milhões de m³,

sendo a capacidade ótima de acumulação para a sub-bacia do Rio Sucuru da ordem de 138,2 milhões de m³. Logo as preocupações relativas ao estabelecimento do uso racional destas águas superficiais, no que diz respeito principalmente aos projetos de construção e ampliação de açudes, devem obedecer determinados critérios para um correto dimensionamento destas obras.

Como o período do inverno na região dura entre 3 e 4 meses no ano, isto determina que qualquer açude a ser construído nesta área, possua uma capacidade de armazenamento tal que permita a sangria deste anualmente, como forma de evitar uma rápida salinização das suas águas (PARAIBA, 1980).

Os riscos de salinização ocorrem com maior intensidade na região dos Cariris Velhos, quando da construção de barragens subterrâneas (PARAIBA, op. cit.).

Segundo PARAIBA (1980) as águas superficiais que ocorrem na Bacia do Rio Sucuru, particularmente nos açudes de Sumê, Poço do Boi e Pantaleão, apresentam classificação C2S1, C2S1 e C1S1 respectivamente, sendo consideradas de boa a ótima qualidade para quaisquer finalidades.

Segundo MOLLE & CADIER (1992), a valorização da açudagem no Nordeste está bem aquém das suas potencialidades. Esses reservatórios podem ser utilizados para vários fins, sendo os principais:

- 1) Abastecimento humano;
- 2) Outros usos domésticos(lavagem de roupa,asseio,etc);
- 3) Abastecimento animal;
- 4) Plantação de sitio (aproveitamento de infiltrações à jusante da parede);
- 5) Cultivo de vazante;
- 6) Irrigação;
- 7) Pesca e\ou criação de peixes, patos e marrecos.

Cada situação é específica e levando-se em conta as prioridades locais bem como as características da represa, deve-se propor diferentes opções para o aproveitamento racional da água represada.

4.1.2. RECURSOS HÍDRICOS SUBTERRÂNEOS

VENEZIANI & ROCIO (1991) asseguram que em regiões onde predominam rochas cristalinas, a acumulação da água subterrânea está ligada, essencialmente, à existência de redes aquíferas. Tais redes originam-se a partir da trama formada por séries e sistemas de fraturamento (juntas e falhas). É óbvio que quanto maior a densidade de fraturamento e a abertura ou separação entre os planos que subdividem os blocos rochosos fraturados, maior é a capacidade de infiltração. Por outro lado, quanto maior o número

de cruzamentos entre os diferentes sistemas e/ou séries que dão origem à trama ou rede propriamente dita, maior será a capacidade de circulação das águas infiltradas, fato este que dá origem a uma pseudoporosidade às rochas originalmente impermeáveis.

VENEZIANI & ROCIO (1991) afirmam que aliando-se aos fatos acima descritos sobre o fluxo provável da água subterrânea, inferidos a partir da assimetria e da tropia da rede de drenagem, é possível demarcar áreas mais favoráveis à sua concentração.

Segundo SOARES & FIORI (1976) in SAMPAIO (1987), as lineações de relevo e drenagem estão associadas a feições estruturais como foliações, acamamentos e fraturas, sempre expressadas na imagem sob a forma de "traços", assim como os alinhamentos de relevo e drenagem podem representar descontinuidades geológicas e/ou falhamentos, expressados comumente nas imagens como lineamentos. A assimetria de drenagem e relevo associam-se feições planares inclinadas, bem como o basculamento de blocos. A Tabela 4.4. reúne os elementos de fotoanálise mencionados e seus respectivos significados geológicos (elementos de fotointerpretação).

A identificação das feições estruturais que dão origem às redes, por si só, não é suficiente para a locação de pontos para a perfuração com alta probabilidade de se encontrar água. É necessário compreender-se a evolução tectono-estrutural que levou à configuração geométrica observável em uma dada região de

estudo (VENEZIANI & ROCIO, 1991).

TABELA 4.4. ELEMENTOS DE FOTOANÁLISE E SIGNIFICADO GEOLÓGICO ASSOCIADO NAS IMAGENS

ELEMENTOS DE FOTOANÁLISE	ELEMENTOS DE FOTOINTERPRETAÇÃO SIGNIFICADO GEOLÓGICO
Lineações de Drenagem	Traços de Foliação
Lineações de Relevo	Traços de Acamamento
Lineações Tonais	Traços de Fratura
Fotoalinhamentos de Drenagem	Lineamentos Estruturais
Fotoalinhamentos de Relevo	Lineamentos Estruturais
Assimetria de Drenagem e Relevo	Mergulho de Feições Planares Basculamento de Blocos

Fonte: Modificada de SAMPAIO (1987).

SIQUEIRA (1963) afirma que um esforço tectônico faria sentir seus efeitos nas rochas ao longo de suas regiões de resistência mecânica à compressão, tensão ou cisalhamento. Quando as rochas não sofrem deformação plástica ou elástica, atingem então um limite de ruptura, rompendo-se. As águas por sua vez procuram os caminhos mais baixos e mais facilmente desobstruíveis em sua jornada para os mares. As zonas de nenhuma plasticidade ou elasticidade nas rochas, e de menor resistência mecânica, fendilham-

se, formando linhas de detritos, que escavados pouco a pouco no leito dos rios pela força mecânica das torrentes, auxiliadas pela intemperização, alteração, dissolução e carreamento dos minerais constituintes das rochas mais resistentes à pura força mecânica das águas, vindo assim a formar pequenos sulcos sobre os quais correm os rios intermitentes. Assim, as precipitações são direta ou indiretamente os mananciais de formação e manutenção destes reservatórios subterrâneos chamados fendas.

LARSSON (1977) in ALBUQUERQUE (1984), discorreu sobre a origem das fraturas, concluindo que a quantidade de água armazenada numa fratura depende do tipo e origem desta fratura. Neste mesmo trabalho, o autor apresenta uma classificação extensa e bastante detalhada das fraturas.

COSTA (1963) assegura que petrograficamente a região dos Cariris Velhos não é das mais complexas, já que a variedade de rochas é muito pequena, onde distinguem-se dois tipos principais de rochas que predominam na região: **gnáisse e granito**. Também afirma que mais de 2/3 desta região são ocupados por rochas do Pré-Cambriano. Sobre estes terrenos cristalinos e cristalofílicos de permeabilidade quase nula, as precipitações se evaporam ou se escoam, em sua maioria dando origem a enchentes temporárias em cursos d'água secos durante quase todo o ano. Estes fenômenos são produzidos pelo grande déficit da capacidade de retenção do solo e pela alta intensidade das precipitações.

SIQUEIRA (1963) assegura que a direção média das camadas na região de estudo tomam a direção ENE-WSW, fato confirmado pela observação das folhas de Sumé e Congo.

VENEZIANI & ROCIO (1991) afirmam que o tratamento e a interpretação de dados de produtos de sensores remotos de nível orbital, acompanhados de indispensáveis levantamentos de campo, permitem que se identifique um modelo evolutivo tectono-estrutural e, deste modo, que se conheçam as principais feições dúcteis, rúptil-dúcteis e rúpteis resultantes da deformação de uma determinada região de interesse. Desta forma, é possível analisar quais as feições estruturais de origem distensiva com maior probabilidade de dar origem às redes aquíferas.

SIQUEIRA (1963) ao fazer uma análise tectônica dos Caris Velhos, afirma que se observa no mapa e nas seções transversais desta região, que existiu um esforço no sentido (N-S), comprimindo as camadas, que as dobrou em sinclinais e anticlinais.

COSTA (1963) afirma que dependendo da intensidade tectônica e da competência das rochas, pode-se ter dois tipos de estruturas: **rupturas e dobramentos.**

Segundo SAMPAIO (1987) a disposição das feições estruturais extraídas de uma imagem fotográfica quando confrontadas com elementos de modelos deformacionais conhecidos, pode sugerir o padrão de fraturamento da superfície imageada bem como revelar o tipo de movimento tectônico ao longo de determinadas direções.

Geralmente estes movimentos são indicados através da identificação das estruturas típicas de regimes de esforços distensivos (juntas abertas e falhas normais) e compressivos tangenciais (juntas fechadas, falhas transcorrentes e inversas). Nos produtos sensores fotográficos estas feições estruturais são refletidas por lineações e alinhamentos de relevo e drenagem que representam os traços de fraturas (juntas) e lineamentos estruturais.

PARAÍBA (1980) afirma que devido os elevados índices de resíduos secos (média em torno dos 2500mg/l), as águas subterrâneas em terrenos cristalinos são geralmente imprestáveis para o consumo humano, servindo na maioria das vezes para o suprimento dos rebanhos.

Segundo SIQUEIRA (1963), as águas do Cariri são consideradas com qualidade de média salobra ou salgadas, tendo em média 7280 gr./l de resíduo seco e 3,400 gr./l de cloretos, nas águas de poços tubulares.

PARAÍBA (1980) afirma que na área do Anteprojeto Cariris, a exploração das reservas de águas subterrâneas deveria ser cuidadosamente planejada, tendo em vista a má qualidade destas águas. Como forma de permitir a recomendação do uso destas águas subterrâneas, indica-se que sejam feitos estudos básicos das reservas subterrâneas como forma mais imediata para organizar com sucesso a implantação de um projeto de perfuração de poços em grande escala na região dos Cariris Velhos.

REBOUÇAS (1965) informa que nas fendas dispõe-se apenas das águas que infiltram conseguindo escapar do escoamento superficial e da evaporação intensa. Nos riachos-fenda estas são protegidas parcialmente pelo manto aluvial que, na maioria dos casos, ainda constitui o principal reservatório e fonte de suprimento dos poucos recursos que se infiltram nas fendas.

ALBUQUERQUE (1984) afirma que nas aluviões poder-se-ia realizar uma exploração em larga escala durante o verão, pois essas seriam realimentados durante a estação chuvosa.

ALBUQUERQUE (op. cit.) afirma que nos trabalhos, estudos e pesquisas elaborados sobre águas subterrâneas no Nordeste brasileiro, tem-se sistematicamente desprezado o sistema aquífero aluvial como fonte de recursos hídricos, provavelmente, devido às características dimensionais do sistema, relativamente reduzidas e nem sempre contínuas espacialmente.

Segundo REBOUÇAS (1983:11) in ALBUQUERQUE (1984) destaca-se a importância dos aquíferos aluviais ao suprimento hídrico da população rural por três atributos: primeiro por serem os mais francamente realimentados pelas chuvas e enchentes da densa rede de drenagem; segundo, por estocarem importantes reservas (...); e, terceiro, por armazenarem água subterrânea ao alcance dos meios técnicos e econômicos das populações rurais. E continua: em geral, pode-se dizer que este manancial tem desempenhado um papel muito menos importante (...) do que sua relativa abun-

dância permitiria (...), com vantagem de acusarem os efeitos dos períodos de estiagem com grande atraso.

REBOUÇAS & GASPARY (1971) concluíram que só os estudos integrados, proporcionando uma compreensão do funcionamento da economia do semi-árido, permitiriam o estabelecimento de uma política de utilização d'água, em bases bem mais sólidas, bem como, a sua contínua reformulação de acordo com as modificações das variações determinantes do problema. Evitar-se-ia, assim, as explorações dos recursos de água subterrânea e superficiais, sem finalidades, ou com finalidades mal definidas.

SILVA (1992), diz que ainda tem-se muito a pesquisar quanto à ocorrência de águas no cristalino fraturado. Diversas análises têm sido desenvolvidas em procura das características físicas, internas, hidráulicas e de circulação da água neste meio. A dificuldade de se generalizar este meio, é função da complexidade existente no mesmo. A grande anisotropia e heterogeneidade, características intrínsecas naturais, criam condições ainda não determinadas, que de certa forma, contribuem para que os conhecimentos até então adquiridos, sejam particularizados em condições médias que possam representar todo o sistema.

CAPÍTULO 5

RESULTADOS

5.1. GEOLOGIA

5.1.1. PRÉ-CAMBRIANO INDIVISO

No presente trabalho as rochas do pré-cambriano indiviso foram agrupadas em uma única unidade litoestratigráfica denominada de **Embasamento Cristalino**.

As rochas da região de estudo apresentam-se intensamente tectonizadas, fraturadas e dobradas, podendo-se verificar que a foliação associada, está relacionada com falhas e fraturas que representam as principais direções de fraturamento definidos para a região (Tabela 5.1.).

5.1.1.1. Características Fotogeológicas do Embasamento Cristalino.

5.1.1.1.1. Caracterização Morfológica.

Apesar de se considerar o Embasamento Cristalino como uma única unidade litoestratigráfica, observou-se no campo um relacionamento direto entre o tipo litológico e as acentuadas variações morfológicas presentes na área de estudo. As áreas que nas imagens TM/LANDSAT-5 apresentam-se com relevo montanhoso e fortemente dissecado, correspondem no campo à ocorrências de rochas granitóides. As áreas que nas imagens apresentam-se com um relevo ondulado menos dissecado, correspondem no campo à ocor-

rências de gnáisses e migmatitos.

TABELA 5.1. RELAÇÃO ENTRE AS DIREÇÕES DE FOLIAÇÃO DAS ROCHAS DO EMBASAMENTO CRISTALINO E AS DIREÇÕES DE FRATURAMENTOS DEFINIDOS NA BACIA DO ALTO RIO SUCURU

FOLIAÇÃO	DIREÇÃO DE FRATURAMENTO
NS \pm 5°	NS \pm 5°
EW \pm 5°	EW \pm 5°
N20°E \pm 5°	N20°E \pm 5°
N40°E \pm 5°	N40°E \pm 5°
N65°E \pm 5°	N65°E \pm 5°
N25°W \pm 5°	N25°W \pm 5°
N35°W \pm 5°	N35°W \pm 5°
N60°W \pm 5°	N60°W \pm 5°

A relação direta entre a foliação das rochas do Embasamento Cristalino com as direções de fraturamento, possivelmente indica o desenvolvimento de dobras de arrasto associadas aos falhamentos.

As rochas pré-cambrianas da Bacia do Alto Rio Sucuru caracterizam-se morfologicamente pelo aspecto estrutural, devido principalmente à ocorrência de lineamentos estruturais que são

bem evidenciados nas imagens TM/LANDSAT-5. A estruturação dos elementos de relevo e drenagem nas imagens, permitiram a definição das fraturas e dos grandes falhamentos .

5.1.1.1.2. Diferenciação das Tonalidades de Nível de Cinza

As tonalidades de cinza das imagens multiespectrais do satélite TM/LANDSAT-5 são resultantes da interação da energia eletromagnética com a cobertura vegetal, com as áreas de solos ou rochas expostas, com o teor de umidade da superfície (solos e vegetação), etc. Tanto nas imagens do visível como do infravermelho refletido as rochas do Embasamento Cristalino apresentam-se em tonalidades que variam de cinza médio ao cinza médio-escuro, sendo que áreas de ocorrência dos granitóides apresentam-se em tonalidade cinza mais clara que as áreas dos gnáisses e migmatitos.

5.1.2. QUATERNÁRIO

As aluviões do Quaternário distribuídas ao longo dos rios, caracterizam-se morfologicamente pelo aspecto tonal cinza claro e textura variando de fina a média, em contraste com as tonalidades mais escuras do Embasamento Cristalino.

5.2. ANÁLISE DE FRATURAMENTO

A Análise do Mapa de Feixes de Fraturas (Anexo 2.3.) na escala de 1:100.000, possibilitou a definição dos alinhamentos da área de estudo, que foram interpretados tomando-se como supor-

te dados bibliográficos e de campo . A partir deste estudo foram definidos importantes elementos estruturais, como fraturas e falhamentos diversos e as 8 (oito) principais direções de fraturamento condicionantes do processo evolutivo da região, descritas a seguir:

*** NS \pm 5°**

Caracteriza a direção de falhas de empurrão (?) de alto ângulo de mergulho (vertical a subvertical), a foliação gnáissica e cataclástica e fraturamentos e eixos de dobras associadas.

*** EW \pm 5°**

Direção que caracteriza as falhas de rejeito direcional, conjugadas com falhas de gravidade e as foliações gnáissicas e cataclásticas e fraturamentos e eixos de dobras associadas.

*** N20°E \pm 5°**

Caracteriza a direção de falhas de empurrão (?) de alto ângulo e eixos de dobras e a foliação gnáissica e cataclástica e fraturamentos e eixos de dobras associadas.

*** N40°E \pm 5° e N35°W \pm 5°**

Direções que caracterizam as falhas de rejeito direcional conjugadas com falhas de gravidade e a foliação gnáissica e cataclástica e fraturamento e eixos de dobra associada.

5.2.1. ANÁLISE QUANTITATIVA DOS FOTOLINEAMENTOS

A partir da Análise do Mapa dos Eixos de Máximos de Frequência de Fraturas (Anexo 5.2.), obteve-se as seguintes informações:

* NS \pm 5°

Os eixos de máximos de frequência de fraturas orientam-se em sua maioria segundo as direções N60°W \pm 5°, N20°E \pm 5° e N65°E \pm 5°. Em alguns locais os eixos de máximos de frequência também orientam-se segundo as direções EW \pm 5°, NS \pm 5° e N35°W \pm 5°.

* EW \pm 5°

Os eixos de máximos de frequência de fraturas orientam-se preferencialmente segundo as direções NS \pm 5° e EW \pm 5°. Em alguns pontos os eixos de máximos de frequência de fraturas orientam-se pelas direções N35°W \pm 5°, N20°E \pm 5° e N65°E \pm 5°.

* N20°E \pm 5°.

Os eixos de máximos de frequência de fraturas orientam-se preferencialmente pelas direções N65°E \pm 5° e NS \pm 5°. Em alguns locais os eixos de máximos de frequência também são orientados segundo as direções preferenciais EW \pm 5° e N35°W \pm 5°.

* N40°E \pm 5°.

Os eixos de máximos de frequência de fraturas orientam-

se preferencialmente no sentido $EW \pm 5^\circ$ e $N40^\circ E \pm 5^\circ$. Em alguns pontos os eixos de máximos de frequência de fraturas estão orientados segundo as direções $NS \pm 5^\circ$, $N25^\circ W \pm 5^\circ$ e $N60^\circ W \pm 5^\circ$.

*** $N65^\circ E \pm 5^\circ$.**

Os eixos de máximos de frequência de fraturas orientam-se preferencialmente pela direção $EW \pm 5^\circ$. Em alguns locais os eixos de máximo de frequência são orientados segundo as direções $NS \pm 5^\circ$, $N35^\circ W \pm 5^\circ$ e $N20^\circ E \pm 5^\circ$.

*** $N25^\circ W \pm 5^\circ$.**

Os eixos de máximos de frequência de fraturas orientam-se preferencialmente pelas direções $N40^\circ E \pm 5^\circ$ e $N65^\circ E \pm 5^\circ$. Em alguns pontos os eixos de máximos de frequência de fraturas orientam-se segundo as direções $NS \pm 5^\circ$, $EW \pm 5^\circ$ e $N35^\circ W \pm 5^\circ$.

*** $N35^\circ W \pm 5^\circ$**

Os eixos de máximos de frequência de fraturas orientam-se preferencialmente pelas direções $EW \pm 5^\circ$, $NS \pm 5^\circ$ e $N35^\circ W \pm 5^\circ$. Em alguns pontos os eixos de máximos de frequência de fraturas se orientam segundo as direções $N40^\circ E \pm 5^\circ$, $N65^\circ E \pm 5^\circ$ e $N60^\circ W \pm 5^\circ$.

*** $N60^\circ W \pm 5^\circ$.**

Os eixos de máximos de frequência de fraturas orientam-se preferencialmente pelas direções $NS \pm 5^\circ$ e $N40^\circ E \pm 5^\circ$. Em alguns pontos os eixos de máximos de frequência de fraturas se orientam

segundo as direções $EW\pm 5^\circ$, $N35^\circ W\pm 5^\circ$ e $N40^\circ E\pm 5^\circ$.

5.2.2. ANÁLISE QUALITATIVA DOS FOTOLINEAMENTOS

Foi realizada a Análise Qualitativa dos Fotolineamentos tomando por base as informações sobre quantidade e frequência de ocorrência de fraturas, obtidas em imagens TM/LANDSAT-5 e medidas de campo (TABELA 5.2.) para as oito (8) direções preferenciais de fraturamento. A análise foi feita para a área total e cada uma das 5(cinco) sub-áreas, segundo as quais a região foi sub-dividida, com o objetivo de definir possíveis regiões de maior concentração de fraturas, segundo as direções de esforços.

As diferenças entre as intensidades de ocorrência de fraturas no campo e nas imagens TM/LANDSAT-5, segundo as direções de esforços definidas neste trabalho, possivelmente estão relacionadas com o número de afloramentos visitados, com o forte controle estrutural que a direção pode exercer sobre a(s) outra(s) e com a presença de um grande número de propriedades agrícolas, o que dificultou a extração na imagem de dados de interesse para o trabalho.

