

**Universidade Federal da Paraíba**  
**Centro de Ciências e Tecnologia**  
***Curso de Mestrado em Engenharia Agrícola***

**Caracterização dos Padrões de  
Drenagem a partir de Técnicas de  
Sensoriamento Remoto para Uso  
em Levantamentos de  
Reconhecimento  
(Alta Intensidade) de Solos**

***Flávio Hugo Barreto Batista da Silva***

Campina Grande - PB  
Setembro - 1994

**Caracterização dos Padrões de  
Drenagem a partir de Técnicas de  
Sensoriamento Remoto para Uso  
em Levantamentos de  
Reconhecimento  
(Alta Intensidade) de Solos**

**Flávio Hugo Barreto Batista da Silva**

**Caracterização dos Padrões de  
Drenagem a partir de Técnicas de  
Sensoriamento Remoto para Uso em  
Levantamentos de Reconhecimento  
(Alta Intensidade) de Solos**

*Dissertação apresentada ao curso de Mestrado em  
Irrigação e Drenagem da Universidade Federal da  
Paraíba, em cumprimento às exigências para a  
obtenção do grau de Mestre.*

**Área de Concentração: Irrigação e Drenagem**

**Marx Prestes Barbosa, Dr.**  
Orientador

Campina Grande - PB  
Setembro - 1994



S586c Silva, Flávio Hugo Barreto Batista da.  
Caracterização dos padrões de drenagem a partir de técnicas de sensoriamento remoto para uso em levantamentos de reconhecimento (alta intensidade) de solos / Flávio Hugo Barreto Batista da Silva. - Campina Grande, 1994.  
149 f.

Dissertação (Mestrado em Engenharia Agrícola) - Universidade Federal da Paraíba, Centro de Ciências e Tecnologia, 1994.  
"Orientação: Prof. Dr. Marx Prestes Barbosa".  
Referências.

1. Drenagem. 2. Irrigação. 3. Solos. 4. Dissertação - Engenharia Agrícola. I. Barbosa, Marx Prestes. II. Universidade Federal da Paraíba - Campina Grande (PB). III. Título

CDU 631.62(043)



# **Caracterização dos Padrões de Drenagem a partir de Técnicas de Sensoriamento Remoto para Uso em Levantamentos de Reconhecimento (Alta Intensidade) de Solos**

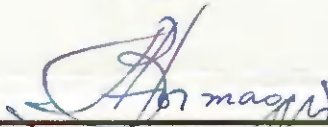
***Flávio Hugo Barreto Batista da Silva***

*Dissertação aprovada em* 10, 09, 1994



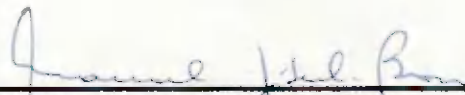
---

**Marx Prestes Barbosa, Dr.  
Presidente**



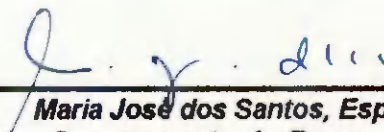
---

**Antonio Roberto Formaggio, Dr.  
Componente da Banca**



---

**Manoel Gilberto de Barros, MSc.  
Componente da Banca**



---

**Maria José dos Santos, Esp.  
Componente da Banca**

Campina Grande - PB  
Setembro - 1994

# Sumário

	Página
Sumário .....	I
Dedicatória .....	V
Agradecimentos .....	VI
Lista de Figuras .....	VIII
Lista de Tabelas .....	XII
Lista de Fotos .....	XIV
Resumo .....	XV
Abstract .....	XVII
<b>Capítulo 1: Introdução .....</b>	<b>1</b>
1.1 Apresentação .....	1
1.2 Objetivo Geral .....	2
1.3 Natureza do Trabalho .....	3
1.3.1 Variável Independente .....	3
1.3.2 Variável Dependente .....	3
1.4 Etapas do Trabalho .....	3
1.5 Localização e Extensão da Área .....	4
1.6 Características Físico-Climáticas .....	5
1.6.1 Geologia .....	5
1.6.2 Geomorfologia .....	6
1.6.3 Clima .....	7
1.6.4 Vegetação .....	9
1.6.5 Aspectos Hidrológicos da Área .....	9
1.6.6 Solos .....	11
1.6.7 Aspectos Agro-Sócio-Econômicos da Área .....	15
1.7 Regiões de Comportamento Hidropedológico Semelhante ao da Área de Estudo .....	18