A Análise Qualitativa dos Fotolineamentos mostrou que, tanto nas imagens TM/LANDSAT-5 como no campo, as oito (8) direções de fraturamento possuem uma ocorrência praticamente homogênea, registrando-se apenas em relação às direções $N35^\circ W\pm 5^\circ$ e $N20^\circ E\pm 5^\circ$ uma variação entre os produtos sensores utilizados e as observações de campo . No campo observou-se que as ocorrências

TABELA 5.2. QUANTIDADE E FREQUÊNCIA DE FRATURAS (IMAGEM/CAMPO)

DIREÇÕES		ÁREA TOTAL		SUB-ÁREA CENTRAL		SUB-ÁREA NOROESTE		SUB-ÁREA NORDESTE		SUB-ÁREA SUDOESTE		SUB-ÁREA SUDESTE	
		IMAGEM	CAMPO	IMAGEM	CAMPO	IMAGEM	CAMPO	IMAGEM	CAMPO	IMAGEM	CAMPO	IMAGEM	CAMPO
NS±5°	QF	946	444	149	71	274	75	201	315	327	26	382	62
	F	12,13	13,74	7,90	8,26	10,70	10,19	12,30	17,90	11,80	3,53	13,80	9,90
EW±5°	QF	858	530	170	104	209	182	137	305	439	75	233	64
	F	11,00	16,40	9,00	12,10	8,10	24,72	8,40	17,04	15,80	10,19	8,40	10,22
N20°E±5°	QF	774	608	165	138	245	140	144	322	214	126	291	144
	F	9,90	18,80	8,70	16,06	9,50	19,02	8,80	17,99	7,70	17,11	10,50	23,00
N40°E±5°	QF	1239	345	316	59	365	105	224	144	472	48	455	40
	F	15,90	10,68	16,70	6,87	14,20	14,26	13,70	8,05	17,00	6,52	16,40	6,38
N65°E±5°	QF	1822	474	547	197	504	67	382	220	659	232	805	75
	F	23,40	14,67	28,90	22,93	19,60	9,10	20,90	12,29	23,70	31,52	29,00	11,98
N25°W±5°	QF	902	443	237	151	448	95	225	272	285	108	297	106
	F	11,60	13,71	12,50	17,57	17,40	12,90	13,80	15,20	10,30	14,67	10,70	16,93
N35°W±5°	QF	696	92	178	27	291	32	222	34	180	30	171	25
	F	8,90	2,80	9,40	3,14	11,30	4,34	13,60	1,90	6,50	4,07	6,20	3,99
N60°W±5°	QF	556	358	131	112	234	40	139	177	196	91	131	110
	F	7,10	11,08	6,99	13,03	9,10	5,43	8,50	9,89	7,00	12,36	4,70	17,57

QF = quantidade de fraturas;
F = frequência de fraturas, %.

das direções $NS\pm 5^\circ$, $EW\pm 5^\circ$, $N20^\circ E\pm 5^\circ$, $N25^\circ W\pm 5^\circ$ e $N60^\circ W\pm 5^\circ$ são mais altas em relação as imagens, enquanto que no campo para as direções $N40^\circ E\pm 5^\circ$, $N65^\circ E\pm 5^\circ$ e $N35^\circ W\pm 5^\circ$, observa-se uma diminuição na quantidade de ocorrência em relação às imagens.

Analisando-se os diagramas de rosáceas, elaborados com dados de imagens (Anexo 5.1.) para toda área de estudo e suas sub-áreas, verifica-se que as ocorrências de fraturas predominam nas direções $N65^\circ E\pm 5^\circ$ e $N40^\circ E\pm 5^\circ$, respectivamente. Ao se analisar os dados de campo, as ocorrências de fraturas predominam nas direções $N20^\circ E\pm 5^\circ$, $N65^\circ E\pm 5^\circ$ e $EW\pm 5^\circ$.

A partir das análises qualitativa, quantitativa e dos feixes de fraturas, algumas considerações podem ser feitas tomando-se como referência as oito (8) direções preferenciais definidas para a região de estudo:

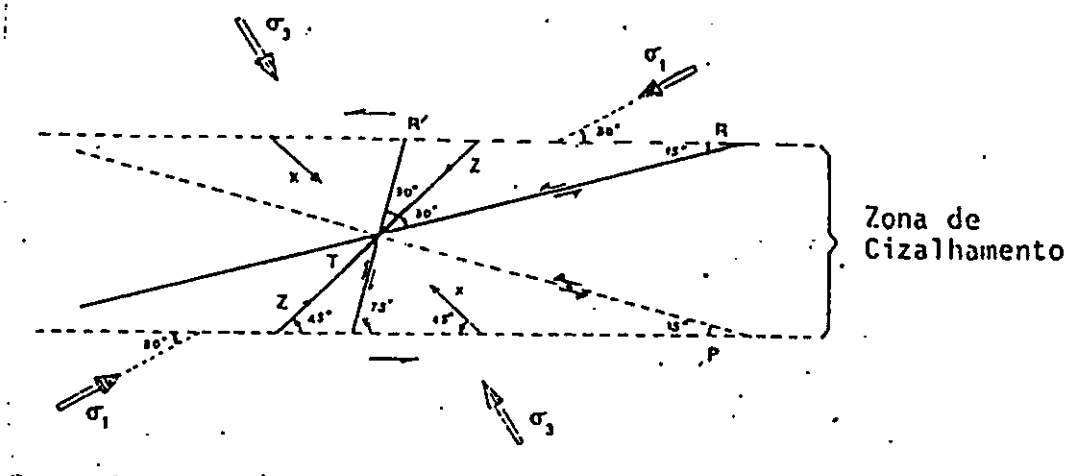
* Estas direções são de idade muito antiga e contemporânea, como mostrou a análise quantitativa, de caráter poliativo e exerceram uma importante função na história evolutiva da região desde os tempos Pré-Cambriano até o Fenerozóico Superior.

* As análises qualitativa e quantitativa, mostraram que os sistemas de fraturas reconhecidos, podem ser considerados como parte de um mesmo evento tectônico.

A integração dos dados da fotoanálise possibilitou a definição de falhamentos associados às 8 (oito) direções de es-

forços. Para análise destes falhamentos, considerando que estes se desenvolveram na região de influência das zonas de cisalhamento dos lineamentos de Patos e de Pernambuco, utilizou-se o modelo de RIEDEL (1929), apresentado por VIALON et alli (1976) e modificado por SADOWSKI (1983) (Figura 5.1.).

VIALON et alli (1976) e SADOWSKI (1983-1984), apresentaram o modelo de RIEDEL para zonas de cisalhamento que define (4) quatro famílias de fraturas secundárias (Figura 5.2.) a partir da associação binária de esforços de tração e compressão (BARBOSA, 1988 e 1990).

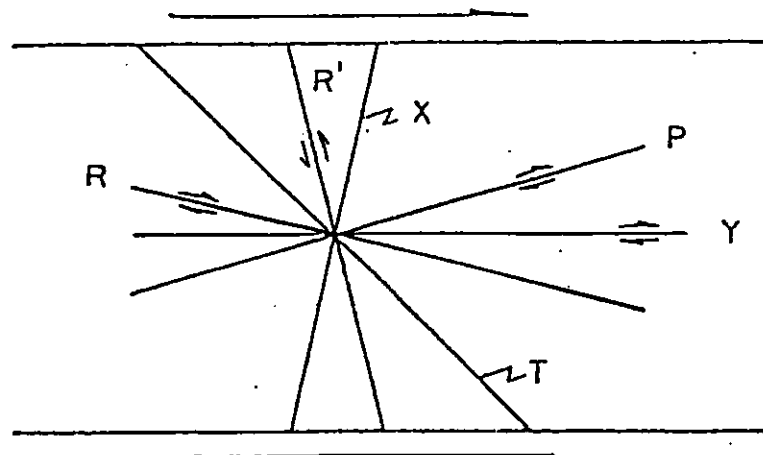


Fonte : VIALON et. alli. (1976)

Figura 5.1. Representação do Modelo da Zona de Cisalhamento de RIEDEL (1929).

Onde: T- falhas de extensão (tração); R e R'- sistema conjugado de RIEDEL (1929) (falhas transcorrentes sintéticas e antitéticas), P- falhas transcorrentes simétricas a R.

SADOWSKI (1983) definiu para o **modelo de RIEDEL** as famílias de fraturas X e Y, onde X são fraturas simétricas a R' em relação a zona de cisalhamento e Y são fraturas paralelas a zona de cisalhamento.



Fonte : SADOWSKI (1983)

Figura 5.2. Sistema de Fraturas da Zona de Cisalhamento Proposto por SADOWSKI (1983).

BARBOSA (1988) na região do Espinhaço Meridional e adjacências , no Estado de Minas Gerais e SADOWSKI (1983) no nordeste brasileiro , concluíram que a partir dos estudos de deformações associadas às falhas de empurrão e/ou a partir da relação angular dos lineamentos, utilizando-se dos modelos acima apresentados, é possível definir falhamentos transcorrentes responsáveis por estruturas inversas de alto ângulo e dobramentos associados, identificando-se desta forma os modelos binários para zonas de cisalhamento.

A análise das relações dos fotoalinhamentos, mostrou em determinadas áreas da região de estudo indícios de transcorrências, definidas pelos elementos texturais de relêvo e drenagem identificados nas imagens TM/LANDSAT-5.

Utilizando o modelo de RIEDEL (1920) com as modificações de SADOWSKI (1983), observou-se que os fotoalinhamentos que apresentam evidências de movimentação horizontal, guardam entre si uma relação angular, semelhante àquela apresentada nos modelos citados. Esta análise teve como resultado a definição de (2) duas zonas de cisalhamento para a área de estudo.

Uma zona dextral de direção EW em que foram definidos os falhamentos:

* Y_1 - falhas de rejeito direcional dextral, conjugadas com falhas de gravidade, de direção $EW \pm 5^\circ$ paralela a sub-paralela à direção dos lineamentos de Pernambuco e de Patos de direção EW.

Esta direção exerce um acentuado controle da drenagem.

* X_1 - falhas inversas de alto ângulo com direção próxima a $N20^\circ E \pm 5^\circ$.

* R'_1 - falhas de rejeito direcional sinestrais conjugadas com falhas de gravidade de direção aproximada a $N25^\circ W \pm 5^\circ$.

* P_1 - falhas de rejeito direcional destrais conjugadas com falhas de gravidade, de direção $N65^\circ E \pm 5^\circ$, paralelas a sub-paralelas a falha do Congo, a SE da área de estudo.

* R_1 - falhas de rejeito direcional destrais conjugadas com falhas de gravidade de direção $N60^\circ W \pm 5^\circ$.

* T_1 - falha de tração de direção aproximada $N35^\circ W \pm 5^\circ$, formando um ângulo de $\pm 30^\circ$ com R_1 e ocupa posição paralela à P_2 . Paralela à esta direção, encontra-se disposto o enxame de diques de composição diversa, desde dacitos até granitos finos (RADAMBRASIL, 1983) à leste de Sumé.

Para este sistema Y_1 de cisalhamento, a direção principal do esforço r_1 foi de $N60^\circ W \pm 5^\circ$ para SE.

A segunda zona de cisalhamento de direção próxima a $N60^\circ W \pm 5^\circ$ tem caráter sinistral, oposto ao caráter dextral do sistema EW.

Os seguintes falhamentos estão associados a este sistema de cisalhamento:

* Y₂ - falhas de rejeito direcional sinistral, conjugado com falha gravitacional, paralela a 2ª zona de cisalhamento de direção próxima a N60°W±5°.

* R₂ - falhas de rejeito direcional sinestrais conjugada com falha gravitacional de direção EW±5° (subparalelas ao lineamento de Patos) e sintéticas a Y₂.

* R'₂ - falhas de rejeito direcional destrais, conjugados com falhas de gravidade de direção aproximada a N40°E±5°.

* T₂ - falha de tração com direção próxima a N65°E±5° formando um ângulo de 30° com R'₂ e ocupa posição paralela a P₁.

* P₂ - falhas de rejeito direcional sinestrais, conjugadas com falhas de gravidade, de direção aproximada a N35°W±5°, é paralela a T₁ e simétrica a R₂.

* X₂ - falha inversa de alto ângulo de direção próxima a NS±5°.

Para a zona Y₂ de cisalhamento a direção principal de esforços r₁ foi de E para W.

Todas as direções relacionadas com os falhamentos (de ambas as zonas de cisalhamento identificadas), foram estudadas no campo. Além dos indícios de movimentos horizontais, tanto destrais como sinestrais, foram observados também indícios de movimentos verticais, relacionados a falhamentos normais. Quanto às

falhas inversas de alto ângulo (falhas X_1 e X_2), praticamente não foi possível identificá-las no campo, devido ao tempo e por apresentarem-se praticamente verticalizadas. De uma maneira geral, as direções $NS\pm 5^\circ$ e $N25^\circ E\pm 5^\circ$ são definidas como direções de falhas e fraturas fechadas resultantes dos esforços compressivos e as direções $N35^\circ W\pm 5^\circ$ (T_1) e $N65^\circ E\pm 5^\circ$ (T_2) representam as principais direções de desenvolvimento de fraturas e falhas abertas como resultantes dos esforços distensivos. As falhas Y, P, R e R' também associam-se falhas de gravidade (elementos abertos) e zonas cataclásticas (milonitizadas).

5.3. ANÁLISE DA ASSIMETRIA DA REDE DE DRENAGEM E DO RELEVO.

A análise da assimetria do relevo e da rede de drenagem forneceu elementos determinantes da tendência de fluxo da água subterrânea. Como produto desta análise, foram traçadas as linhas de tendência de fluxo das águas subterrâneas (Anexo 2.7.), que possibilitaram as seguintes definições em termos estruturais:

* Na região da cidade de Ouro Velho as linhas de tendência de fluxo indicam que as águas de subsuperfície tendem a fluir de norte para sul, em direção a calha do Riacho Pantaleão. Na região do Açude Boa Vista, as linhas de tendência de fluxo mostram uma direção de fluxo das águas subterrâneas de sudoeste para nordeste, também em direção a calha do Riacho Pantaleão;

* Na região do Distrito de Amparo, as linhas de tendência de fluxo mostram que as águas de subsuperfície tendem a

fluir de oeste para leste em direção as calhas dos Riachos Jureminha e Caboclos e de leste para oeste em direção a calha do Riacho dos Caboclos. A norte do Distrito de Amparo, na região de Melancia, as linhas de tendência de fluxo dão a evidência de um alto estrutural de direção noroeste, indicando que nesta região o fluxo das águas subterrâneas tendem a convergir de nordeste para sudoeste em direção a calha da Riacho Jureminha e de noroeste para sudeste em direção a calha do Riacho dos Caboclos.

* Na região a sudoeste da cidade de Prata, as linhas de tendência de fluxo indicam que as águas de subsuperfície tendem para convergir de sudeste para noroeste em direção a calha do Riacho São Francisco e a norte de Prata a tendência de fluxo é de sul para norte em direção a calha dos Riachos Pantaleão e Acauã. A leste de Prata a tendência do fluxo das águas de subsuperfície é de noroeste para sudeste em direção a calha do Riacho Santa Catarina.

A disposição das linhas de tendência de fluxo a sul e a sudeste da cidade de Prata dá evidências de um alto estrutural de direção nordeste.

* Na região do Açude Jatobá, do Riacho das Carnaúbas e a nordeste da cidade de Prata, a tendência geral de fluxo das águas subterrâneas é de sul para norte em direção a calha do Rio Sucuru.

Na região de Mulungu as linhas de tendência de fluxo

das águas subterrâneas, mostram um caráter divergente (de leste para oeste em direção a calha do Riacho dos Caboclos e de oeste para leste em direção ao Açude Poço do Boi), dando um indicativo da existência de um alto estrutural nesta região de direção nordeste.

* Na porção nordeste da área de estudo, entre o Distrito de Pio X e a cidade de Sumê, as linhas de tendência de fluxo mostram que a tendência do fluxo das águas subterrâneas é de norte para sul, em direção a calha do Rio Sucuru.

5.4. ÁREAS FAVORÁVEIS À PESQUISA DE ÁGUA SUBTERRÂNEA.

De acordo com a TABELA 2.2. foram definidas no Mapa Integrado (Anexo 2.8.) 13 (treze) áreas favoráveis à pesquisa de água subterrânea, utilizando-se os princípios de SAMPAIO (1987). Estas áreas referem-se apenas a alguns dos possíveis locais que podem ser delimitados, ficando implícito que outras áreas também podem ser definidas a partir da TABELA 2.2.. Neste trabalho foram adotados círculos que determinam os limites estimados das áreas, de forma que é aconselhável que as pesquisas que nelas forem desenvolvidas, devam partir do centro dos círculos em direção as suas bordas. Além disso, as pesquisas devem concentrar-se ao longo das feições maiores (Ex.:lineamentos), já que são consideradas como estruturas favoráveis ao acúmulo de água subterrânea.

As áreas delimitadas foram agrupadas de acordo com a

TABELA 2.2., segundo os elementos estruturais abertos, híbridos ou fechados.

5.4.1. ELEMENTOS ESTRUTURAIS ABERTOS.

ÁREA I - do tipo AI3 localizada no extremo sudoeste da área de estudo, na localidade de Barra. Caracteriza-se pelo cruzamento lineamento(s) X lineamento(s), de direções próximas a $N40^{\circ}E\pm 5^{\circ}$ e $N35^{\circ}W\pm 5^{\circ}$, em área de convergência do fluxo de água subterrânea. Associado ao lineamento $N40^{\circ}E\pm 5^{\circ}$, existe um feixe de fraturas de mesma direção.

ÁREAS III e IV - do tipo AI3 localizadas na sub-área nordeste da área de estudo, na localidade de Gregório. Ambas caracterizam-se pelo cruzamento lineamento(s) X lineamento(s) de direções a $EW\pm 5^{\circ}$ e $N40^{\circ}E\pm 5^{\circ}$, em área de convergência de fluxo.

ÁREA VII - do tipo AI3 localizada na sub-área noroeste da região de estudo a norte do Açude São Paulo. Caracteriza-se pelo cruzamento lineamento(s) X lineamento(s) de direções próximas a $N60^{\circ}W\pm 5^{\circ}$, $N25^{\circ}W\pm 5^{\circ}$ e $N20^{\circ}E\pm 5^{\circ}$, em área de convergência de fluxo de água subterrânea. Nesta área existe um poço com uma profundidade de 24,8 m, com vazão de 4000 l/h e água de ótima qualidade, locado sobre o lineamento $N25^{\circ}W\pm 5^{\circ}$.

ÁREA IX - do tipo AI2 localizada na sub-área sudoeste da área de estudo. Caracteriza-se pelo cruzamento feixe(s) X lineamento(s), onde o feixe de fraturas possui direção próxima a

N40°E±5° e os lineamentos próximo as direções N35°W±5° e N65°E±5°, em área de convergência de fluxo de água subterrânea.

ÁREA XII - do tipo AI1 localizada na sub-área noroeste da área de estudo, mais precisamente ao sul do Distrito de Amparo. Caracteriza-se pelo cruzamento feixes(s) X lineamento(s), onde o feixe possui direção N65°E±5° e o lineamento N35°W±5°, em área de convergência de fluxo de água subterrânea.

ÁREA XIII - do tipo AI1 na sub-área noroeste da região de estudo, na localidade de Serrote Agudo. Caracteriza-se pelo cruzamento feixe(s) X feixe(s), onde dois feixes paralelos apresentam direção próxima a N65°E±5° e o outro feixe a direção N25°W±5°, em área de convergência de fluxo de água subterrânea.

5.4.2. ELEMENTOS ESTRUTURAIS HÍBRIDOS.

ÁREA VIII - do tipo BI1 encontra-se na sub-área noroeste da região de estudo, na localidade de Pedro da Costa. Caracteriza-se pelo cruzamento feixe(s) X feixe(s) de direções NS±5° e N65°E±5°, em área de convergência de fluxo de água subterrânea. Associado aos feixes NS±5° existe um lineamento de mesma direção e outro lineamento na direção N65°E±5°.

ÁREA II - do tipo BI1 está localizada na sub-área sudoeste da área de estudo, na região compreendida entre a Serra da Matarina e a localidade de José Antônio. Caracteriza-se pelo cruzamento feixe(s) X feixe(s) de direções N40°E±5° e N20°E±5°, em

área de convergência de fluxo de água subterrânea. Nesta área observa-se também a existência de lineamentos nas direções $N40^{\circ}E\pm 5^{\circ}$, $N25^{\circ}W\pm 5^{\circ}$ e $NS\pm 5^{\circ}$.

ÁREA X - do tipo BI4 está localizada na sub-área sudeste da região de estudo, na localidade de Riachão Novo. Caracteriza-se pelo cruzamento lineamento(s) X lineamento(s) de direções $N20^{\circ}E\pm 5^{\circ}$, $N65^{\circ}E\pm 5^{\circ}$ e $N35^{\circ}E\pm 5^{\circ}$, em área de convergência de fluxo de águas subterrâneas. Nesta área existe um poço com profundidade de 49 m e vazão de 14400 l/h.

ÁREA V - do tipo BI2 está localizada na sub-área nordeste da região de estudo, na localidade de Cacimba do Meio. Caracteriza-se pelo cruzamento feixe(s) X lineamento(s), sendo a direção do feixe $NS\pm 5^{\circ}$ e dos lineamentos $N40^{\circ}E\pm 5^{\circ}$ e $EW\pm 5^{\circ}$ em área de convergência de fluxo de água subterrânea.

ÁREA VI - do tipo BI2 localizada na sub-área noroeste da região de estudo, na localidade de Lagoa do Meio. Caracteriza-se pelo cruzamento feixe(s) X lineamento(s), sendo as direções dos feixes $N20^{\circ}E\pm 5^{\circ}$ e $N60^{\circ}W\pm 5^{\circ}$ e a direção dos lineamentos $N60^{\circ}W\pm 5^{\circ}$, em área de divergência de fluxo de água subterrânea. Exatamente no lugar deste cruzamento existe um poço de profundidade 50,0 m e vazão de 800 l/h.

ÁREA XI - do tipo BI1 está localizada na sub-área sudeste da região de estudo, na localidade de Riachão Velho. Caracteriza-se pelo cruzamento feixe(s) X lineamento(s), sendo a dire-

ção do feixe de fraturas $N35^{\circ}W\pm 5^{\circ}$ e dos lineamentos $EW\pm 5^{\circ}$ e $N20^{\circ}E\pm 5^{\circ}$, em área de convergência de fluxo de água subterrânea.

Na análise acima verifica-se o seguinte: dentre as estruturas abertas, a mais encontrada foi o cruzamento lineamento(s) X lineamento(s) com 4 (quatro) ocorrências, que representa 30,77% do total dos cruzamentos; os cruzamentos feixe(s) X feixe(s) ocorrendo 2 (duas) vezes apresentam 15,38% do total de cruzamentos e por último o cruzamento feixe(s) X lineamento(s) com uma única ocorrência, representam 7,7% do total dos cruzamentos.

As principais direções de maiores possibilidades para as pesquisas de água subterrânea na área de estudo, quando há concordância com a tendência do fluxo das águas subterrâneas, são:

* $N65^{\circ}E\pm 5^{\circ}$ representando 23,07% das direções presentes nos cruzamentos.

* $N35^{\circ}W\pm 5^{\circ}$ representando 15,38% das direções presentes nos cruzamentos.

* $N40^{\circ}E\pm 5^{\circ}$ representando 15,38% das direções presentes nos cruzamentos.

* $N20^{\circ}E\pm 5^{\circ}$ representando 15,38% das direções presentes nos cruzamentos.

* $N25^{\circ}W\pm5^{\circ}$ representando 11,53% das direções presentes nos cruzamentos.

* $EW\pm5^{\circ}$ representando 11,53% das direções presentes nos cruzamentos.

* $N60^{\circ}W\pm5^{\circ}$ representando 3,85% das direções presentes nos cruzamentos.

* $NS\pm5^{\circ}$ representando 3,85% das direções presentes nos cruzamentos.

Partindo-se destas informações, verifica-se que as melhores áreas para a pesquisa da água subterrânea na região de estudo, estão relacionadas principalmente com as seguintes direções: $N65^{\circ}E\pm5^{\circ}$, $N35^{\circ}W\pm5^{\circ}$ e $N40^{\circ}E\pm5^{\circ}$.

5.5. USO DA TERRA

Com base na análise dos produtos TM/LANDSAT-5 e nas verificações de campo, foram obtidos os seguintes resultados:

Duas classes de uso atual da terra foram definidas: a **Classe de Uso Agrícola** e a **Classe de Vegetação Natural**.

5.5.1. CLASSE DE USO AGRÍCOLA

A grande maioria das terras da área de estudo, são ocupadas por um pequeno número de propriedades rurais de grande porte (> que 300 ha), predominando em maior número, os imóveis

rurais de porte médio (de 30 a 300 ha) e uma pequena percentagem é ocupada por imóveis de pequeno porte (< que 30 ha).

5.5.1.1. Sub-classe das Propriedades de Grande Porte

As suas principais áreas de ocorrência são:(Anexo 2.5.)

- * ao norte e a nordeste da cidade de Ouro Velho;
- * na região do Distrito de Pio X;
- * ao norte da cidade de Sumé ;
- * ao longo da BR-412 na região de Olho d'Água/Rancho dos Negros;
- * ao leste e a sudoeste da cidade de Prata ;
- * ao sul do Distrito de Amparo.

A principal atividade agrícola nestas propriedades é a pecuária, com o aproveitamento de grandes extensões de terras ocupadas pela vegetação nativa, utilizada como pastagem natural. Além disso, estas propriedades utilizam a prática do desmatamento para o plantio de capineiras, sendo o capim Buffel a variedade mais plantada. Dentre as forrageiras, as mais cultivadas são a palma e a algaroba. Em algumas destas propriedades verifica-se também a prática da agricultura irrigada, sendo que entre as principais culturas destacam-se o tomate, a cenoura, o milho e o feijão e entre as fruteiras o destaque é para a banana.

5.5.1.2. Sub-classe das Propriedades de Médio Porte

As principais áreas de ocorrência são : (Anexo 2.5.)

- * ao sul e ao norte da cidade de Sumé;
- * na região de Santo Agostinho, ao norte da cidade de Sumé;
- * na região da cidade de Prata, ao longo da sub-bacia do Riacho São Francisco, se estendendo para sul em uma estreita faixa passando por Pio XI até Areial;
- * na região da cidade de Ouro Velho, ao longo da sub-bacia do Riacho Pantaleão até Boa Vista do Zuza.

Uma das suas principais características é a diversidade das atividades, desde a pecuária (criação de gado leiteiro e de caprinos e ovinos em pequenas quantidades), à criação de suínos e galináceos para o consumo doméstico, até a agrícola caracterizada pelo plantio de culturas de subsistência (milho e feijão).

Nas áreas de aluvião desenvolve-se o plantio de algumas fruteiras (banana, manga, caju, pinha, etc) e hortícolas (pimentão, cenoura, etc). Entre as forrageiras são cultivados os capins Buffel, Elefante e Marrequinha (nas vazantes de açudes), a palma, o sorgo, etc. A prática da irrigação nestas propriedades é muito restrita.

5.5.1.3. Sub-classe das Propriedades de Pequeno Porte

As principais áreas de ocorrência são: (Anexo 2.5.).

- * a oeste da cidade de Sumé, às margens do açude público de mesmo nome;
- * na região de Olho d'Água do Padre, a norte/nordeste da cidade

de Sumê;

- * na região de Olho d'Água Branco até Balanço, a leste do Distrito de Pio X;
- * na região do Distrito de Amparo, abrangendo as sub-bacias dos Riachos dos Caboclos e das Cinco Vacas;
- * a nordeste da cidade de Prata, na região de Acauã;
- * a nordeste da Lagoa de Panatí;
- * nas regiões de Amparinho, Lapinha e Maracajá;
- * ao sul da cidade de Prata, na região de Santa Catarina/José Antônio.

As suas principais características são:

- * a agricultura de subsistência, representada pelo consórcio milho/feijão;
- * o consórcio de fruteiras diversas com culturas de subsistência;
- * o consórcio de forrageiras como a palma, com culturas de subsistência;
- * a pecuária pouco desenvolvida, representada por bovinos, caprinos, ovinos, suínos, galináceos, etc., destinada basicamente ao consumo doméstico.
- * a maior parte está localizada nos baixios, em áreas de aluvião ou nas margens dos açudes públicos, cujas águas são utilizadas na irrigação. Nas vazantes dos açudes também são plantadas as culturas de subsistência e pastagens para os rebanhos.

Independente do tamanho da propriedade, na atividade

pecuária o sistema de criação é semi-extensivo.

Em termos de irrigação, destacam-se os Projetos do DNOCS na cidade de Sumé (fora de operação, devido à atual escassez de água no Açude Público de Sumé, que também abastece a cidade) e o de iniciativa privada na Fazenda São Paulo, no município de Prata. As águas dos poços profundos e amazonas são muito pouco utilizadas na irrigação.

A prática da cultura consorciada, principalmente nas propriedades de médio e pequeno portes, dificulta as estimativas de previsão das safras através do uso de técnicas não convencionais.

O suprimento energético é feito a base de lenha, derivados de petróleo e de energia elétrica, sendo este último carente de um programa de expansão. Em pequena escala, observou-se o uso da energia eólica para o consumo doméstico, principalmente nas pequenas e médias propriedades.

5.5.2. CLASSE DE VEGETAÇÃO NATURAL

A Classe Vegetação Natural foi dividida em 3 (três) sub-classes como a seguir, embora nos mapas (Anexo 2.4. e 2.5.) ela esteja representada por uma única unidade denominada **Vegetação Natural**:

* **caatinga arbustiva** - é caracterizada pela presença de árvores de pequeno porte e geralmente é utilizada como pastagem natu-

ral. Em algumas áreas desmatadas observou-se a rebrota de algumas espécies, sendo o marmeleiro (Croton sp - Euphorbiaceae) a espécie predominante na região de estudo;

- * **caatinga arbórea** - além da presença das espécies encontradas na classe caatinga arbustiva, caracteriza-se por uma maior densidade de árvores de grande porte;
- * **caatinga arbórea arbustiva** - este tipo de vegetação caracteriza-se pela presença das espécies de pequeno e de grande portes, encontradas tanto nas caatingas arbustivas como nas caatingas arbóreas.

5.6. DRENAGEM E CORPOS D'ÁGUA

5.6.1. DRENAGEM

O estudo da rede de drenagem foi realizado de modo qualitativo e quantitativo. Como resultado desse estudo, obtiveram-se as seguintes informações (Anexo 2.6. e 2.7.):

5.6.1.1. Análise Qualitativa:

- * Padrão de drenagem: **dendrítico**;
- * Grau de integração dos canais de escoamento: **do tipo integrado, uniforme e orientado**;
- * Grau de controle: **alto**;
- * Angularidade: **alta**;
- * Ângulo de junção entre os tributários e os receptores: **agudo**.

5.6.1.2. Análise Quantitativa:

- * Densidade de drenagem: **alta, com média de comprimento dos segmentos de canais de mais ou menos 1,5 km;**
- * Frequência de rios: **alta.**

Estes dois índices são praticamente constantes para toda a área de estudo.

Os resultados das análises qualitativa e quantitativa caracterizam a geologia da área, que é representada por rochas cristalinas do Prê-Cambriano, com permeabilidade muito baixa, porém bastante fraturadas. Embora não seja uma constante, em alguns pontos foram observados afloramentos naturais de água na superfície, associados ao fraturamento das rochas cristalinas, sendo os de maior destaque o de Olho d'Água do Padre, a nordeste da cidade de Sumé e o de Olho d'Água Branco, a leste do Distrito de Pio X. Estas ocorrências têm um papel importante no abastecimento de água da região para o consumo humano e animal.

5.6.2. CORPOS D'ÁGUA

Os corpos d'água da área de estudo estão representados basicamente pelos açudes. Considerando-se a superfície média da lâmina d'água e a classificação de MOLLE & CADIER (1992), eles foram agrupados em 3 (três) categorias como a seguir:

- * **Açudes de grande porte** - Como açude de grande porte foram considerados: o Açude Público de Sumé com capacidade de armazenamen-

to de 45.10^6 m³ de água e o açude particular São Paulo com capacidade de armazenamentode 21.10^6 m³ de água;

* **Açudes de médio porte** - Como açudes de porte médio foram considerados: Prata (com $4,4.10^6$ m³ de água), Cinco Vacas (com $5,5.10^6$ m³ de água), Jatobá, Boa Vista, Ouro Velho e Poço do Boi;

* **Açudes de pequeno porte** - No presente trabalho identificaram-se 198 açudes de pequeno porte (com capacidade de armazenamento de até 2.10^6 m³ de água) sendo que os mais significativos, em termos de tamanho, são os que estão localizados ao longo dos seguintes riachos: Cinco Vacas, Carnaúbas, Boa Sorte, Boa Vista, Prata, Acauã, Olho d'Água, Barroca, Felipe e Mulungu.

5.7. ANÁLISE TEMPORAL

O resultado da análise temporal (imagens TM/LANDSAT-5 de 10/12/1984 e 18/07/1990, Anexos 2.4. e 2.5.) mostrou um alto índice de devastação da vegetação natural, que tem sido usada para a fabricação de carvão vegetal e utilização das terras na agricultura, na formação de capineiras e no plantio de forrageiras, tais como a palma e a algaroba.

Em termos de expansão das propriedades, foram as de grande porte as que mais cresceram, devido principalmente à incorporação das áreas de vegetação natural, que foram desmatadas. As principais áreas onde se verificaram esses crescimentos foram:

* ao longo da BR-412, no sentido Sumé/Monteiro;

- * ao norte da cidade de Sumé;
- * na região do Distrito de Pio X;
- * ao norte da cidade de Ouro Velho;
- * ao sul do Distrito de Amparo;
- * ao norte da cidade de Prata.

Em relação às propriedades de médio e pequeno portes, praticamente não houve mudanças significativas das áreas por elas ocupadas.

Quanto aos açudes, observou-se que na imagem do ano de 1984 eles estavam cheios, fato não observado na imagem do ano de 1990. Verificou-se que neste período foram construídos 75 açudes de pequeno porte, um açude de médio porte (Açude Público de Cinco Vacas) e um açude particular de grande porte (Açude São Paulo) (Anexos 2.6. e 2.7.).

Com relação ao Açude Público de Sumé, a imagem de 1990 mostrou que seu nível estava muito baixo e de acordo com dados fornecidos pelo DNOCS, correspondia ao volume de $11,86 \cdot 10^6$ m³ de água armazenada. Ainda segundo os dados do DNOCS, em fevereiro de 1993 o volume d'água do referido açude caiu para $4,4 \cdot 10^6$ m³ de água, que representa menos de 10% de sua capacidade. No período analisado se tem notícia que o Açude de Sumé transbordou no ano de 1985, quando o índice pluviométrico da região chegou a 1.383,2 mm. Nos anos seguintes, a média permaneceu alta (708,0 mm/ano) em relação ao índice pluviométrico anual da região, que é da ordem

de 697,7 mm/ano (BARROS et. alli., 1993) . Embora os dados no período 1986/1990 apresentem condições favoráveis ao aumento do volume d'água do Açude de Sumé, tal fato não ocorreu, provavelmente devido ao grande número de pequenos açudes construídos no período (houve um acréscimo de aproximadamente 60%). Hoje as águas do açude estão sendo utilizadas unicamente para o abastecimento da cidade de Sumé, pois o volume armazenado não permite o seu uso no Perímetro Irrigado de Sumé, cujas atividades agrícolas encontram-se paralizadas.

Considerando-se que o volume armazenado no Açude de Sumé representa menos de 20% de sua capacidade , há necessidade de uma precipitação média da ordem de 1.750,0 mm (BARROS et. alli., op. cit.) para que este e os demais açudes da região atinjam sua capacidade máxima de armazenamento.

5.8. INTEGRAÇÃO DOS DADOS

Tendo em vista ser a região da Bacia do Alto Rio Sucuru de grande importância econômica para o Estado da Paraíba, principalmente na agropecuária, há uma necessidade premente de se adotar diretrizes que possam nortear o uso dos recursos hídricos superficiais e subterrâneos no consumo agrícola, animal e humano.

A capacidade de aproveitamento dos recursos hídricos superficiais da área de estudo, no que se refere à construção de novos açudes, já se encontra totalmente esgotada, conforme afirmam BARROS et. alli. (1993). A evidência mais clara deste proble-

ma ocorre com a paralização das atividades do Perímetro Irrigado do DNOCS, no município de Sumê nos últimos 5 (cinco) anos, provocada pela não disponibilidade d'água no Açude Público de mesmo nome, apesar dos índices pluviométricos na região se manterem acima da média anual durante os últimos anos, o que vem causando grandes prejuízos à economia da região.

O aproveitamento das águas superficiais armazenadas, não apresenta restrições quanto a sua qualidade, conforme se atesta em PARAIBA (1980), que as classifica entre boas e ótimas, tanto para irrigação como para consumo humano e/ou animal.

Conforme as informações contidas no Anexo 5.3. e a Tabela 4.2., as águas subterrâneas da área de estudo para serem utilizadas em irrigação sofrem restrições de ligeiras a moderadas, caso sua condutividade elétrica esteja na faixa de 0,7 a 3,0 dS/m, o que exige cuidados gradualmente maiores na seleção das culturas e nas alternativas de manejo, de forma a estas alcançarem o potencial máximo de rendimento. Em caso da condutividade elétrica dessas águas ser superior a 3,0 dS/m, o seu uso para irrigação sofre severas restrições, que implicam no aparecimento de problemas no solo e nas culturas e/ou redução no rendimento e na necessidade de contar com um manejo adequado e efetivo, bem como um plano de operação especificamente adaptado à qualidade da água que vai ser utilizada, para se alcançar rendimentos aceitáveis.

Baseado em dados agronômicos utilizados na elaboração do projeto do Perímetro Irrigado de Sumé (DNOCS), determinou-se a vazão necessária para se irrigar diversas culturas na região de estudo. Como a grande maioria dos poços profundos na Bacia do Alto Rio Sucuru (Anexo 5.3.) apresenta baixas vazões, que variam entre 0 e 16 m³/h, usou-se o valor da vazão média (2,77 m³/h) registrada por estes poços, para determinar o tamanho da área irrigável com esta água subterrânea, verificando-se dessa maneira ser possível apenas a irrigação de pequenas áreas.

Por outro lado, as águas utilizadas para abastecer o gado, podem ser de qualidade inferior, como ocorre com as águas subterrâneas da área de estudo. Tomando-se como base a Tabela 4.3., observa-se que as águas dos poços profundos existentes na Bacia do Alto Rio Sucuru, são adequadas para a dessedentação destes animais, sendo que seus índices de salinidade podem provocar diarreias temporárias em gados não acostumados a consumir essas águas e/ou a ocorrência de excrementos aquosos nas aves.

Baseado nos padrões de água potável da Tabela 4.4. e nos dados do Anexo 5.3., obtiveram-se os seguintes resultados:

* Apenas 9,89% dos poços da região de estudo possuem águas com total de sólidos permissíveis ao consumo humano;

* Apenas 22,52% dos poços da região de estudo apresentam águas com percentual de magnésio (Mg) em teores

que possibilitam o consumo humano;

* Apenas 19,78% dos poços da região de estudo apresentam águas com percentual de cloreto (Cl) permissível ao consumo humano;

* Dos poços da região de estudo 95,06% apresentam águas com percentuais de sulfato (SO₄) que permitem o consumo humano;

**TABELA 5.3. DIMENSÕES DAS ÁREAS POSSÍVEIS DE IRRIGAÇÃO
COM A VAZÃO MÉDIA DOS POÇOS PROFUNDOS
DA BACIA DO ALTO RIO SUCURU.**

CULTURAS	COEF. DE UC	MÁXIMO UC (cm)	CICLO VEGETATIVO (meses)	CD/CV (m ³ /ha)	Q (m ³ /h)	A (ha)
FEIJÃO	0,70	12,04	3,00	7.224	3,30	0,83
CEBOLA	-	7,00	4,50	6.300	1,94	1,40
TOMATE	0,70	12,04	5,00	10.836	3,01	0,92
BANANA	0,90	15,48	ANUAL	46.440	5,30	0,52
PASTAGENS	0,75	12,90	ANUAL	30.960	3,53	0,78

UC = uso consuntivo da cultura;

CD = consumo diário;

CV = ciclo vegetativo;

Q = vazão para irrigar 1 hectare;

A = área irrigável com a vazão média de 2,77 m³/h.

De acordo com estas informações, conclui-se que apenas um pequeno percentual dos poços da região de estudo, pode ter suas águas utilizadas para o consumo humano sem que causem quaisquer efeitos colaterais.

Conforme verifica-se na pesquisa realizada em campo sobre os Aspectos de Infraestrutura e Atividades Agrícolas Básicas Desenvolvidas nas Propriedades Rurais da Bacia do Alto Rio Sucuru (Anexo 2.2.), as áreas ocupadas por pequenas e médias propriedades rurais apresentam maiores necessidades da construção e instalação de estruturas de captação e armazenamento de água para os diversos usos.

Levando-se em consideração os Mapas de Uso da Terra (Anexos 2.4. e 2.5.) e o Mapa Integrado (Anexo 2.8.), os poderes públicos devem estimular um programa de perfuração de poços junto aos produtores rurais da região de estudo, visto que a açudagem já atingiu o seu nível crítico, no que diz respeito a construção de novos açudes.

Em caso de implantação de um programa de perfuração de poços profundos, como forma de minimizar a escassez de água nas comunidades mais carentes da região de estudo, devem ser priorizadas as áreas IX, XII, II, V e VI, por se encontrarem localizadas nas regiões ocupadas por pequenas e médias propriedades rurais, que por sua vez são habitadas por um maior número de famílias.

CAPÍTULO 6

CONCLUSÕES

1. A utilização das imagens TM/LANDSAT-5, aliada a dados bibliográficos pré-existentes e aos dados obtidos no campo, atendeu aos objetivos propostos no trabalho;

2. Uma das importâncias do uso das imagens TM/LANDSAT-5 no estudo dos recursos naturais está na visão sinótica do terreno que elas oferecem, permitindo que se tenha uma visão mais geral do conjunto de alvos de interesse, como por exemplo: a drenagem, os corpos d'água, as estruturas geológicas, a vegetação, etc;

3. A análise dos fotolineamentos e dos fotoalinhamentos definiu duas zonas de cisalhamento: uma de caráter dextral, de direção geral E-W, paralela à sub-paralela aos lineamentos de Patos e de Pernambuco, e outra de caráter sinistral de direção próxima à N60°W. A importância destes dados está no fato de que a partir dessa análise, utilizando-se o modelo de RIEDEL para zonas de cisalhamento, foi possível identificar as direções NS±5° e N20°E±5°, como direções de estruturas compressivas (falhas inversas de alto ângulo);

4. As análises qualitativa e quantitativa dos fotolineamentos e a análise de feixes de fraturas mostraram que as 8 (oito) direções analisadas são muito antigas, contemporâneas, poliativas e que podem ser consideradas como parte de um mesmo evento tectônico. Elas exerceram um papel importante na história evolutiva da re-

gião de estudo desde os tempos Prê-Cambrianos até o Fanerozóico Superior, fato evidenciado pela coincidência das direções das lineações de relevo e drenagem com as direções das fraturas (juntas) e da foliação das rochas medidas no campo;

5. As imagens TM/LANDSAT-5 no estudo hidrogeológico regional podem ser consideradas como uma excelente ferramenta que permite, em prazo relativamente reduzido, a obtenção de informações sobre áreas mais favoráveis à pesquisa de águas subterrâneas;

6. Para as áreas selecionadas neste trabalho é recomendado que se faça um estudo detalhado em escalas maiores, que envolva a análise de todos os elementos que definem as áreas mais favoráveis à pesquisa de águas subterrâneas, inclusive as linhas de tendência de fluxo;

7. A coincidência de vazões verificadas acima da média de alguns poços tubulares profundos na região, com algumas áreas definidas para a pesquisa de águas subterrâneas neste trabalho, mostra a validade dos critérios utilizados na definição das mesmas;

8. A análise de fraturamento mostrou que as principais direções que devem ser analisadas na pesquisa de águas subterrâneas são as direções $N60^{\circ}E \pm 5^{\circ}$ e $N35^{\circ}W \pm 5^{\circ}$ (direções distensivas) e a direção $N40^{\circ}E \pm 5^{\circ}$ (direção de falhas de rejeito direcional, conjugadas com falhas de gravidade);

9. As imagens TM/LANDSAT-5 na análise do uso da terra, dos corpos

d'água e da drenagem, mostraram-se ser uma ferramenta muito útil, permitindo a identificação de áreas ocupadas por propriedades de diferentes portes, das áreas ocupadas por vegetação natural e o mapeamento dos açudes da região de estudo;

10. A utilização das imagens TM/LANDSAT-5 na análise temporal mostrou que as mesmas são uma excelente ferramenta na avaliação das mudanças nos aspectos do terreno como por exemplo : a avaliação das áreas desmatadas, a evolução da ocupação das terras e da açudagem, etc.;

11. No período estudado ocorreu uma grande devastação da vegetação natural, sendo estas áreas atualmente exploradas com atividades agrícolas;

12. A integração dos dados mostrou que:

* apenas um pequeno percentual dos poços profundos já perfurados na região, pode ter suas águas utilizadas para o consumo humano, sem que causem quaisquer efeitos colaterais;

* as águas de poços profundos existentes, embora sejam restritas ao consumo humano, mostram-se adequadas para a dessedentação de gados e aves, apesar de poderem provocar diarreias temporárias ou excrementos aquosos nos animais não acostumados ao consumo destas águas;

* devido ao fato de que a açudagem na região já atingiu seu nível

crítico, no que diz respeito à construção de novos açudes, recomenda-se o estímulo aos proprietários rurais a perfurarem poços profundos e/ou amazonas ao invés da construção de novos açudes;

* em caso de um programa de perfuração de poços, deve-se priorizar as áreas ocupadas pelas pequenas e médias propriedades rurais, pois são estas propriedades as mais penalizadas pela escassez de água em períodos de seca;

* as águas subterrâneas da região sofrem algumas restrições para o uso na irrigação, devido a sua qualidade, necessitando de um manejo adequado, que possibilite sua utilização sem causar danos às culturas e ao solo e devido às baixas vazões verificadas na maioria dos poços tubulares e/ou amazonas instalados na região.