	Página
<b>Capítulo 2: Materiais e Métodos</b> .....	<b>21</b>
<b>2.1 Materiais</b> .....	<b>21</b>
<b>2.1.1 Dados Bibliográficos</b> .....	<b>21</b>
<b>2.1.2 Cartas Topográficas da SUDENE</b> .....	<b>21</b>
<b>2.1.3 Produtos de Sensoriamento Remoto</b> .....	<b>23</b>
<b>2.1.4 Instrumentos de Medição de Área e de Perímetro</b> .....	<b>24</b>
<b>2.2 Métodos</b> .....	<b>24</b>
<b>2.2.1 Elaboração de Mapas Básicos</b> .....	<b>24</b>
<b>2.2.2 Análise das Imagens TM/LANDSAT-5</b> .....	<b>25</b>
<b>2.2.3 Fotointerpretação</b> .....	<b>26</b>
<b>2.3 Trabalho de Campo</b> .....	<b>30</b>
<b>2.4 Mapeamento da ocupação da Terra</b> .....	<b>35</b>
<b>2.5 Elaboração dos Mapas da Rede de Drenagem</b> .....	<b>36</b>
<b>2.5.1 Análise das Propriedades Dimensionais e Não Dimensionais das   Manchas de Solo</b> .....	<b>36</b>
<b>2.5.2 Análise do Padrão e da Composição da Rede de Drenagem</b> .....	<b>37</b>
<b>2.6 Testes de Aplicação da Metodologia Proposta</b> .....	<b>40</b>
<b>2.6.1 Análises da Rede de Drenagem a Partir da Utilização das Cartas   Topográficas da SUDENE Referentes à Área de Estudo</b> .....	<b>40</b>
<b>2.6.2 Análise da Rede de Drenagem a Partir do Uso Das Cartas   Topográficas da SUDENE em Outras Áreas Similares</b> .....	<b>41</b>
<b>2.6.3 Análises da Rede de Drenagem em Amostras Circulares</b> .....	<b>41</b>
<b>Capítulo 3: Revisão Bibliográfica</b> .....	<b>42</b>
<b>3.1 Sensoriamento Remoto</b> .....	<b>42</b>
<b>3.2 Características do Meio Físico que Influenciam o Comportamento   Hidrológico de Uma Bacia Hidrográfica</b> .....	<b>51</b>
<b>3.3 Análise de Bacias Hidrográficas e Redes de Drenagem</b> .....	<b>59</b>
<b>3.3.1 Bacias Hidrográficas</b> .....	<b>59</b>
<b>3.3.2 Redes de Drenagem</b> .....	<b>61</b>

<b>Capítulo 4: Resultados</b> .....	<b>81</b>
<b>4.1 Geologia</b> .....	<b>82</b>
<b>4.1.1 Pré-Cambriano Indiviso</b> .....	<b>82</b>
<b>4.1.2 Quaternário</b> .....	<b>83</b>
<b>4.2 Pedologia</b> .....	<b>84</b>
<b>4.2.1 Levantamento Exploratório-Reconhecimento de Solos</b> .....	<b>84</b>
<b>4.2.2 Levantamento de Reconhecimento (Alta Intensidade) de Solos</b> .....	<b>86</b>
<b>4.2.3 Comparação entre os Levantamentos Pedológicos</b> .....	<b>107</b>
<b>4.3 Ocupação da Terra</b> .....	<b>108</b>
<b>4.4 Características Fotomórficas nas Imagens TM/LANDSAT-5</b> .....	<b>111</b>
<b>4.5 Análise da Rede de Drenagem das Unidades de Mapeamento</b> .....	<b>113</b>
<b>4.6 Testes de Aplicação da Metodologia</b> .....	<b>115</b>
<b>4.6.1 Teste de Aplicação da Metodologia na Região do Alto Rio Sucuru</b> ..	<b>115</b>
<b>4.6.2 Teste de Aplicação da Metodologia em Outras Áreas de Comportamento Semelhante</b> .....	<b>124</b>
<b>4.6.3 Análise em Amostras Circulares</b> .....	<b>131</b>
<b>Capítulo 5: Conclusões</b> .....	<b>135</b>
<b>Referências Bibliográficas</b> .....	<b>138</b>
<b>Anexo A: Perfis de Solo</b> .....	<b>1</b>
<b>Anexo B: Tabelas</b> .....	<b>1</b>
<b>TABELA B1 - Dados dos Parâmetros de Drenagem Obtidos das Imagens TM/LANDSAT-5</b> .....	<b>1</b>
<b>TABELA B2 - Dados dos Parâmetros da Rede de Drenagem Extraídos das Cartas Topográficas da SUDENE</b> .....	<b>3</b>
<b>TABELA B3 - Dados de Parâmetros da Rede de Drenagem Calculados a Partir da Tabela B1</b> .....	<b>5</b>
<b>TABELA B4 - Dados dos Parâmetros de Drenagem Calculados a Partir da Tabela B2, Extraídos das Cartas Topográficas da SUDENE</b> ...	<b>7</b>
<b>TABELA B5 - Parâmetros Quantitativos da Rede de Drenagem Extraídos das Cartas Topográficas da SUDENE e de Amostras Circulares</b> .....	<b>9</b>