CAPÍTULO 7

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ALBUQUERQUE, J.P.T.; 1984. Os Recursos de Água Subterrânea do Trópico Semi-Árido do Estado da Paraíba. (Tese de Mestrado) UFPB. Campina Grande-Pb.
- ALIYEV, A.; 1980. Regional fracturing of the Pamirs an its metallogenic significance. IN : DOHLADY AKADEMIY NAUK SSSR. V.250: 90-93, Moscow.
- ALLUM, J.A.E.; 1969. Photogeology and regional mapping . Pergamon Press. London. 108 p.
- ANDERSON, J.R.; HARDY, E.E.; ROACH, J.T.; WITNER, R.E.; 1976. A land use and land cover classification system for use with remote sensor data. Washington, DC. U.S. Geological Survey, (Paper nº 964).
- AROUCHA, C.C.; 1986. Projeto de Irrigação Superficial. PROINE/ UFPB-DEAg/ MINISTÉRIO DO EXÉRCITO.Campina Grande.
- AYRES, R. S.; WESTCOT, D. W., 1992. A qualidade da água na agricultura; Tradução de : Gheyí, H.R.; Medeiros, J.F. de; Damasceno, F.A.V.; Estudos da FAO : Irrigação e Drenagem 29, Revisado I. Campina Grande - UFPB.

BARBOSA, M.P.; SANTOS, A.R.; ANJOS, C.E; MOREIRA, J.C.; VENEZIANI, P. 1982. LANDSAT and radar mapping intrusive rocks-Brasil. XVI International symposium on remote sensing of environment. Buenos Aires. Jun 2-9.

BARBOSA, M.P.; 1988. Estudo do relacionamento genético de feições geológicas na região do Espinhaço Meridional e adjacências(MG) USP. São Paulo. (Tese de Doutorado).

BRASIL M.A./EPE-SUDENE/DRM. 1972. Levantamento exploratório: reconhecimento de solos do Estado da Paraíba. M.A./CONTAP. USAID/BRASIL. Rio de Janeiro.

BARROS, M.G. de ; SRINIVASAN, V.S.; FIGUEIREDO E.E. de ; ALBUQUERQUE, J.P.T.; BARBOSA M.P.; SILVA NETO, A.F. da ; MACHADO FILHO, A.F.; 1993. Estudo Técnico Integrado Sobre o Uso Múltiplo dos Recursos Hídricos da Bacia Hidrográfica do Rio Sucurú. Governo do Estado da Paraíba/ Secretária do Planejamento/ Prefeitura Municipal de Sumé. ATECEL .Campina Grande.

CALDASSO, A.L. da S.; 1968. Geologia da Quadricula E-088. Folha São João do Cariri, PB - Recife, SUDENE . Div. Geol., 50.p.ie. (Série Geologia Regional, 10).

CDRM; 1985 . Cadastro de poços do Estado da Paraíba . Divisão de Hidrogeologia e Sondagem. Campina Grande.

- COLWELL, R.N.; 1952. The future for photogrammetry and photointerpretation. Photogrammetry Engineering, 18(57), IN : VALÉRIO FILHO, MÁRIO. Curso de Treinamento: Introdução às Técnicas de Sensoriamento Remoto e Aplicações. INPE-1869-MD/004. 1980.
- COSTA, W.D.; 1963. Hidrogeologia no Cristalino . Região Monteiro/Sumé,Pb.SUDENE - XVII Congresso Nacional de Geologia - Recife.
- CRANDALL, R.; 1910. Geografia, geologia, suprimento de água, transporte e açudagem nos estados orientais do norte do Brasil-Ceará, Rio Grande do Norte e Paraíba. Rio de Janeiro,IFOCS Serv. Geol.,(Série 1. Publicação,4).
- DANTAS, J.R.A.; CAULA, J.A.L. 1982. Estratigrafia e geotectônica In: Mapa Geológico do Estado da Paraíba. Campina Grande Paraíba. CDRM.
- GUEDES, F.X.; 1993. Aplicação de dados de sensores remotos de baixa resolução espacial, na pesquisa de água subterrânea. Trabalho de Tese de Mestrado. Campina Grande - PB.
- GUY, M.; 1966. Quelques principes e quelques expériences sur la methodologie de la photointerprétation. In : Simpósium International de Photointerprétation, 2.Acte.V.1.21-24. Paris.
- IBGE (Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística), 1980. Censo Agropecuário.

- INCRA (Instituto Nacional de Colonização e Reforma Agrária)
1976. Estatísticas Cadastrais.
- KASPRZYKOWSKI, J.W. de A.; 1983. Programa de Aproveitamento de Recursos Hídricos, Avaliação e Recomendação - Relatório Final BNB. Fortaleza - CE.
- LARSSON, I.; 1977. Ground water in hard rocks. IN: Seminário Internacional de "Água Subterrânea em Rochas Cristalinas". Suécia/Itália. IN: ALBUQUERQUE 1984.
- LUEDER, D.R.; 1979. Aerial photographic interpretation : principles and applications. McGraw Hill. New York.
- MARCHETTI, D.A.B.; GARCIA, G.J.; 1986. Sensoriamento Remoto: princípios e interpretação de imagens. Edit. Nobel. 357 p. São Paulo.
- MILLER, V.C.; 1961. Photogeology. McGraw Hill Book Co. Inc. New York-Toronto-London. 248 p.
- MOLLE, F.; CADIER, E.; 1992. Manual do Pequeno Açude, SUDENE - DFG - PRN - DPP - APR - Recife.
- MOREIRA, E.R.F. 1989. Mesorregiões e Microrregiões da Paraíba - delimitação e caracterização. João Pessoa. GAPLAN.
- NOVO, E.M.L.M.; KUX, H.J.; PINTO, S. dos A.F.; SAUSEN, T.M.; 1980. Curso de Treinamento : Introdução às Técnicas de Sensoriamento Remoto e Aplicações. INPE-1869-MD/004.

NOVO, E.M.L.M.; 1989. Sensoriamento Remoto - Princípios e Aplicações. Editora Edgard Blucher Ltda - São Paulo.

NORTHFLEET, A.A.; BETTINI, C.; CHAVES, H.A.F.; 1971 . Aplicação geomatemática à prospecção de petróleo . Análise de fraturas por polinômios ortogonais . Cong. Bras. Geol. 25. Anais . São Paulo.

PARAÍBA/S.A.A./CEPA . 1980. Programa Estadual de Irrigação. 1980 João Pessoa. Pb.

PARAÍBA/S.R.H./SIRAC. 1983 . Plano Diretor da Bacia do Rio Paraíba, Partes I e II. Dados básicos. Aspectos sócio-econômicos. Mercado e Comercialização.

PARAÍBA/S.R.H./SIRAC., 1983. Plano Diretor. Vol. II. - Relatório de síntese.

PARAÍBA/S.R.H./SIRAC., 1983. Plano Diretor. Relatório da fase de planejamento. Vol. II.

----- Proposta técnica. Concorrência 01/83.

PARAÍBA/PROJETO NORDESTE-PAPP, 1984. Estudo de Prê-viabilidade Bacia do Rio Paraíba. vol. I. Caracterização Geral da Bacia

PARAÍBA/FIPLAN-SUBIN-UFPb/CCA-CEPED, 1980. Potencial de irrigação e oportunidades agroindustriais no Estado da Paraíba. Recursos Naturais (Vol. I). João Pessoa.

PLICKA, M.;1974. Obsevationes on joint zones in Maravia Czechoslo-
vaquia. IN: PROCEEDINGS OF THE FIRST INTERNATIONAL CONFERENCE
ON THE NEW BASEMENT TECTONICS. Uthah Public.5: 279-289. Uthah.

QUEIROZ, J.E.R. de; BARROS, M.A. de. 1992. Processamento Digital
de Imagens. UFPb/CCT/LASE-CG. Campina Grande-PB.

RADAMBRASIL, PROJETO.;1983. Ministério das Minas e Energia. Se-
cretária Geral. Brasil. Folhas SC.24/25. Aracaju/Recife; geo-
logia, geomorfologia, pedologia, vegetação e uso potencial
da terra. Rio de Janeiro.

REBOUÇAS, A.C.; GASPARY, J.,1971. As Águas Subterrâneas do Nor-
deste - Estimativas Preliminares . 2ª edição . Série :
Brasil. SUDENE. Hidrogeologia, 6. Recife - PE.

REBOUÇAS, A.C.; 1965. Algumas considerações sôbre a hidrogeologia
dos terrenos cristalinos do Nordeste. SUDENE / B. Rec. Nat. -
Recife - V.3. N°4. p.1-184 .

REBOUÇAS, A.C.; 1975. Le Problème de l'Eau dans la Zone Semi-aride
du Brésil. França. Universidade Louis Pasteur de Strasbourg.
(Tese de Doutorado).

REIDEL, W.; 1929. Zur mechanik geologischer Brucherscheinungen
Central bl. F. Min. Geol. und Pal. v. 8:354-368.

RICCI, M; PETRI, S. 1965. Princípios de aerofotogrametria e in-
terpretação geológica. Co. Edit. Nacional. São Paulo. 226p.

- RIVERAU, J.C.; 1972. Notas de aula do curso de fotointerpretação. Sociedade de Intercâmbio Cultural e Estudos Geológicos. XI Semana de Estudos. Ouro Preto.
- RIVERAU, J.C.; FONTANEL, A.; 1976. Remote sensing as and aid to petroleum and mining exploration. IPA. 5ht. Annual.Convention. Jakarta.
- SADOWSKI, G.R.; 1983. Sobre a geologia de cinturões de cisalhamento continentais. USP . São Paulo. 108p. (Tese de Doutorado)
- SADOWSKI, G.R.; 1984. Estudo da arte do tema: geologia estrutural de grandes falhamentos. IN: CONGRESSO BRASILEIRO DE GEOLOGIA, 33. Anais. Rio de Janeiro, SGB, p. 1767-1793.
- SAMPAIO, O.S.; 1987. Estudo de tratamento como subsídio à pesquisa de água subterrânea no Estado de Sergipe: uma abordagem através de dados de sensoriamento remoto. INPE. São José dos Campos.(Tese de Mestrado).
- SANTOS, M.J. dos; RAMOS, C.R.L.; FERNANDES, M. de F.;1978. Levantamento, planejamento, manejo e uso da terra da região semi-árida do Estado da Paraíba. Projeto PB-37. UFPB/CCT/INPE/LRSR Campina Grande. Relatório Parcial.
- SANTOS, A.P. dos; NIERO, M.; LOMBARDO, M.A.; 1980. Curso de Treinamento : Introdução às Técnicas de Sensoriamento Remoto e Aplicações; INPE-1869-MD/004.

- SANTOS, A.P. dos; FORESTI, C.; NOVO, E.M.L. de M.; NIERO, M.; LOMBARDO, M.A.; 1981. Metodologia de Interpretação de Dados de Sensoriamento Remoto e Aplicações no Uso da Terra. INPE-2261-MD/061.
- SANTOS, A.R. dos; 1986. Estudos sobre tectônica de fraturamento da região do Quadrilátero Ferrífero e em partes do Complexo Migmatito-Granulítico de Minas Gerais com base em sensoriamento remoto. USP. São Paulo.(Tese de Doutorado).
- SILVA, S.O.; 1992. Probabilidade de Ocorrência de Vazões em Poços Profundos no Cristalino Paraibano (Tese de Mestrado). UFPB. Campina Grande . PB.
- SIQUEIRA, L.; 1963. Aspectos Hidrogeológicos do Cariri Paraibano. SUDENE / B. Rec. Nat. vol. 1. Nº1. pg. 156 - Recife. PE.
- SOARES, P.C.; FIORI, A.P.; 1976. Lógica e sistemática na análise e interpretação de fotografias aéreas em geologia. Nat.Geomorfol. Nº16(32) 71-104. Campinas.
- SOARES, P.C.; BARCELOS, S.M.; MATOS, J.T.; BALIEIRO, M.G.; MENESES, P.R.; 1982.a. Lineamentos em imagens LANDSAT e de radar e suas implicações no conhecimento da bacia do Paraná. In: Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto, 2. Anais p. 143-156. INPE. Brasília.

- SOARES, P.C.; REDALLI, R.; GUERRA, S.M.S.; BERRLINI, L.C.; 1982.b.
Análise morfoestrutural em áreas: aplicação na prospecção de hidrocarbonetos da bacia do Paraná. In: Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto, 2.Anais. p.157-168. INPE.Brasília.
- STEFFEN, C.A.; LORENZETTI, J.A.; STECH, J.L.; 1980. Introdução às Técnicas de Sensoriamento Remoto e Aplicações - Curso de Treinamento. INPE-1869-MD/004.
- SUDENE. 1972. Folha Sumê (SB.24.Z.D.V). Recife. Folha Topográfica. Escala 1:100.000.
- SUDENE. 1972. Folha Prata (SB.24.Z.D.IV). Recife . Folha Topográfica. Escala 1:100.000.
- SUDENE. 1972. Folha Patos (SB.24.Z.D.I). Recife. Folha Topográfica. Escala 1:100.000.
- SUDENE. 1972. Folha Juazeirinho (SB.24.Z.D.II) Recife. Folha Topográfica . Escala 1:100.000.
- TATOR, B.A.; 1960. Photointerpretation in geology. In: Manual of photographic interpretation. Amer. Soc. Photog. Washington. p. 169-342.
- TODD, D.K.; 1967. Hidrologia de Águas Subterrâneas. Programa de Publicações Didáticas/USAID. Rio de Janeiro . Editora Edgard Blucher Ltda.

UFPB/CCT/INPE(LASER). 1988. Projeto PB-37. Levantamento, planejamento, manejo e uso da terra da região semi-árida do Estado da Paraíba. Relatório Parcial - Campina Grande.PB.

USGS/NOAA. 1984. U.S. GEOLOGICAL SURVEY / NATIONAL OCEANIC AND ATMOSPHERIC ADMINISTRATION. "LANDSAT-4 DATA USERS HANDBOOK" Alexandria, USA.

VALÉRIO FILHO, M.; 1980. Curso de Treinamento : Introdução às Técnicas de Sensoriamento Remoto e Aplicações - Publicação Interna. INPE-1869-MD/004.

VALÉRIO FILHO, M.; EPIPHANIO J.C.N.; FORMAGGIO, A.R.; 1981. Metodologia de Interpretação de Dados de Sensoriamento Remoto e Aplicações em Pedologia . INPE-2211-MD/008.

VENEZIANI, P.; 1986. Análise de movimentos da tectônica rúptil e rúptil-dúctil através da interpretação de produtos de sensores remotos na região do Espinhaço Meridional(MG): uma correlação com os processos evolutivos. USP. São Paulo. (Tese de Doutorado).

VENEZIANI, P.; ANJOS, C.E. dos.; 1982. Metodologia de interpretação de dados de sensoriamento remoto e aplicações em geologia. INPE. São José dos Campos, 61 p.

VENEZIANI, P.; ROCIO, M.A.R. de; 1991. Critérios de prospecção de água subterrânea com o emprego de dados de sensores remotos na região de Paraibuna-Taubaté-Jambeiro, no estado de São Paulo. Anais V Simpósio Luso Brasileiro de Hidráulica e Recursos Hídricos. ABRH, Rio de Janeiro.

VIALON, P.; RUHLAND, M.; BROLIER, J.; 1976. Elements des tectonique. Masson. Paris. 115 p.

ANEXOS

ANEXO 2.2. ASPECTOS DA INFRAESTRUTURA E ATIVIDADES AGRÍCOLAS BÁSICAS DESENVOLVIDAS NAS PROPRIEDADES RURAIS DA BACIA DO ALTO RIO SUCURÚ, PARTE I

PROPRIEDADES				FONTE PRINCIPAL DE SUPRIMENTO ENERGETICO			EXPLORAÇÃO PECUÁRIA								
PROPRIETÁRIO	DENOMINAÇÃO	TAMANHO (ha)			LENHA	DERIV. PETRÓL.	HIDROE-LÉTRICA	REBANHOS					QUANTIDADES		
		PEQ. < 30	MED. 31-300	GRD. > 300				BOVINO	CAPRINO	OVINO	EQUÍDEO	OUTROS **	PEQ.	MED.	GRD.
MIGUEL XAVIER	AGRESTE	X	-	-	X	X	-	-	-	-	-	X	X	-	-
SILVIO C. BRAZ	LAGOA DA COBRA	-	-	X	X	X	-	X	X	X	-	-	-	-	X
MANOEL GALDINO	OLHO D'ÁGUA Pe.	X	-	-	X	X	-	-	-	-	-	X	X	-	-
MANOEL Q. PREITAS	RIACHÃO	-	X	-	X	X	-	X	X	X	-	-	X	-	-
GILSON ARAÚJO	RIACHÃO	X	-	-	-	X	X	-	-	-	-	X	X	-	-
IVALDO C. LIMA	STO. AGOSTINHO	-	X	-	X	X	-*	X	-	-	-	X	X	-	-
GILVAN S. MACEDO	STO. AGOSTINHO	-	X	-	X	X	-	X	X	X	X	-	-	-	X
FRANCISCO FERRAZ	CACIMBA DO MEIO	-	X	-	X	X	-	X	X	X	-	X	X	-	-
MANOEL ALVES	CACIMBA DO MEIO	X	-	-	X	X	-	X	X	X	-	X	X	-	-
EPITACIO ROBERTO	JAGUARIBE	-	-	X	X	X	-	X	X	X	-	-	-	X	-
MARIA JOSÉ SIMÕES	OLHO D'ÁGUA Br.	X	-	-	X	X	-	-	-	-	-	X	X	-	-
SEBASTIÃO SIMÕES	BALANÇO	-	-	X	X	X	-*	X	X	X	-	X	-	X	-
EMÍRIO LEITE	MATA	-	-	X	X	-	X	X	X	X	X	X	-	-	X
HERDEIROS	PELELÊ	X	-	-	X	-	X	-	-	-	-	X	X	-	-
JOSÉ COUTINHO	LOGRADOURO	-	-	X	X	-	X	X	X	X	-	X	-	-	X
JOÃO F. SEVERO	RCH. DO CARIRÍ	X	-	-	X	X	-*	X	X	X	-	-	X	-	-
PAULO PEDROSA	SERRA	-	-	X	X	X	X	X	-	-	X	-	-	-	X
PEDRO PEDROSA	D. PEDRO II	-	-	X	X	-	X	X	X	X	X	X	-	-	X
RAIMUNDO OLIVEIRA	OLHO D'ÁGUA	-	-	X	X	-	X	X	X	X	X	-	-	-	X
JOÃO JACARÉ	PAU D'ARCO	-	-	X	X	X	-	X	X	X	-	-	-	X	-
JOSÉ E. DANTAS	SÃO JOSÉ	-	-	X	X	-	X	X	X	-	X	X	X	-	-
MANOEL R. DE LIRA	JATOBÁ	-	-	X	X	X	X	X	X	X	X	-	-	-	X
ANTÔNIO B. SILVA	SÍTIO DO MELO	X	-	-	X	-	X	X	X	X	-	-	X	-	-
GERSIEL SALVADOR	PIO IX	-	-	X	X	X	-	X	X	-	-	-	-	-	X

* Propriedades com suprimento energético a base de energia eólica;

** Criação de animais apenas para o consumo doméstico.

CONTINUA...

USO DA TERRA										DISPONIBILIDADE DE ÁGUA					
CULTURAS EXPLORADAS			PASTAGENS		SUPRIMENTO DE ÁGUA		VEGETAÇÃO NATIVA			AÇUDES			POÇOS		RIOS E CACIMBAS
MILHO	FEIJÃO	OUTRAS *	NATIVAS	ARTIFICIAIS	IRRIGADO	NÃO IRRIGADO	PASTAGEM	LENHA	OUTROS **	PEQ.	MED.	GRD.	AMAZONAS	PROFUNDOS	
X	X	-	X	-	-	X	X	X	-	X	-	-	X	-	-
X	X	X	X	X	X	X	X	X	-	X	X	-	X	-	X
X	X	-	X	-	-	X	X	X	-	X	-	-	X	-	-
X	X	-	X	X	-	X	X	-	-	-	-	X	X	-	-
X	X	-	X	X	-	X	X	X	-	-	-	X	-	X	X
X	X	X	X	X	X	X	X	X	-	X	-	-	X	-	X
X	X	-	X	X	-	X	X	X	-	-	-	-	-	X	X
X	X	-	X	X	-	X	X	X	-	-	-	-	-	-	X
X	X	-	X	X	-	X	X	X	-	-	-	-	-	-	X
X	X	-	X	-	X	X	X	X	-	X	-	-	-	X	-
X	X	X	-	-	-	X	-	-	X	-	X	-	-	-	X
-	X	X	X	-	-	X	X	X	-	-	-	-	-	X	X
-	-	X	X	X	X	X	X	X	-	-	X	-	-	X	X
X	X	X	X	-	-	X	X	-	-	-	-	-	-	X	-
X	X	X	X	X	-	X	X	-	-	X	-	-	X	-	X
X	X	-	X	X	-	X	X	X	-	X	-	-	X	-	-
X	X	-	X	X	X	X	X	X	-	-	X	-	-	X	X
X	X	-	X	X	-	X	X	X	-	-	X	-	-	X	X
X	X	-	X	X	-	X	X	-	-	X	-	-	-	X	-
X	X	X	X	X	X	X	X	X	-	-	X	-	-	X	X
X	X	X	X	-	-	X	X	X	-	X	-	-	-	X	X
X	X	-	X	X	-	X	X	X	-	-	X	-	-	-	-

* A vegetação nativa é usada na produção de material de construção, implantação de cercas e fabrico de carvão vegetal;
 ** As outras culturas introduzidas na área, em sua maioria irrigadas, são: tomate, cenoura, beterraba, pimentão e melão.

CONTINUA...

ANEXO 2.2. ASPECTOS DA INFRAESTRUTURA E ATIVIDADES AGRÍCOLAS BÁSICAS DESENVOLVIDAS NAS PROPRIEDADES RURAIS DA BACIA DO ALTO RIO SUCURÚ, PARTE II

PROPRIEDADES					FONTE PRINCIPAL DE SUPRIMENTO ENERGÉTICO			EXPLORAÇÃO PECUÁRIA								
PROPRIETÁRIO	DENOMINAÇÃO	TAMANHO (ha)			LENHA	DERIV. PETRÓL.	HIDROE-LÉTRICA	REBANHOS					QUANTIDADES			
		PEQ. < 30	MÉD. 31-300	GRD. > 300				BOVINO	CAPRINO	OVINO	EQUÍDEO	OUTROS *	PEQ.	MÉD.	GRD.	
JEREMIAS RAMOS	CASA NOVA	-	X	-	X	X	-	X	-	-	-	X	-	X	-	
JACINTO BEZERRA	CABEÇA DO BOI	-	X	-	X	X	-	X	-	-	-	X	X	-	-	
MANOEL BATISTA LÊU	AMPARINHO	-	X	-	X	X	-	X	X	-	-	-	X	-	-	
JOSÉ R. RAMOS	AMPARINHO	-	-	X	-	-	X	X	-	X	-	-	-	-	X	
ARLINDO BATISTA	SERROTE VERDE	-	X	-	X	X	X	X	X	-	-	X	X	-	-	
MARIA L. FREITAS	FORMIGUEIRO	-	X	-	X	X	X	X	X	X	-	X	X	-	-	
VIRGULINO BATISTA	FORMIGUEIRO	X	-	-	X	-	X	X	X	X	-	X	X	-	-	
EPAMINONDA BATISTA	ANGICO TORTO	-	X	-	X	X	X	X	X	X	-	X	X	-	-	
EDNALDO LÊU	ANGICO TORTO	-	-	X	X	X	X	X	X	X	-	X	-	-	X	
NEWTON L. RAFAEL	ASA ABERTA	-	-	X	-	X	X	X	X	X	-	-	-	X	-	
JOSÉ ARAÚJO	ASA ABERTA	-	-	X	X	X	X	X	X	X	X	X	-	-	X	
JOÃO B. NUNES	POÇO DA PEDRA	X	-	-	X	X	X	X	-	X	-	-	X	-	-	
PEDRO G. SILVA	CONCEIÇÃO CIMA	X	-	-	X	X	-	X	X	X	-	X	X	-	-	
JOSÉ F. LOPES	CATONHO	X	-	-	X	X	-	-	-	-	-	X	X	-	-	
FRANCISCO MACIEL	POÇO ESCURO	-	X	-	X	X	-	X	X	X	-	X	X	-	-	
ROBERTO L. ARAÚJO	LAGOA DO MEIO	X	-	-	X	X	-	X	X	X	-	X	X	-	-	
PAULO NASCIMENTO	SALGADINHO	X	-	-	X	X	-	X	X	X	-	X	X	-	-	
DELMIRO D. NETO	SÃO PAULO	-	-	X	-	X	X	-	X	X	-	-	-	-	X	
MANOEL LINDOSO	FRADE	X	-	-	X	X	-	X	-	-	-	X	X	-	-	
PEDRO PENHA	BALANÇO	X	-	-	X	X	-	X	-	-	-	X	X	-	-	
EXPEDITO STA. CRUZ	AREIAL	-	X	-	X	X	-	X	X	X	-	X	X	-	-	
LOURIVAL PRATA	VÁRZEA	-	-	X	X	X	X	X	X	X	-	X	-	-	X	
JOSÉ A. DA SILVA	PITOMBEIRA	X	-	-	X	X	X	X	X	X	-	X	X	-	-	
JOSÉ NUNES FARIAS	BOA VISTA	-	-	X	X	X	X	X	-	X	X	X	-	-	X	

* Criação de animais apenas para o consumo doméstico.

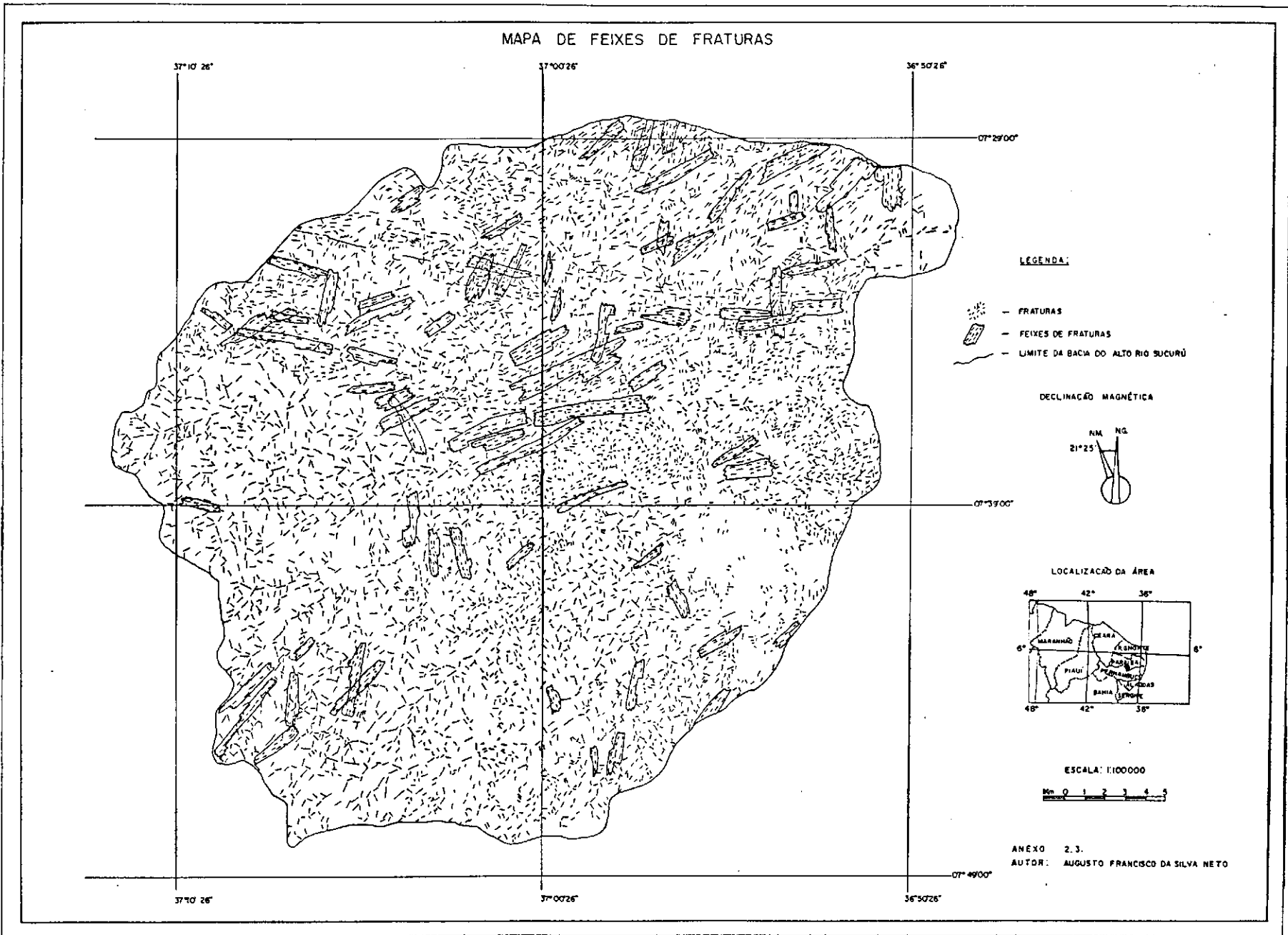
CONTINUA ...

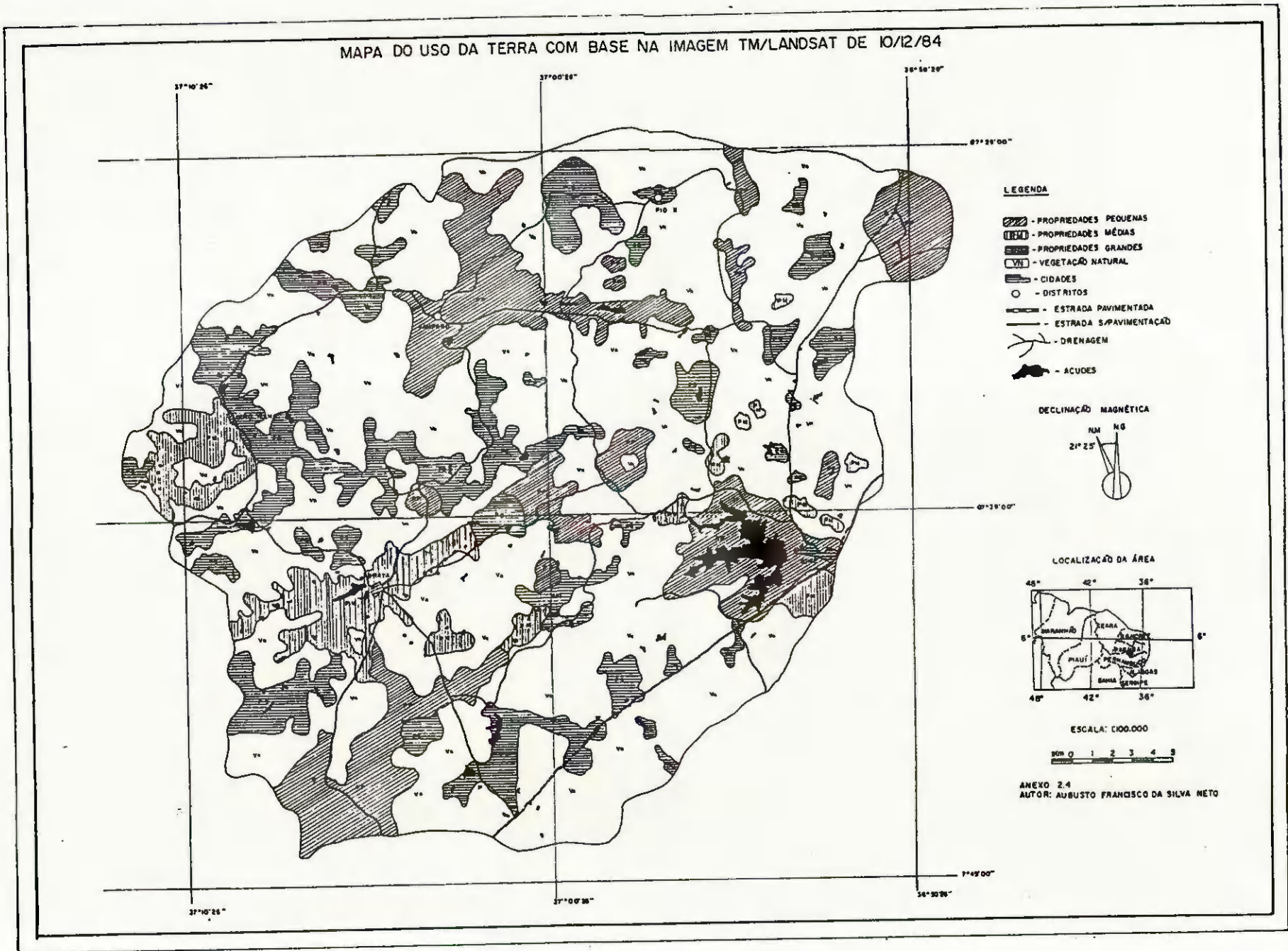
CONTINUAÇÃO DO ANEXO 2.2. (PARTE II) ...

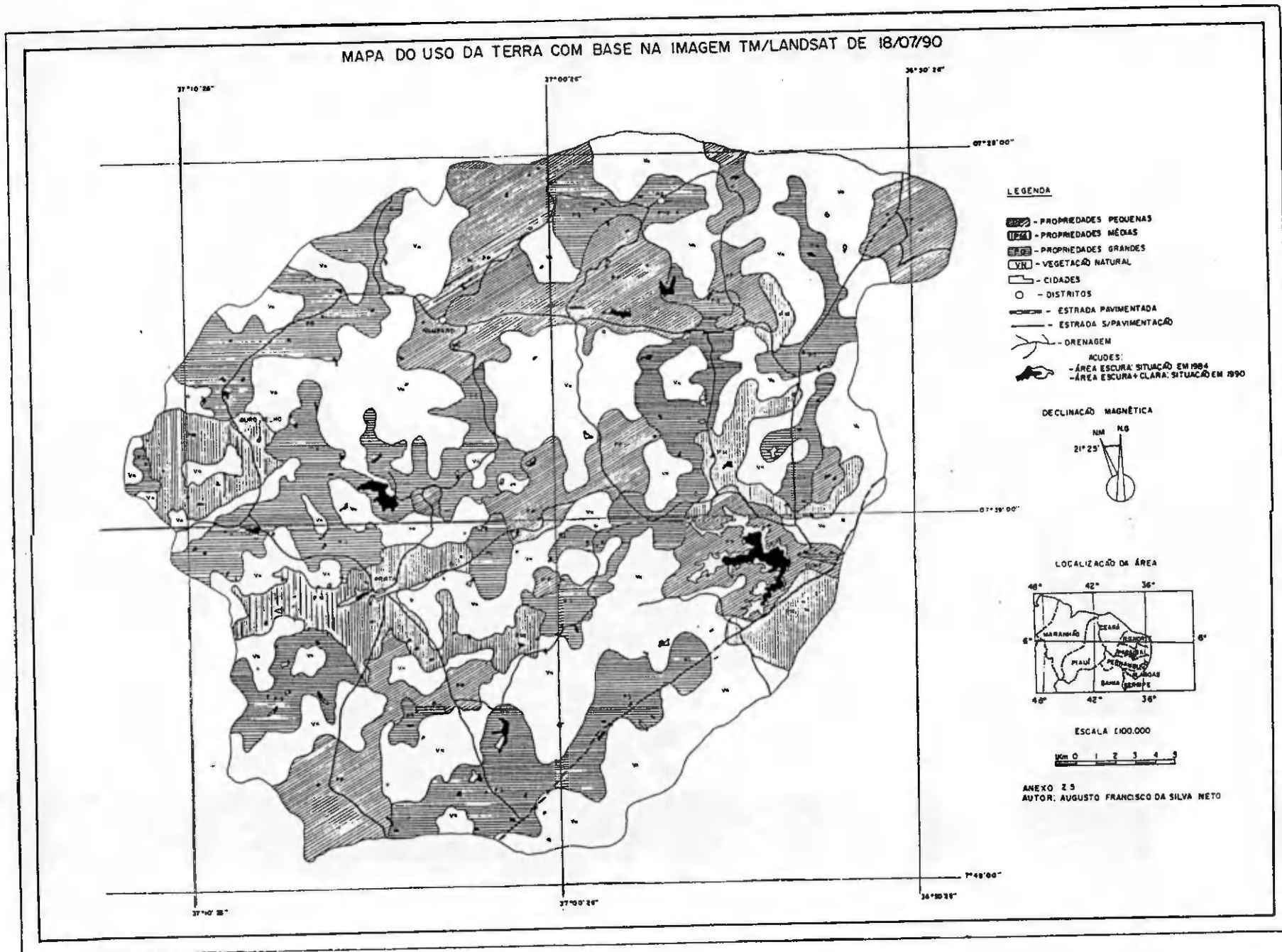
USO DA TERRA										DISPONIBILIDADE DE ÁGUA					
CULTURAS EXPLORADAS			PASTAGENS		SUPRIMENTO DE ÁGUA		VEGETAÇÃO NATIVA			AÇUDES			POÇOS		RIOS E CACIMBAS
MILHO	FEIJÃO	OUTRAS *	NATIVAS	ARTIFICIAIS	IRRIGADO	NÃO IRRIGADO	PASTAGEM	LENHA	OUTROS **	PEQ.	MÉD.	GRD.	AMAZONAS	PROFUNDOS	
X	X	-	X	-	-	X	X	X	-	X	-	-	-	X	-
X	X	X	X	-	-	X	X	X	-	X	-	-	-	-	-
X	-	X	X	-	-	X	X	X	-	-	-	-	-	-	X
X	X	X	X	X	-	X	X	X	-	-	X	-	-	X	X
X	X	X	X	X	-	X	X	X	X	X	-	-	-	X	-
X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	-	X	-	X	X	X
X	X	-	X	-	-	X	X	X	-	-	-	-	X	-	X
X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	-	-	-	X	X
X	-	X	X	X	-	X	X	X	X	X	-	-	-	X	-
X	X	-	X	X	X	X	X	X	-	X	-	-	-	X	X
X	X	-	X	X	-	X	X	X	-	-	X	-	-	X	X
X	X	X	X	-	X	X	X	X	-	X	-	-	X	-	-
X	X	X	X	-	-	X	X	X	-	-	-	X	-	-	-
X	X	-	X	-	-	X	X	X	-	-	-	-	-	-	X
X	X	-	X	X	-	X	X	X	X	X	-	-	-	-	X
X	X	-	X	X	-	X	X	X	X	-	X	-	-	-	-
X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	-	-	X	-	X	-
X	X	X	X	X	-	X	X	X	X	X	-	-	-	-	-
X	X	-	X	X	-	X	X	X	-	X	-	-	-	-	X
X	X	X	X	X	-	X	X	X	-	X	-	-	-	X	-
X	X	-	X	X	-	X	X	X	X	X	X	-	X	X	X
X	X	X	-	X	X	X	-	X	-	-	-	X	X	-	X
X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	-	X	-	X	-	X

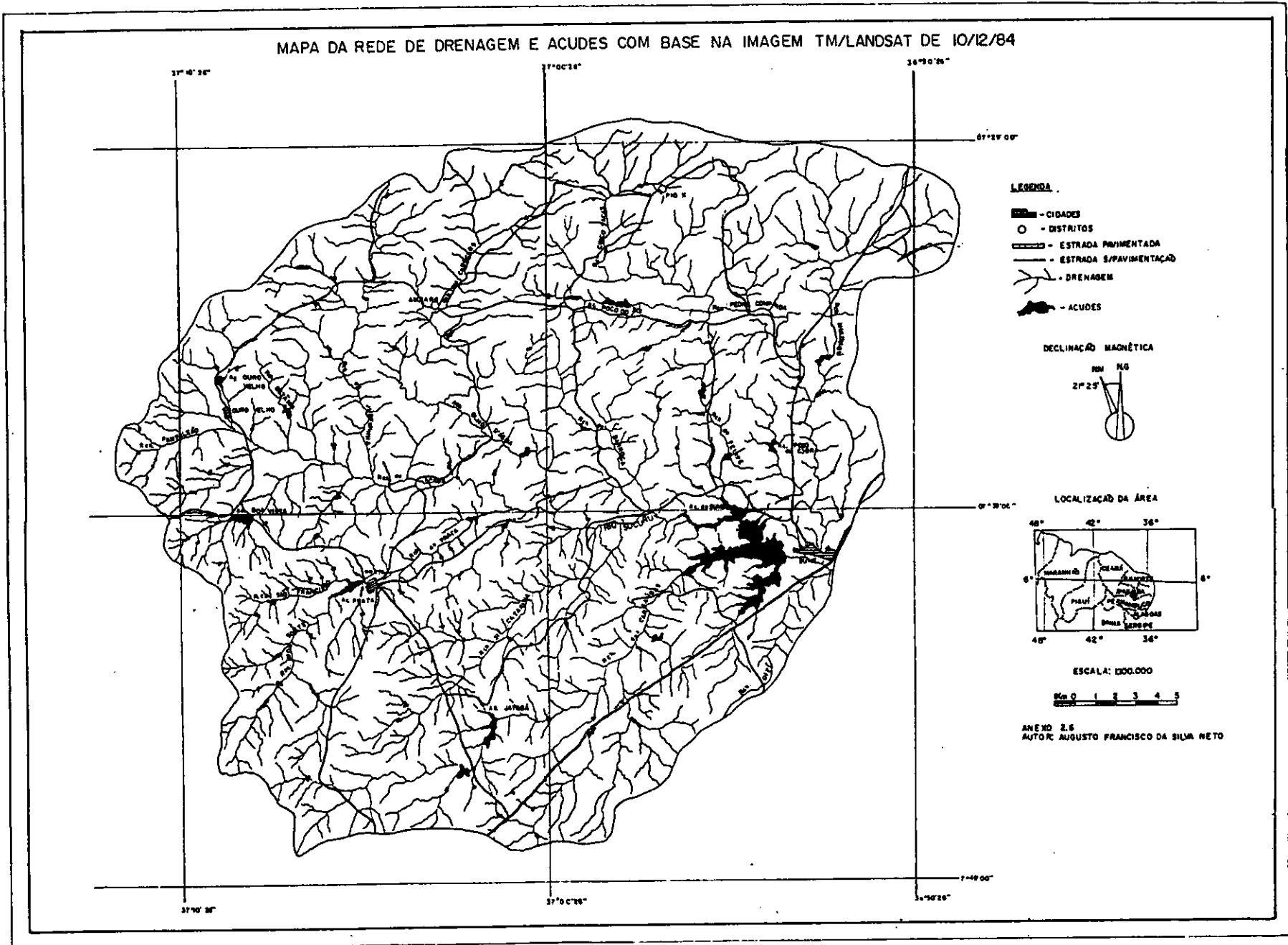
* A vegetação nativa é usada na produção de material de construção, implantação de cercas e fabrico de carvão vegetal;

** As outras culturas introduzidas na área, em sua maioria irrigadas, são: tomate, cenoura, beterraba, pimentão e melão.









MAPA INTEGRADO

37°10' 26"

37°00'26"

36°50'26"

07°29'00"



CONVENÇÕES GEOLÓGICAS E CARTOGRÁFICAS

- Falhas de fraturas
- Linhas de tendência de fluxo de água subterrânea
- Falhas inversas de alto ângulo
- Falhas de rejeito direcional, conjugadas com falhas de gravidade
- Falhas e fraturas indiscriminadas
- Áreas favoráveis à pesquisa de água subterrânea
- Poços perfurados
 - a - eodestre
 - b - vazão (m³/h)
 - c - profundidade(m)
 - d - formação captação
 - ec - embasamento cristalino
 - g - base

07°29'00"

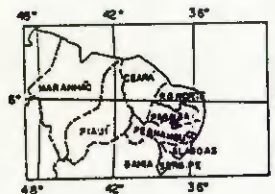
CONVENÇÕES CARTOGRÁFICAS

- CIDADES
- DISTRITOS
- ESTRADA PAVIMENTADA
- ESTRADA S/PAVIMENTAÇÃO
- DRENAGEM
- ACUDES

DECLINAÇÃO MAGNÉTICA



LOCALIZAÇÃO DA ÁREA



07°49'00"

37°10' 26"

37°00'26"

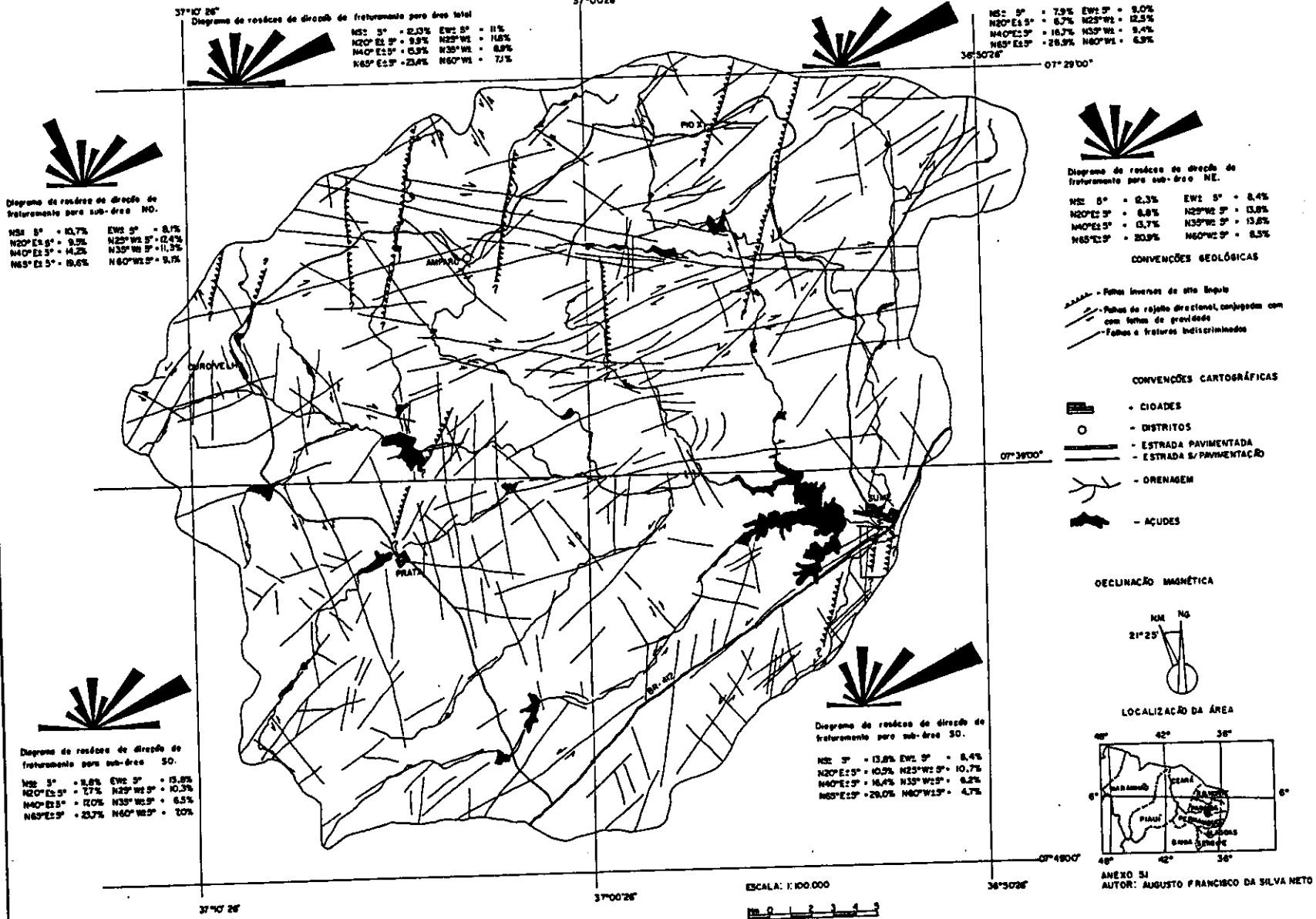
36°50'26"

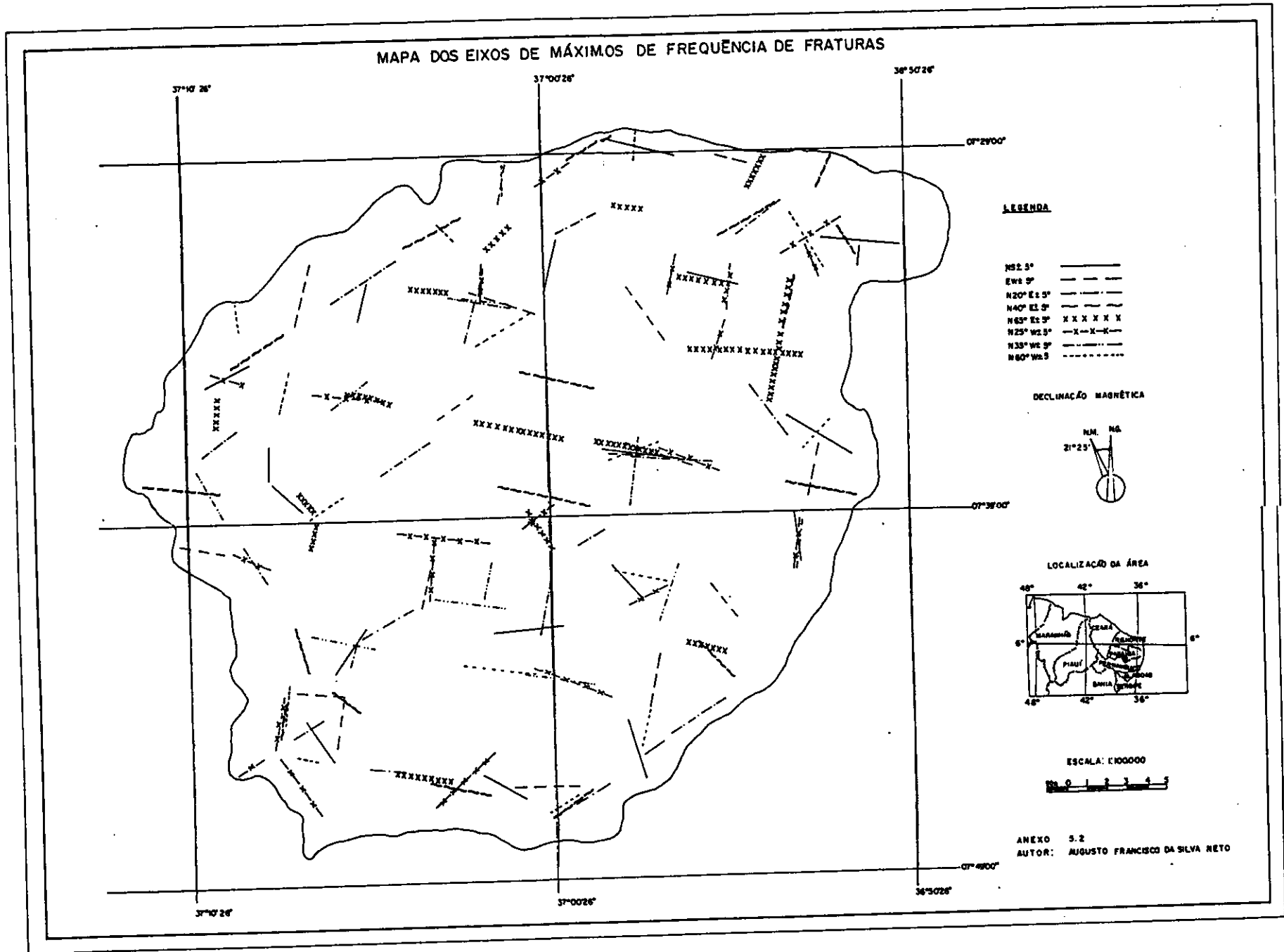
ESCALA: 1:100.000



ANEXO 2.8
AUTOR: AUGUSTO FRANCISCO DA SILVA NETO

MAPA DE LINEAMENTOS ESTRUTURAIS





CADASTRO DE POÇOS DA PARAIBA
CARACTERIZAÇÃO DO AQUIFERO E FÍSICO-QUÍMICA DAS ÁGUAS

MICRO-REGIÃO: CARIRIS VELHOS

MUNICÍPIO: OURO VELHO

NUMERAÇÃO		FORMAÇÃO/ CAPTADAS	CARACTERÍSTICAS DO AQUIFERO							ANÁLISE FÍSICO-QUÍMICA (mg/l)												Observações				
CADASTRO	ORDEN		LITOLOGIA	TIPO	ESPESSURAS(m)		T	K	S	LABORAT.	DATA	Nº	Ca ⁺⁺	Mg ⁺⁺	Na ⁺	K ⁺	Fe ⁺⁺⁺	Cl ⁻	SO4 ⁻⁻	HCO3 ⁻⁻	CO3 ⁻⁻		pH	Dureza	CONDUT.	R. SECO
					TOTAL	CAPTADA	m/s	m/s															µS/cm			
299	01	C. Gn. Migm.		Fraturado								312,0	284,0	588,5			1125,0	1228,9	441,6		7,0	1950	4910	4460		
300	02	C. Gn. Migm.		Fraturado					CDRM	10/80													2293	1605		
301	03	C. Gn. Migm.		Fraturado																						
302	04	C. Gn. Migm.		Fraturado																						
303	05	C. Gn. Migm.		Fraturado																						
304	06	C. Gn. Migm.		Fraturado																						
306	07	C. Gn. Migm.		Fraturado					CDRM	10/80													4594	3216		
307	08	C. Gn. Migm.		Fraturado					DNDCS	10/74	480	171,3	136,8	425,5	18,8		926,8	54,8	683,0		8,0	990	4000	2800	RS=2548mg/l	
309	09	C. Gn. Migm.		Fraturado																						
310	10	C. Gn. Migm.		Fraturado					DNDCS	10/79	122	22,4	72,5	133,4	14,5	Ausênc.	113,5	33,6	571,0		7,8	355	1300	960	RS=917mg/l	
311	11	C. Gn. Migm.		Fraturado					DNDCS	10/79	137	105,4	78,1	230,0	13,3	Ausênc.	244,7	63,4	841,8		7,4	584	1800	1527	RS=2070mg/l	
318	12	C. Gn. Migm.		Fraturado																						
320	13	C. Gn. Migm.		Fraturado																						
322	14	C. Gn. Migm.	Biot./Gnaiss	Fraturado						108/63		35,6	72,9	147,5	10,0		165,0	20,3		363,1	7,4	300	?	880		
556	15	C. Gn. Migm.	Gnaiss	Fraturado					CDRM	10/80													4277	2994		
646	16	C. Gn. Migm.		Fraturado																						
647	17	C. Gn. Migm.		Fraturado																						
648	18	C. Gn. Migm.		Fraturado																						
657	19	C. Gn. Migm.		Fraturado																						
658	20	C. Gn. Migm.		Fraturado								225,0	94,8				1075,0	5,9	610,0		6,7	6400		2503		
746	21	C. Gn. Migm.	Gnaiss	Fraturado					DNDCS	103/82	44	82,0	78,9	108,1	9,2		248,2	35,5	468,5	18,0	7,9	529	1300	1038		
747	22	C. Gn. Migm.	Biot./Xisto	Fraturado					DNDCS	11/81	286	58,1	74,4	203,6	4,7	Ausênc.	242,2	34,1	517,3	24,0	8,1	451	1550	1160		
806	23	Aluvionar	Arcia	Livre		3,75			DNDCS	110/82	206	44,0	33,5	345,0	3,1	0,2	372,3	118,2	446,5		7,8	260	1900	1366		
862	24	C. Gn. Migm.	Granito	Fraturado					SUDENE	102/84	636	30,0	51,0	62,6	22,1		120,0	35,8	268,4		8,0	285	909	636		
	25								DNDCS	11/81	274	36,1	61,6	108,1	14,8	Ausênc.	148,9	28,0	512,4		7,6	344	1100	885		
	26								DNDCS	110/80	149	75,0	34,8	132,5	15,2	Ausênc.	141,8	11,0	519,7		7,4	330	1200	915		
	27								DNDCS	109/80	112	32,3	40,0	402,5	12,1	Ausênc.	390,0	55,3	544,1	19,0	7,7	245	1750	1495		
	28								DNDCS	11/81	280	56,1	42,6	118,4	17,6	0,4	60,3	14,4	632,0		7,3	315	1000	827		
	29								DNDCS	109/82	186	152,3	99,7	203,6	14,9	0,0	649,0	19,2	497,8		7,5	790	2500	1636		
	30								DNDCS	11/84	515	94,4	130,5	176,9	22,3	Ausênc.	673,7	68,2	244,0		7,2	772	2450	1689		

CADASTRO DE POÇOS DA PARAÍBA
CARACTERIZAÇÃO DO AQUIFERO E FÍSICO-QUÍMICA DAS ÁGUAS

MICRO-REGIÃO: CARIRIS VELHOS

MUNICÍPIO: OURO VELHO

NUMERAÇÃO		FORMAÇÕES CAPTADAS	CARACTERÍSTICAS DO AQUIFERO							ANÁLISE FÍSICO-QUÍMICA (mg/l)													Observações		
CADASTRO	ORDEM		LITOLOGIA	TIPO	ESPESSURAS(m)		T	K	S	LABORAT.	DATA	Nº	Ca ⁺⁺	Mg ⁺⁺	Na ⁺	K ⁺	Fe ⁺⁺⁺	Cl ⁻	SO ₄ ⁻⁻	NO ₃ ⁻⁻	CO ₃ ⁻⁻	pH		Dureza	CONDUT.
				TOTAL	CAPTADA	m ² /s	m/s																µ x cm		
	31																								
	32																								
945	33	C. Gn. Kgm.	Migmatito	Fraturado						DNDCS	103/88	72	56,1	41,3	184,0	14,8	Ausênc.	200,6	67,2	395,3	14,4	8,1	310	1400	910

CADASTRO DE POÇOS DA PANAIBA

CARACTERIZAÇÃO FÍSICA

MICRO-REGIÃO: CARIRIS VELHOS

MUNICÍPIO: PRATA

NUMERAÇÃO	LOCALIDADE	PROPRIETÁRIO	COORDENADAS			PERFURAÇÃO				INFORMAÇÕES DA PRODUÇÃO					INSTALAÇÃO		Observações					
			CADASTRO	ORDEM	LAT. (S)	LONG. (W)	COTA	EMPRESA	DATA	PROF. (m)	Ø	SEÇÃO FILTRANTE	ENTRADA D'ÁGUA	TIPO	Q (m³/h)	NE (m)		NP (m)	IS (m)	Q/S	DATA	EQUIPAMENTO
313	01	Stº do Melo	A.V. dos Santos	07°44'06"	37°02'29"	504		106/62	29,0	6"				1,0	3,5	14,5	11,0	0,09		Catavento		
314	02	Acauã	Jessé Lima	07°38'35"	37°03'09"	474		108/62	40,0	6"				1,0	3,0	25,0	22,0	0,04				
*	316	03	Matarina	E.N. de Farias	07°44'30"	37°06'22"	540		105/62	44,0	6"			Seco								
*	317	04	Fz. Matarina	E.N. de Farias	07°06'00"	37°04'00"	548		105/62	30,0	8"			2,0	2,0	2,3	2,0	0,09		Catavento		
	319	05	Pereiras	J.S. Oliveiras	07°42'16"	37°04'03"	534	DNOCS	111/70	30,0	6"	17,4		2,0	3,2	8,1	4,9	0,41		Catavento	15,0	
*	321	06	Wárzea Nova	Boaventura	07°41'25"	37°04'19"	503	DNOCS	102/71	20,0	6"	9,5		9,5	2,7	7,8	5,1	1,86		B. Injetora	15,0	
*	312	07	Sede	Prefeitura	07°04'45"	37°04'45"	503	DNM	111/61	31,0	8"			7,0	3,5	22,0	18,5	0,38		B. Injetora	20,0	
	315	08	Sede	Prefeitura	07°41'39"	37°04'59"	511	DNM	101/61	48,0	6"			4,0	5,0	27,0	22,0	0,18		B. Injetora	20,0	
	323	09	Acauã	S. F. de Lima	07°38'47"	37°03'30"	480	CONLSP	769	60,0	6"	23,0		1,0	5,4	22,0	16,5	0,06			15,0	Reinstalado/CDRM
	324	10	Matarina	E.M. de Farias	07°45'12"	37°06'06"	540	CONESP	07/73	60,0	8"	40,0		0,1	16,0	57,0	47,0	0,002		Catavento	15,0	
	325	11	Barra	R. Oliveira	07°44'06"	37°07'09"	520	CONLSP	08/63	35,0	6"	20,0		16,0	6,0	10,0	4,0	4,00	08/63	Catavento	15,0	
*	326	12	Barra	R. Oliveira	07°44'06"	37°07'09"	520	DNOCS	09/77	25,0	6"	16,0		3,0	5,0	10,0	5,0	0,60				
	327	13	Paraiso	Jessé Lima	07°43'48"	37°04'16"	528	DNOCS	108/75	33,0	6"	23,0		1,0	7,0	23,0	16,0	0,06				
	328	14	S. Francisco	P. P. Freitas	07°41'38"	37°06'51"	534	DNOCS	101/71	30,0	6"	23,0		2,1	3,2	20,0	16,8	0,12		Catavento	15,0	
	329	15	José Antônio	Fca da Silva	07°43'48"	37°05'06"	557	DNOCS	102/78	20,0				2,0	4,0	10,0	6,0	0,33				
*	330	16	Ilana	Fca Vasconcelos	07°42'45"	37°03'00"	510	DNOCS	104/78	31,0	6"	14,0		5,0	4,0	13,0	8,0	0,62		Catavento		
	331	17	Cabeça d'Boi	Sebtº Bezerra	07°39'55"	37°02'12"	490	DNOCS	103/78	20,0	6"	8,0		3,0	4,0	10,0	6,0	0,50			10,0	
	332	18	Boa Sorte	José E. Filho	07°42'25"	37°06'09"	534	DNOCS	101/71	30,0	6"			2,4	8,8	19,0	10,2	0,24		Catavento	15,0	
	333	19	Sítio Melo	Emílio Souza	07°44'06"	37°03'32"	510	CONESP	101/64	7,0	6"	14,0		0,4	2,5	30,0	27,5	0,01		Catavento	15,0	
	334	20	R. S. Paulo	Sev. Gonçalves	07°38'29"	37°03'51"	490	DNOCS	101/78	35,0	6"	25,0		3,0	3,0	25,0	22,0	0,14		B. Injetora	10,0	
	656	21	Cachingó	L. A. da Silva	07°40'45"	37°04'09"	490	DNOCS	104/78	25,0	6"	14,0		5,0	5,0	10,0	5,0	1,00		Catavento		
	748	22	S. Francisco	Prefeitura	07°41'59"	37°06'45"		CDRM	108/81	50,0	5"	20,5	Exploração	0,6	9,2	10,0	0,8	0,75		Catavento	5,0	
	749	23	Barra	Prefeitura	07°39'06"	37°03'58"		CDRM	106/82	30,0	5"	25,3	Exploração	4,0	5,5	25,0	19,5	0,21		Catavento	5,0	
*	750	24	Parelhas	Prefeitura	07°38'16"	37°06'04"		CDRM	103/82	51,0	5"	28,8		Seco								
*	795	25	Areial	Prefeitura	07°43'39"	37°02'00"	570	CDRM	110/83	50,0	5"	13,5	Exploração	0,3	4,8	13,0	8,2	0,04	11/83	Catavento	5,0	
*	847	26	Fz. Prata	Prefeitura	07°40'51"	37°04'50"		CONESP	101/84	50,0	5"	19,3	Teste	0,6	3,2	34,4	31,2	0,02				
	27	Paraiso	SUDENE					CONESP	101/84	68,0	5"	43,7	Teste	0,2	3,5	45,2	41,2	0,004				
	28	Fz. S.ª Izabel	Prefeitura					CONESP	101/84	50,0	5"	36,2	Teste	4,2	9,0	28,0	19,0	0,22				
	29	Melo	Prefeitura					DNOCS	110/84	48,0	6"	12,0		3,0	4,0	9,0	5,0	0,72				
	30	Eufrázio	Pedro Silva					DNOCS	111/83	30,0	6"	19,0		3,6	8,0	16,0	8,0	0,45				

CAVASTRO DE POÇOS DA PARAIBA

CARACTERIZAÇÃO FÍSICA

HTCRO-REGIÃO: CARIRIS VELHOS

MUNICÍPIO: PRATA

NUMERAÇÃO		LOCALIDADE	PROPRIETÁRIO	COORDENADAS			PERFURAÇÃO				INFORMAÇÕES DA PRODUÇÃO					INSTALAÇÃO		Observações			
CADASTRO	ORDEM			LAT. (S)	LONG. (W)	COTA	EMPRESA	DATA	PROF. (m)	Ø	SEÇÃO FILTRANTE	ENTRADA D'ÁGUA	TIPO	Q (m³/h)	NE (m)	ND (m)	S (m)		Q/S	DATA	EQUIPAMENTO
*	31	Paraiso	Ant. G. Costa				DNDCS	07/83	48,0	6"	10,0		7,0	9,0	18,0	9,0	0,08				
*	32	Matarina	Nelson França				DNDCS	11/82	28,0	6"	12,0		1,3	10,0	25,0	15,0	0,09				
*	33	S. Francisco	F. A. da Silva				DNDCS	04/82	42,0	6"	13,0		7,0	3,0	12,0	9,0	0,78				
*	34	Boa Sorte	José E. Filho				DNDCS	07/81	23,0	6"	14,0		3,5	5,0	13,0	8,0	0,44				

CADASTRO DE POÇOS DA PARAIBA
CARACTERIZAÇÃO DO AQUIFERO E FÍSICO-QUÍMICA DAS ÁGUAS

MICRO-REGIÃO: CARTRIS VELHOS

MUNICÍPIO: PRATA

NUMERAÇÃO		FONTE/DL'S CAPTADAS	CARACTERÍSTICAS DO AQUIFERO										ANÁLISE FÍSICO-QUÍMICA (mg/l)										Observações				
CADASTRO	ORDEM		LITOLOGIA	TIPO	ESPESSURAS(m)		T m ² /s	K m/s	S	LABORAT.	DATA	Nº	Ca ⁺⁺	Mg ⁺⁺	Na ⁺	K ⁺	Fe ⁺⁺⁺	Cl ⁻	SO ₄ ⁻⁻	HCO ₃ ⁻⁻	CO ₃ ⁻⁻	pH		Dureza	CONDUT. µ x cm	R. SECO	
					TOTAL	CAPTADA																					
313	01	C. Gn. Migm.		Fraturado																							
314	02	C. Gn. Migm.		Fraturado																							
316	03	C. Gn. Migm.		Fraturado																							
317	04	C. Gn. Migm.		Fraturado																							
319	05	C. Gn. Migm.		Fraturado																							
321	06	C. Gn. Migm.		Fraturado					CDRM	10/78													1328	930			
312	07	C. Gn. Migm.		Fraturado					CDRM	10/78													3549	2484			
315	08	C. Gn. Migm.		Fraturado					CDRM	10/78													2184	1528			
323	09	C. Gn. Migm.	Gnaissé	Fraturado					DNDCS	10/78	178	154,9	114,9	274,8	14,8	AusEnc.	833,3	12,9	444,1			7,5	859	2900	2138		
324	10	C. Gn. Migm.	Granito	Fraturado						10/78		448,0	221,1	2625,0	68,0		15200,0	6,27	605,1			7,2	91	6831	4782		
325	11	C. Gn. Migm.	Gnaissé	Fraturado						10/78		157,6	137,0	425,0	16,7		1041,6	23,2	492,9			7,1	958	2523	1766		
326	12	C. Gn. Migm.		Fraturado					DNDCS	10/77	91	56,1	164,6	293,2	13,7	0,0	730,5	40,4	488,0			7,7	817	2600	1786		
327	13	C. Gn. Migm.		Fraturado																							
328	14	C. Gn. Migm.		Fraturado					CDRM	10/78														1638	1146		
329	15	C. Gn. Migm.		Fraturado					DNDCS	10/78	12	154,9	71,7	958,2	11,7	0,0	1843,9	34,6	146,4			7,9	671	5000	3181		
330	16	C. Gn. Migm.		Fraturado					DNDCS	10/78	28	324,4	247,8	417,4	25,4	0,0	11578,0	315,6	262,3			7,1	1828	4000	3171	RS=2197mg/l	
331	17	C. Gn. Migm.		Fraturado					DNDCS	10/78	21	120,4	148,2	1804,4	13,7	0,0	13049,6	201,8	414,8			8,2	910	8000	5753		
332	18	C. Gn. Migm.		Fraturado					CDRM	10/78														2184	1529		
333	19	C. Gn. Migm.	Gnaissé	Fraturado								80,0	74,8	147,5	18,0		330,0	15,4	522,1			7,2	580	1301	1160		
334	20	C. Gn. Migm.		Fraturado								72,5	77,9	167,0	15,6	0,0	443,2	33,2	275,7			7,8	501	1700	1051		
656	21	C. Gn. Migm.		Fraturado								95,2	77,1	287,5	11,7	0,0	531,9	90,8	427,0			7,9	535	2000	1521	RS=1732mg/l	
748	22	C. Gn. Migm.	Diot./Gnaissé	Fraturado					DNDCS	10/78	188	36,0	87,6	217,4	6,2	AusEnc.	319,1	62,5	653,9			7,5	450	1800	1376		
749	23	C. Gn. Migm.	Gn. Granítico	Fraturado					UFPB	10/78	1489	40,2	52,9	285,7	9,7	Nilil	230,5	37,0	100,9			8,5	7,7	318	1449	963	
750	24	C. Gn. Migm.	Gn. Granítico	Fraturado																							
795	25	C. Gn. Migm.	Ant./Xisto	Fraturado					DNDCS	11/83	370	236,5	195,2	460,0	21,5	AusEnc.	11202,1	129,2	429,4			7,4	1392	5500	3927		
847	26	C. Gn. Migm.	Granito	Fraturado					SUDENE	10/78	624	48,0	68,0	91,2	10,2	0,0	210,0	32,8	351,4			8,0	400	1266	886		
	27								SUDENE	10/78	639	48,0	106,9	122,0	13,3	0,0	400,0	149,0	185,4			0,0	7,9	560	1754	1228	
	28								SUDENE	10/78	626	240,0	158,0	202,0	17,5	0,0	1050,0	14,9	219,6			0,0	7,6	1250	3448	2414	
	29								DNDCS	11/84	513	22,4	106,3	312,8	17,6	0,2	637,7	54,0	331,8			12,0	7,8	500	2000	1329	
	30								DNDCS	11/83	465	65,7	69,1	133,4	9,8	AusEnc.	234,0	19,2	525,2			7,5	448	1300	939		

CADASTRO DE POÇOS DA PARAIÁ
CARACTERIZAÇÃO DO AQUIFERO E FÍSICO-QUÍMICA DAS ÁGUAS

MICRO-REGIÃO: CARIRIS VELHOS

MUNICÍPIO: PRATA

NUMERAÇÃO		FUNDIÇÕES CAPTADAS	CARACTERÍSTICAS DO AQUIFERO						ANÁLISE FÍSICO-QUÍMICA (mg/l)													Observações		
CADASTRO	ORDEN		LITOLOGIA	TIPO	ESPESSURAS(m)		T	K	S	LABORAT.	DATA	Nº	Ca ⁺⁺	Mg ⁺⁺	Na ⁺	K ⁺	Fe ⁺⁺⁺	Cl ⁻	SO ₄ ⁻	HCO ₃ ⁻	CO ₃ ⁻		pH	Dureza
				TOTAL	CAPTADA	m ² /s	m/s																µmhos/cm	µmhos/cm
	31								DNDCS	10/83	218	52,1	91,2	535,9	1387,1	0,02	1010,6	124,9	224,5	21,6	7,5	2360	3600	2360
	32								DNDCS	11/82	226	92,2	35,3	341,6	23,1	Musênc.	514,2	144,1	169,8	7,2	7,7	3750	2100	1472
	33								DNDCS	10/82	73	47,9	73,1	220,8	9,2	0,0	287,2	84,1	513,1		7,4	420	1600	1235
	34								DNDCS	10/81	121	406,8	238,3	702,6	36,3	0,4	2147,8	97,5	632,0		7,4	1995	6300	4263

CADASTRO DE POÇOS DA PARAJIRA

CARACTERIZAÇÃO FÍSICA

MICRO-REGIÃO: CARIRIS VELHOS

MUNICÍPIO: SUMÉ

NUMERAÇÃO CADASTRO	LOCALIDADE	PROPRIETÁRIO	COORDENADAS			PERFURAÇÃO			INFORMAÇÕES DA PRODUÇÃO					INSTALAÇÃO		Observações			
			LAT. (S)	LONG. (W)	COTA:EMPRESA:DATA	PROF. (m)	Ø	SEÇÃO FILTRANTE	ENTRADA D'ÁGUA	TIPO	Q(m³/h)	ME(m)	MD(m)	IS(m)	Q/S		DATA	EQUIPAMENTO	RESERVATÓRIO m³
275	01 Jatobá	Oscar Feitosa	07°45'13"	36°59'00"	504 DNDCS 07/67	20,2	6"				2,8	9,0	18,0	9,0	0,310		Catavento	12,0	
276	02 Jatobá II	Oscar Feitosa	07°46'30"	36°54'46"	510 DNDCS 08/68	50,5	6"				1,5	1,0	40,0	39,0	0,040		Catavento	12,0	
536	03 Pio X	Prefeitura	07°30'45"	36°57'50"	592 DNPM /68	34,0					6,0	3,0	21,0	18,0	0,330				Revestimento Sacado
537	04 Poço do Rei	Prefeitura	07°34'05"	36°59'48"	537 CONESP 04/63	50,0	6"		47,0	Teste	4,9	9,0	40,5	31,5	0,160		Catavento	15,0	
538	05 Amparo	Prefeitura	07°34'03"	37°03'53"	559 CONESP 04/63	43,0	6"				41,0						Eletro-Bomba	30,0	
539	06 Genuino III				SUPLAN 07/77	20,0	5"				2,0	6,0	14,0	8,0	0,250				Não Concluído
540	07 D. D'Água Br	Prefeitura	07°30'48"	36°55'45"	573 CONESP 05/63	43,0	6"		36,0	Teste	1,6	6,0	38,0	32,0	0,050		Catavento	15,0	
541	08 Pitombeira	José Lucas	07°49'00"	36°57'43"	511 09/60	21,1	8"				3,2	6,5	15,0	8,5	0,380		Catavento	15,0	Recuperado/CDRM
542	09 St. Nanico	Prefeitura	07°31'56"	37°00'07"	666 CONESP 07/63	47,0	6"		38,0	Teste	1,9	10,0	42,0	32,0	0,060		Catavento	15,0	
543	10 Hameleiro	José Torres	07°41'24"	36°56'18"	484 CONESP 02/64	49,0	6"		42,0	Teste	14,4	9,4	35,0	25,6	0,560		Catavento	15,0	
544	11 Mata	Ermirio Leite	07°30'56"	36°59'19"	581 04/63	32,0	6"				1,5	5,0	11,0	6,0	0,250		Foto-Bomba		
546	12 Caititu	Prefeitura	07°31'54"	36°51'47"	522 CONESP 05/63	50,0	6"		46,0	Teste	2,2	2,0	43,0	41,0	0,050		Catavento	15,0	
547	13 Cruz	Prefeitura	07°35'00"	36°56'11"	511 CONESP 06/63	48,0	6"		38,0	Teste	2,6	8,5	40,0	31,5	0,080		Catavento	15,0	
548	14 Jurema	Otaviano Peron	07°44'34"	36°46'23"	472 10/60	22,9	8"				1,0	4,5	20,0	15,5	0,060		Eletro-Bomba	15,0	
549	15 Jurema II	Otaviano Peron	07°44'34"	36°46'05"	472 DNDCS 10/60	11,0	8"				3,6	4,5	6,0	1,5	2,400				Obstruído
550	16 Jaquaribe	Boa Ventura	07°32'19"	36°56'03"	518 12/60	18,5	8"				0,9	8,0	17,0	9,0	0,100		B. Manual		
551	17 Balanco	Prefeitura	07°30'16"	36°56'43"	612 CONESP 06/63	42,0	8"		30,0	Teste	2,6	6,0	25,0	19,0	0,140		Catavento	15,0	
552	18 Formigueiro	Maria Freitas			08/62	14,1	8"				3,0	5,2	6,0	0,8	3,750		Catavento	10,0	Não Localizado
553	19 St. Amaro	Prefeitura	07°33'07"	37°01'53"	582 CONESP 05/63	100,0	6"		35,0		0,1	5,0	80,0	75,0	0,001				15,0 Obstruído
554	20 Serr. Agudo I	Fcº Alves	07°37'03"	37°02'23"	523 11/60	14,3	8"				0,9	4,0	13,0	9,0	0,100		Catavento	10,0	
555	21 Serr. Agudo II	Fcº Alves	07°37'05"	37°03'12"	523 12/60	10,0	8"				0,4	4,5	8,0	3,5	0,110				Obstruído
557	22 São Gonçalo	Paulo Guerra	07°47'31"	36°55'49"	494 08/60	17,0	8"				6,0	2,5	5,0	2,5	2,400		Catavento	8,0	
558	23 Rch. Cariris	Prefeitura	07°30'56"	37°02'23"	598 CONESP 05/63	50,0	5"			Teste	0,4	5,0	43,7	39,7	0,010				
559	24 Salgadinho	J. Fcº Nascime	07°34'07"	37°01'56"	564 12/62	19,3	6"				3,0	8,0	15,0	7,0	0,430		B. Manual		
560	25 PROFERTIL				06/63	42,0	6"				Seco								Não Localizado
561	26 Pinica-Pau	Pedro Mariano	07°48'46"	36°54'06"	490 03/63	41,5	6"				1,5	10,5	25,0	14,5	0,100		Catavento	5,0	
562	27 Cachoeirinha	F. S. Macedo	07°41'40"	36°52'00"	536 02/63	23,0	8"				8,0	6,0	12,0	6,0	1,330		Catavento	8,0	
563	28 Jatobá	Oscar Neves	07°44'07"	36°58'56"	570 CARTRI 09/62	17,1	6"				4,0	5,0	7,0	2,0	2,000				8,0 Obstruído
564	29 Acudinho	F. S. Macedo	07°33'36"	36°50'26"	523 03/65	17,0	6"				6,0						B. Manual		
565	30 Pananeiras	João Soares	07°33'56"	36°56'15"	502 DNPM 03/63	41,0	6"				0,9	4,0	24,0	20,0	0,040		Catavento		

CADASTRO DE POÇOS DA FARAÍNA

CARACTERIZAÇÃO FÍSICA

MICRO-REGIÃO: CARIRIS VELHOS

MUNICÍPIO: SUMÉ

NUMERAÇÃO	LOCALIDADE	PROPRIETÁRIO	COORDENADAS		PERFURAÇÃO			INFORMAÇÕES DA PRODUÇÃO					INSTALAÇÃO		Observações									
			LAT. (S)	LONG. (W)	COTA	EMPRESA	DATA	PROF. (m)	#	SEÇÃO	ENTRADA	TIPO	Q (m³/h)	HE (m)		IND (m)	S (m)	O/S	DATA	EQUIPAMENTO	RESERVATÓRIO			
566	31 Rch. da Roça	Prefeitura	07°36'33"	37°00'07"	573	CONESP	07/63	20,0	6"		16,0	Teste	4,0	4,0	10,0	6,0	0,670		Catavento	15,0				
567	32 Poço Escuro	Prefeitura	07°30'08"	36°58'04"	530	CONESP	07/63	50,0	5"		26,0	Teste	0,4	7,0	45,0	38,0	0,010		Catavento	15,0				
*	568	33 Brava	Hauri Bezerra	07°44'11"	36°52'20"	446	CONESP	08/73	54,5	5"		6,0		0,1	2,8				Catavento	8,0				
*	569	34 Amaro II	José Soares	07°33'07"	37°01'53"	588	CONESP	04/73	76,0	5"		26,0		Seco							Obstruído			
	570	35 Amaro III	José Soares	07°33'07"	37°01'53"	588	CONESP	04/73	76,0	5"		10,5		0,1	3,8						Obstruído			
*	571	36 Serr. Agudo I				CONESP		37,0	6"		18,0		1,8	4,0	17,1	13,1	0,140				Não Localizado			
*	572	37 Serr. Agudo II				CONESP		40,0	6"	2,0	11,0	Teste	9,0	5,0	10,5	5,5	1,640				Não Localizado			
*	573	38 Caroa	Haroldo	07°43'26"	36°48'56"	462	INDUCS	09/78	20,0	6"		16,0		3,0	4,0	9,0	5,0	0,600				Tamponado		
*	574	39 Guixabas	SUPLAN				INDUCS	08/78	31,0			13,0		0,8	10,0	25,0	15,0	0,050				Não Localizado		
*	575	40 Pinhões de B	Alfredo Souza	07°43'05"	36°50'34"	474	INDUCS	09/78	35,0	6"		19,0		3,0	15,0	19,0	4,0	0,750				Catavento		
*	576	41 Pinhões de C	Oscar Frutuoso	07°43'40"	36°50'43"	491	INDUCS	09/78	20,6			7,0		6,0	6,0							Catavento		
	577	42 Duas Barr. II	Lourival Prata	07°39'38"	36°58'33"	566	INDUCS	07/75	25,0	6"		7,6		4,0	4,0	10,0	6,0	0,670				18,0	Abandonado	
	578	43 Várzea	Expedito Braz	07°46'12"	36°59'56"	465	INDUCS	11/74	26,0	6"		6,0		3,0	1,5	5,0	3,5	0,860				Catavento	8,0	
	579	44 Ipueiras P.	J. K. Bezerra	07°44'13"	36°52'53"	454	INDUCS	11/78	20,0	6"		7,5		4,0	3,0	10,0	7,0	0,570				Catavento	8,0	
	580	45 Fz. Mata I	Ermirio Leite	07°30'24"	36°59'29"	592	INDUCS	11/75	30,0	6"				3,0	1,0	12,0	11,0	0,270					Tamponado	
	581	46 Bemúno II	S. Canário	07°34'13"	37°02'16"	560	INDUCS	07/77	20,0	6"		14,0		2,0	6,0	14,0	8,0	0,250				B. Manual		
*	582	47 Balança I	Breno Silveira	07°28'16"	36°56'45"	612	INDUCS	09/75	25,0	6"		6,6		5,0	1,0	13,0	12,0	0,420				Catavento	15,0	
	583	48 Ditis	J. K. Bezerra	07°41'00"	36°53'23"	464	INDUCS	01/75	20,0	6"		20,0		5,0	3,5	5,5	2,0	2,500				Catavento	8,0	
	584	49 Abertas	Newton Rafael	07°39'06"	36°57'43"	466	INDUCS	12/75	19,0	6"		10,0		3,0	3,0	10,0	7,0	0,430				Eletro-Bomba		
	634	50 Fz. Mata S/A	Ermirio Leite	07°30'20"	36°59'07"	620	INDUCS	10/75	24,0	6"		3,0		0,7	3,0	21,0	18,0	0,040						
*	674	51 Caroa	S. J. da Rocha	07°43'33"	36°50'00"	464	PROPR.		5,0													Catavento		Amazonas
*	771	52 Rch. Cariris	Prefeitura	07°31'09"	37°02'39"		CDRM	08/81	50,0	5"		8,7										B. Manual		
	772	53 Carnaúba Ix	Prefeitura	07°41'17"	36°59'21"		CDRM	01/81	50,0	5"		15,0	Exploração	2,0	2,6	12,0	9,4	0,210				Catavento	5,0	
	773	54 Jurema	Prefeitura	07°37'55"	36°52'23"		CDRM	08/81	50,0	5"		17,7	Exploração	2,0	2,6	12,0	9,4	0,210				Catavento	5,0	
	774	55 Pau D'Arco	Prefeitura	07°32'45"	36°59'57"		CDRM	01/81	50,0	5"		17,0	Exploração	1,5	4,0	15,0	11,0	0,140				Catavento	5,0	
	775	56 Pau Leite	Prefeitura	07°37'29"	37°00'19"		CDRM	08/81	50,0	5"		13,5	Exploração	1,0	6,6	13,0	6,4	0,160				Catavento	5,0	
	776	57 Lagoa Meio	Prefeitura	07°33'03"	37°01'20"		CDRM	03/82	50,0	5"		17,7	Exploração	0,8	7,6	13,4	5,8	0,140				Catavento	5,0	
*	777	58 Rch. da Roça	Prefeitura	07°36'49"	36°59'00"		CDRM	07/82	51,0	5"				Seco										
	778	59 Carnaúba C.	Hermínia Stº C.	07°42'52"	37°01'16"		CDRM	07/82	51,0	5"		12,5	Exploração	0,5	3,0	11,0	8,0	0,060	08/82			Catavento	5,0	
	803	60 Rch. Roça II	Prefeitura	07°37'10"	36°59'24"	550	CDRM	10/83	50,0	5"		12,3	Exploração	0,2	3,4	12,0	8,6	0,020	11/83			Catavento	5,0	

CADASTRO DE POÇOS DA PARAIBA

CARACTERIZAÇÃO FÍSICA

MICRO-REGIÃO: CARIRIS VELHOS

MUNICÍPIO: SUMÉ

NÚMERAÇÃO	LOCALIDADE	PROPRIETÁRIO	COORDENADAS			PERFURAÇÃO				INFORMAÇÕES DA PRODUÇÃO					INSTALAÇÃO		Observações					
			CADASTRO	ORDEM		LAT. (S)	LONG. (W)	COTA	EMPRESA	DATA	PROF. (m)	Ø	SEÇÃO	ENTRADA	TIPO	Q(m³/A)		NE(m)	ND(m)	S(m)	O/S	DATA
*	813	61	Fz. Acudinho	Prefeitura	07°33'49"	36°50'26"	560	CDNH	07/84	50,0	5"		8,4	Exploração	0,3	1,8	10,5	8,7	0,030	08/84	Catavento	5,0
*	844	62	Fz. Firmeza	Prefeitura	07°46'37"	36°54'50"		CDNESP	08/84	52,0	5"		33,2	Teste	1,3	4,0	36,2	32,2	0,040	12/84	Catavento	5,0
*		63	Faz. Nova	Prefeitura				CDNESP	10/83	50,0	5"		32,3	Teste	1,0	5,4	30,7	25,3	0,040			
*		64	Pio X	Prefeitura				CDNESP	12/83	50,0	5"		23,5	Teste	3,3	4,1	28,0	23,9	0,140			
*		65	Cruz da Moça	Prefeitura				CDNESP	12/83	50,0	5"		12,6	Teste	1,8	6,4	26,2	19,8	0,090			
*		66	Fz. Aroeiras	Prefeitura				CDNESP	01/84	51,0	5"		49,4	Teste	0,8	5,0	35,8	30,8	0,030		Catavento	5,0
*		67	Bezerr. Norte	Prefeitura				CDNESP	01/84	50,0	5"		36,6	Teste	2,4	6,9	32,1	25,2	0,100		Catavento	5,0
*		68	Stº Agostinho	Antº Batista				DNDCS	07/80	22,0	6"		11,0		5,0	8,0	11,0	3,0	1,670			
*		69	Marameleiro	Luiz Correia				DNDCS	10/80	24,0	6"		15,0		4,5	5,0	15,0	10,0	0,450		Catavento	
*		70	P. Sertanejo	DNDCS				DNDCS	10/80	20,0	6"		12,0		4,0	5,0	15,0	10,0	0,400			
*		71	Rch. Cariri	Antº Batista				DNDCS	11/80	22,0	6"		8,0		1,5	5,0	17,0	12,0	0,120			
*		72	Pelele	José Patrício				DNDCS	01/81	22,0	6"		8,0		2,0	5,0	18,0	13,0	0,150			
*		73	Poço Pedra	Luiz Pereira				DNDCS	05/81	23,0	6"		15,0		1,5	9,0	18,0	9,0	0,170			
150		74	Bregório	Abelardo Mata				DNDCS	06/81	20,0	6"		12,0		2,0	6,0	16,0	10,0	0,200		Catavento	Recuperado/CDNH
*		75	Cinco Valas	(Manoel) Brizo				DNDCS	10/81	31,0	6"		14,0		3,5	8,0	15,0	7,0	0,500			
*		76	Chorão I-B	Edísio Souto				DNDCS	10/81	28,0	6"		14,0		1,0	11,0	20,0	9,0	0,110			
*		77	Firmeza	Tobias Mayer				DNDCS	12/81	31,0	6"		18,0		4,0	6,0	15,0	9,0	0,440			
*		78	Caruá	Vanildo Braz				DNDCS	11/81	42,0	6"		34,0		0,9	9,0	31,0	22,0	0,040			
*		79	Marameleiro	Ribot Dutra				DNDCS	11/81	48,0	6"		34,0		0,6	7,5	30,0	22,5	0,030			
*		80	Marameleiro II	J. Torres				DNDCS	11/81	30,0	6"		24,0		3,0	4,5	20,0	15,5	0,190			
*		81	Marameleiro III	Imª de Lourdes				DNDCS	11/81	30,0	6"		27,0		1,0	5,0	16,0	11,0	0,090			
*		82	Jaguaribe	Sev. Waldino				DNDCS	11/81	25,0	6"		12,0		3,5	5,0	14,0	9,0	0,390			
*		83	Firmeza	Nozar Mayer				DNDCS	02/82	32,0	6"		10,0		6,0	5,0	9,0	4,0	1,500			
*		84	Dinamarca I	Alvalmir Azevedo				DNDCS	02/82	31,0	6"		20,0		2,5	9,0	25,0	16,0	0,160			
*		85	Chorão II-A	Edísio Souto				DNDCS	04/82	36,0	6"		30,0		4,0	16,0	28,0	12,0	0,330			
*		86	Acudinho II	Edísio Souto				DNDCS	04/82	42,0	6"		30,0		0,6	12,0	30,0	18,0	0,030			
*		87	Neto	Joaquim Neto				DNDCS	08/82	22,0	6"		11,0		1,0	4,0	8,0	4,0	0,250			
*		88	Campo Alegre	Neusésio Odón				DNDCS	10/82	48,0	6"		43,0		2,5	29,0	40,0	11,0	0,230			
*		89	Casa Pedra	Braz Quintans				DNDCS	09/82	26,0	6"		9,0		4,0	8,0	20,0	12,0	0,330			
*		90	Princesa	Manoel Lúcio				DNDCS	10/82	22,0	6"		14,0		12,0	4,0	10,0	6,0	2,000			

CADASTRO DE POÇOS DA PARAIBA

CARACTERIZAÇÃO FÍSICA

MICRO-REGIÃO: CARIRIS VELHOS

MUNICÍPIO: SUMÉ

NUMERAÇÃO	LOCALIDADE	PROPRIETÁRIO	COORDENADAS			PERFURAÇÃO				INFORMAÇÕES DA PRODUÇÃO					INSTALAÇÃO			Observações					
			LAT. (S)	LONG. (W)	COTA	EMPRESA	DATA	PROF. (m)	Ø	SELCÃO FILTRANTE	ENTRADA D'ÁGUA	TIPO	Q (m³/A)	INE (m)	IND (m)	S (m)	Q/S		DATA	EQUIPAMENTO	RESERVATÓRIO		
*	91	Carnaúba	Wilson S. Cruz				DNOCs	10/82	48,0	6"		28,0		1,0	12,0	35,0	23,0	0,0	0,040				
*	92	Maladares	M.F. Stª Cruz				DNOCs	10/82	48,0	6"		35,0		7,5	10,0	30,0	20,0	0,0	0,380				
*	93	Marmeleiro	Sebtº César				DNOCs	12/82	26,0	6"		8,0		7,5	6,0	12,0	6,0	1,250					
*	94	Caçara Nova	Arm. Caetano				DNOCs	03/83	22,0	6"		12,0		4,5	6,0	12,0	6,0	0,750					
*	95	Brava	J. Marinetti				DNOCs	07/83	48,0	6"		28,0		1,5	6,0	25,0	19,0	0,080					
*	96	Jurema	Otviano J.				DNOCs	08/83	36,0	6"		18,0		1,0	16,0	18,0	2,0	0,500					
*	97	Majur Tobias	Mozar Mayer				DNOCs	11/83	42,0	6"		14,0		4,0	9,0	14,0	5,0	0,800					
*	98	Banancira I	Edísio Souto				DNOCs	12/83	48,0	6"		30,0		7,2	14,0	26,0	12,0	0,600					
*	99	Bananeira II	Edísio Souto				DNOCs	12/83	48,0	6"		26,0		1,2	18,0	20,0	2,0	0,600					
*	100	Chorão	Edísio Souto				DNOCs	08/81	31,0	6"				Seco									Abandonado
*	101	Chorão I-A	Edísio Souto				DNOCs	09/81	25,0	6"				Seco									Abandonado
*	102	Chorão II	Edísio Souto				DNOCs	11/81	22,0	6"				Seco									Abandonado
*	103	Neto I-A	Joaquim Neto				DNOCs	03/83	21,0	6"		8,0		4,0	5,0	12,0	7,0	0,570					
*	104	Cantonho	Sevnº Tavares				DNOCs	02/84	48,0	6"				Seco									
*	105	Angico Torto	J. Leonardo				DNOCs	02/84	48,0	6"		8,0		1,5	6,0	8,0	2,0	0,750					
*	106	Várzea	Hº Luzinada				DNOCs	02/84	48,0	6"		23,0		14,0	8,0	19,0	11,0	1,270					
*	107	Firmeza II	Mozar Mayer				DNOCs	11/84	48,0	6"		14,0		3,6	6,0	14,0	8,0	0,450					
* C 906	108	St. Junco	Prefeitura	07°41'59"	36°51'23"	550	CDRM	08/85	40,0	5"		17,0	Exploração	1,0	3,6	16,0	12,3	0,080	08/85	Catavento		5,0	
* C 920	109	St. Macambira	Prefeitura	07°35'32"	36°58'18"	600	CDRM	16/85	40,0	5"		16,2	Exploração	1,0	4,5	15,0	10,4	0,090	11/85	Catavento		5,0	
* C 270	110	fz. 2 Barras	Prefeitura	07°39'46"	36°58'23"	545	CDRM	07/86	40,0	5"		24,9	Exploração	2,5	2,7	15,0	12,3	0,200	08/86	Catavento		5,0	
* C 294	111	St. Abertas	Prefeitura	07°39'20"	36°57'45"	550	CDRM	08/86	50,0	5"		17,0	Exploração	0,8	4,3	14,0	9,7	0,080	08/86	Catavento		5,0	
* 366	112	Rch. Roca III	Prefeitura	07°37'00"	36°58'16"	570	CDRM	08/86	39,0	5"		33,2	Exploração	1,0	5,0	25,0	20,0	0,050	09/86	Catavento		5,0	
* 298	113	Acudinho II	Prefeitura	07°33'51"	36°49'54"	550	CDRM	08/86	50,0	5"		14,9		Seco									
* 790	114	Angico Torto	Prefeitura	07°38'02"	36°58'01"	550	CDRM	09/87	50,0	5"		16,4		Seco									
* 958	115	Abertas II	Prefeitura	07°37'29"	37°59'52"	550	CDRM	02/88	40,0	5"		14,3	Exploração	0,8	3,85	9,0	5,15	0,155	03/86	Catavento		5,0	

151

CADASTRO DE POÇOS DA PARAIBA
CARACTERIZAÇÃO DO AQUIFERO E FÍSICO-QUÍMICA DAS ÁGUAS

MICRO-REGIÃO: CARIRIS VELHOS

MUNICÍPIO: SUMÉ

NUMERAÇÃO	CADASTRO	ORDEN	FORMAÇÕES CAPTADAS	CARACTERÍSTICAS DO AQUIFERO					ANÁLISE FÍSICO-QUÍMICA (mg/l)													Observações			
				LITOLOGIA	TIPO	ESPESSURAS(m)		LABORAT.	DATA	Nº	Ca ⁺⁺	Mg ⁺⁺	Na ⁺	K ⁺	Fe ⁺⁺⁺	Cl ⁻	SO4 ⁻⁻⁻	HCO3 ⁻⁻⁻	CO3 ⁻⁻⁻	pH	Dureza		CONDUT. R x cm	k. SECO	
						TOTAL	CAPTADA																		T m ² /s
275	01	C. Gn. Migm.		Fraturado											1775,0	95,4	635,2		6,0	13870		3933	RS=535mg/l		
276	02	C. Gn. Migm.		Fraturado					CDRM	107/80											6916		4841		
536	03	C. Gn. Migm.		Fraturado																					
537	04	C. Gn. Migm.	Gnaïsse	Fraturado					CDRM	107/80													2238	1567	
538	05	C. Gn. Migm.	biot./Gnaïsse	Fraturado						105/63	28,8	18,0	65,0	5,0	24,0	16,4	402,6		6,8	142	585	361	RS=1274mg/l		
539	06	C. Gn. Migm.		Fraturado																					
540	07	C. Gn. Migm.	Gnaïsse	Fraturado						105/63	52,0	22,2	56,0	3,8	14,5	231,0	663,7		7,7	220	820	534	RS=1468mg/l		
541	08	C. Gn. Migm.		Fraturado						110/61	28,0	1,9	55,0	1,2	55,0	42,3	390,0		7,5	150	1020	683			
542	09	C. Gn. Migm.	Gr. Calacilasilo	Fraturado						107/63	416,0	306,2	437,5	32,0	1950,0	8,7	558,8		7,0	8300	3571	5034	RS=2989mg/l		
543	10	C. Gn. Migm.	Anf. Gnaïsse	Fraturado						102/64	560,0	70,5	85,0	10,8	110,0	1345,4	2800,0		6,8	1790	1821	1275	RS=2306mg/l		
544	11	C. Gn. Migm.		Fraturado						109/66	17,6	5,8			67,0	29,9	73,2		7,0	68	342	239			
546	12	C. Gn. Migm.	Gr. Biot. Gnaïss	Fraturado						106/63	168,0	98,4	225,0	24,0	750,0	16,4	402,6		7,1	825	2277	2090	RS=3567mg/l		
547	13	C. Gn. Migm.		Fraturado						107/63	64,0	49,8	337,5	16,0	192,5	5,8	995,7		7,4	345	1871	1310			
548	14	C. Gn. Migm.	Gnaïsse	Fraturado						110/61	47,0	44,3	230,0	27,5	565,0	22,1	126,9		6,8	300	2500	1771	RS=2599mg/l		
549	15	C. Gn. Migm.	Gnaïsse	Fraturado						110/61	68,0	41,3	218,8	2,5	240,0	13,4	561,2		7,4	340	1923	1346			
550	16	C. Gn. Migm.	Granito	Fraturado						110/61	146,0	173,7		20,0	1196,0	19,2	756,4		7,2	1080	4545	3182			
551	17	C. Gn. Migm.	Granito	Fraturado						107/63	288,0	81,4	460,0	20,0	835,0	7,2	400,2		6,8	1055	2277	1594	RS=1845mg/l		
552	18	C. Gn. Migm.	Gnaïsse	Fraturado						110/62	122,0	49,8			440,0	Tracos	445,3		6,7	5250					
553	19	C. Gn. Migm.	Calacilasilo	Fraturado						106/63	144,0	68,0	265,0	27,0	580,0	15,4	441,6		7,3	640	2000	1400			
554	20	C. Gn. Migm.	Granito	Fraturado							22,0	18,2	330,0	2,5	355,0	36,5	585,6		7,8	130	2273	1591			
555	21	C. Gn. Migm.	Gnaïsse	Fraturado						110/61	104,0	66,8	295,0	5,0	380,0	53,8	573,4		7,1	535	2500	1750			
557	22	C. Gn. Migm.		Fraturado					SUPLAN	110/61	14,0	3,6	290,0	5,0	150,0	46,1	583,2		8,2	150	1852	1104	RS=2700mg/l		
558	23	C. Gn. Migm.	Granito	Fraturado																					
559	24	C. Gn. Migm.		Fraturado					CDRM	107/80												3367	2357		
560	25	C. Gn. Migm.	Gnaïsse	Fraturado																					
561	26	C. Gn. Migm.	Gnaïsse	Fraturado					CDRM	107/80												8872	6211		
562	27	C. Gn. Migm.	Gnaïsse	Fraturado					CDRM	107/80												2075	1452		
563	28	C. Gn. Migm.	Gnaïsse	Fraturado																					
564	29	C. Gn. Migm.		Fraturado																					
565	30	C. Gn. Migm.	Gnaïsse	Fraturado					CDRM	107/80												1784	1248		

CAVASTRO DE POÇOS DA PARADA
CARACTERIZAÇÃO DO AQUIFERO E FÍSICO-QUÍMICA DAS ÁGUAS

MICRO-REGIÃO: CARIRIS VELHOS

MUNICÍPIO: SUMÉ

NUMERAÇÃO		FORMAÇÕES CAPTADAS	CARACTERÍSTICAS DO AQUIFERO							ANÁLISE FÍSICO-QUÍMICA (mg/l)													Observações			
CADASTRO	ORDEM		LITOLOGIA	TIPO	ESPESSURAS(m)		T m ² /s	K m/s	S	LABORAT.	DATA	Nº	Ca ⁺⁺	Mg ⁺⁺	Na ⁺	K ⁺	Fe ⁺⁺⁺	Cl ⁻	SO4 ⁻⁻	HCO3 ⁻⁻	CO3 ⁻⁻	pH		Dureza	CONDUT. K ^Ω x cm	R. SECO
					TOTAL	CAP-TAMA																				
813	61	C. Gn. Migm.	Gnaíссе	Fraturado					DNOCS	08/84	363	190,4	187,3	782,0	8,6	Ausênc.	1666,6	35,1	524,6		7,4	1245	4500	3165		
844	62	C. Gn. Migm.		Fraturado					SUDENE	12/84	1093	62,0	47,4	145,0	7,2	0,0	140,0	65,0	497,8	0,0	7,7	350	1299	909		
	63	C. Gn. Migm.		Fraturado																						
	64	C. Gn. Migm.		Fraturado																						
	65	C. Gn. Migm.		Fraturado																						
	66	C. Gn. Migm.		Fraturado					SUDENE	07/84	638	60,0	77,9	105,2	7,3	0,0	200,0	36,4	366,0	0,0	8,0	450	1282	897		
	67	C. Gn. Migm.		Fraturado					SUDENE	07/84	637	520,0	437,4	548,0	19,5	0,0	12800,0	216,0	97,0	0,0	7,7	3100	7692	5384		
	68								DNOCS	08/80	95	67,9	68,5	170,2	15,2	0,2	219,8	48,0	302,6	24,0	8,0	451	1500	1059		
	69								DNOCS	11/80	169	113,6	70,8	322,0	13,3	Ausênc.	514,1	58,1	617,3		7,8	575	2400	1709		
	70								DNOCS	10/80	155	107,8	104,8	322,0	14,9	Ausênc.	539,0	171,9	463,6		7,7	700	2500	1709		
	71								DNOCS	12/80	192	20,2	14,1	265,0	14,1	0,2	85,0	28,8	636,8		7,6	108	1200	1004		
	72								DNOCS	12/80	206	37,4	31,9	140,3	17,1	Ausênc.	63,8	19,7	348,9	60,0	8,8	224	900	696		
	73								DNOCS	05/81	79	763,5	335,6	1058,0	54,8	Ausênc.	13606,6	164,8	395,3		7,0	3328	9000	6632		
	74								DNOCS	07/81	105	258,5	158,9	567,0	7,4	0,0	1191,6	135,0	658,8		7,2	1298	5000	3177		
	75								DNOCS	10/81	205	262,8	167,1	3312,0	19,6	0,2	5567,2	157,1	280,6		7,5	1193	14000	9707		
	76								DNOCS	11/81	249	341,5	412,8	634,8	66,5	Ausênc.	12624,0	193,0	610,0		7,2	2550	7500	5288		
	77								DNOCS	12/81	321	33,9	62,9	268,3	7,4	Ausênc.	372,3	35,1	434,3	24,0	7,9	343	2000	1454		
	78								DNOCS	11/81	281	275,6	240,1	515,2	33,6	Ausênc.	1507,0	262,3	536,8		7,4	1675	5500	3672		
	79								DNOCS	11/81	282	106,2	40,1	44,2	0,4	Ausênc.	120,6	80,5	366,0		7,4	145	1100	743		
	80								DNOCS	11/81	283	220,4	84,0	257,6	15,6	Ausênc.	520,6	242,8	378,2		7,4	896	2600	1795		
	81								DNOCS	11/81	284	74,1	77,8	111,8	9,0	Ausênc.	181,9	120,1	475,8		7,7	505	1400	1046		
	82								DNOCS	12/81	302	390,8	951,2	1711,2	88,4	Ausênc.	15921,8	240,2	627,1		7,1	4900	13500	9931		
	83								DNOCS	02/82	20	236,5	79,0	427,8	2,0	Ausênc.	851,0	314,7	390,4		7,2	915	3400	2301		
	84								DNOCS	02/82	23	536,1	440,8	1237,4	23,5	0,3	13723,3	233,0	475,8		6,5	3150	8000	6669		
	85								DNOCS	04/82	61	44,7	17,5	68,3	16,4	2,0	148,9	48,0	141,5	31,2	8,0	184	700	517		
	86								DNOCS	04/82	62	135,2	125,7	354,2	73,8	1,3	992,8	37,5	283,0	28,8	7,8	854	2700	2004		
	87								DNOCS	09/82	146	274,4	119,6	598,0	16,4	Ausênc.	11378,0	110,0	192,8		7,2	1776	4500	3190		
	88								DNOCS	10/82	201	48,1	26,2	301,3	16,4	0,2	379,4	68,2	344,0	16,8	8,2	230	1800	1201		
	89								DNOCS	09/82	175	192,4	138,6	324,4	16,8	0,4	1126,8	134,5	346,5		7,2	1050	4500	3151		
	90								DNOCS	11/82	213	90,2	22,5	634,8	6,3	0,2	922,0	51,9	444,1		7,4	330	3400	2372		

CADASTRO DE POÇOS DA PARAÍBA
CARACTERIZAÇÃO DO AQUIFERO E FÍSICO-QUÍMICA DAS ÁGUAS

MICRO-REGIÃO: CARIRIS VELHOS

MUNICÍPIO: SUMÉ

NUMERAÇÃO		FORMAÇÕES CAPTADAS	CARACTERÍSTICAS DO AQUIFERO					ANÁLISE FÍSICO-QUÍMICA (mg/l)														Observações		
CADASTRO	ORDEM		LITOLOGIA	TIPO	ESPESSURAS (m)		S	LABORAT.	DATA	Nº	Ca ⁺⁺	Mg ⁺⁺	Na ⁺	K ⁺	Fe ⁺⁺⁺	Cl ⁻	SO ₄ ⁻⁻	HCO ₃ ⁻⁻	CO ₃ ⁻⁻	pH	Dureza		CONDUT. x cm	R. SECD
					TOTAL	CAPTADA																		
	91							DNOCS	11/82	214	156,3	130,1	374,9	26,6	0,3	797,8	192,2	417,2		6,8	925	3400	2380	
	92							DNOCS	11/82	215	80,2	35,3	206,3	14,2	Ausênc.	266,0	28,8	597,8		7,4	345	1700	1228	
	93							DNOCS	12/82	267	74,2	186,1	427,8	16,8	Ausênc.	1134,7	96,1	693,0		7,6	950	3800	2629	
	94							DNOCS	10/83	70	146,3	113,1	592,2	17,6	Ausênc.	922,0	32,5	695,4		7,5	830	3200	2501	
	95							DNOCS	10/7/83	197	60,1	1103,4	558,9	37,9	Ausênc.	886,5	152,3	444,1	9,6	7,2	575	3200	2252	
	96							DNOCS	10/9/83	284	252,5	150,8	600,3	18,4	3,0	11346,0	120,1	366,0		7,7	1250	4500	3150	
	97							DNOCS	12/83	324	45,7	31,8	57,5	11,3	Ausênc.	53,2	14,4	395,3		7,5	245	700	496	
	98							DNOCS	12/83	490	155,3	193,4	627,9	25,8	Ausênc.	1418,4	120,1	490,4	21,6	7,7	1183	5000	3826	
	99							DNOCS	12/83	491	135,3	127,9	300,2	36,0	Ausênc.	774,7	72,1	497,8	19,2	7,8	864	2800	2064	
	100																							
	101																							
	102																							
	103							DNOCS	10/3/83	44	118,2	80,2	276,0	12,9	Ausênc.	563,8	33,1	380,6		7,6	625	2300	1562	
	104																							
	105							DNOCS	10/2/84	109	42,7	15,4	351,9	46,9	Ausênc.	393,6	60,5	378,2	16,8	8,1	170	1600	1108	
	106							DNOCS	10/2/84	106	81,8	86,1	296,7	23,8	Ausênc.	514,2	57,5	541,7		7,4	558	2100	1421	
	107							DNOCS	11/84	535	73,3	153,7	322,0	24,6	0,3	620,6	94,6	549,0		7,4	815	2800	1610	
C 906	108	C. Gn. Migm.	Biot./Gnaiss	Fraturado				DNOCS	10/8/85	148	96,2	81,4	205,8	9,7	Ausênc.	322,6	140,3	427,0	36,0	8,2	575	1800	1224	
C 920	109	C. Gn. Migm.	Biot./Gnaiss	Fraturado				DNOCS	11/85	283	34,0	103,4	115,0	4,8	Ausênc.	219,8	14,9	466,0	Ausênc.	7,7	510	1400	980	
C 270	110	C. Gn. Migm.	Biot./Gnaiss	Fraturado				DNOCS	10/8/86	284	521,0	158,1	257,6	12,9	Ausênc.	939,6	893,5	258,6	9,6	7,7	1950	5000	3350	
C 294	111	C. Gn. Migm.	Gnaiss/Gran.	Fraturado				DNOCS	10/8/86	275	551,0	267,5	784,3	33,6	Ausênc.	12624,0	220,9	341,6	Ausênc.	7,6	2475	8500	5610	
366	112	C. Gn. Migm.	Biot./Gnaiss	Fraturado				DNOCS	10/9/86	330	310,6	158,1	326,6	28,7	Ausênc.	1205,6	160,9	263,5	16,8	8,1	1425	3800	2546	
298	113	C. Gn. Migm.	Gran./Gnaiss	Fraturado																				
790	114	C. Gn. Migm.	Granito	Fraturado																				
958	115	C. Gn. Migm.	Granito	Fraturado				DNOCS	03/88	85	94,2	55,9	82,8	7,8	Ausênc.	200,6	16,8	422,1	16,8	7,8	465	1400	910	