---

	Página
<b>Anexo C: Mapas</b> .....	1
<b>C1 - Mapa de Curvas de Nível e Cotas</b> .....	2
<b>C2 - Mapa Geológico Compilado</b> .....	2
<b>C3 - Mapa do Levantamento Exploratório- Reconhecimento de Solos do Estado da Paraíba (Ampliado)</b> .....	3
<b>C4 - Mapa Fotointerpretativo de Solos</b> .....	4
<b>C5 - Mapa de Ocupação da Terra com Base nas Imagens TM/LANDSAT-5</b> ...	5
<b>C6 - Mapa de Reconhecimento (Alta Intensidade) de Solos</b> .....	6
<b>C7 - Mapa da Rede de Drenagem com Base nas Imagens TM/LANDSAT-5</b> ....	7
<b>C8 - Mapa da Rede de Drenagem Extraído das Cartas Topográficas da SUDENE</b> .....	8

À minha esposa Lucinha, aos meus  
filhos Juliana, Gabriela e Felipe e  
aos meus pais João Baptista e  
Conceição, *in memoriam*

## Agradecimentos

Ao prof. Marx Prestes Barbosa, pela orientação séria e criteriosa, pelas recomendações sempre pertinentes e, sobretudo, pela amizade.

À professora M<sup>a</sup> José dos Santos, pela valiosa contribuição na consultoria e na assessoria técnico-científica relevantes para a concepção desta dissertação.

Ao engenheiro José Eustáquio que de uma forma espontânea muito contribuiu para a revisão e sugestões na forma de apresentação deste trabalho.

Ao Dr. Fernando Barreto pesquisador da EMBRAPA pelas orientações profissionais prestadas que muito contribuiu para o sucesso deste trabalho.

À Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária-EMBRAPA, pela oportunidade e apoio dado para que este trabalho fosse realizado.

Ao Laboratório de Meteorologia, Recursos Hídricos e Sensoriamento Remoto da Paraíba (LMRS/PB), pela infra-estrutura de *hardware* e *software* proporcionados.

Aos professores e funcionários do Departamento de Engenharia Agrícola, dos quais recebi o apoio necessário para desenvolver meus trabalhos

À toda a equipe da Biblioteca do Centro Nacional de Pesquisa do Algodão-CNPA, pelo apoio e atenção.

Ao companheiro Augusto Francisco da Silva Neto pela ajuda nos trabalhos de campo e a hospitalidade de seus pais residentes em Sumé.

Aos colegas João Ramalho, Fátima Fernandes e Joedla pelo incentivo nos momentos de extremas dificuldades.

Aos membros da banca examinadora, pela gentileza em participarem deste processo.

Aos meus pais (in memória) que durante toda existência procuraram incentivar os meus estudos.

Ao desenhista Davi do LMRS/PB pela confecção das figuras e dos mapas e ao cartógrafo Miguel dos Santos pelas sugestões dos mapas temáticos.

Ao amigo Tonhão e sua esposa Lena pela convívio durante a nossa estadia na cidade de Campina Grande.

Aos colegas do Centro Nacional de Pesquisa de Solo-Recife pelo fornecimento da legenda de solos e respectivos mapas do Zoneamento Agroecológico do Estado de Pernambuco e pelo constante incentivo para a realização deste trabalho.

Ao companheiro Nestor Corbiniano do CNPS pelo empréstimo de seu micro computador, desde o início deste estudo, proporcionando um enorme incentivo na elaboração do trabalho.

Ao hidrólogo do ORSTOM, Eric Cadier que me transmitiu conhecimentos de grande valia que me ajudaram a entender duas ciências: a pedologia e a hidrologia.

Ao engenheiro Sérgio Góis pela sua assessoria em hidrologia, particularmente nas análises quantitativas das redes de drenagem.

Ao professor Iêde de Brito Chaves pelo empréstimo do primeiro trabalho, o que facilitou a revisão bibliográfica deste.

"A Deus" por me ter dado forças para superar esta difícil etapa da vida, mas acreditando que sempre florescerá na memória todo um tempo de sacrifícios e de bons momentos.

A todos aqueles que, direta ou indiretamente, deram sua contribuição para a concretização deste trabalho.



---

## Lista de Figuras

	Página
Fig. 1.1 - Localização da Área de Estudo .....	5
Fig. 1.2 - Localização da Bacia Representativa e Experimental de Sumé .....	8
Fig. 1.3 - Localização das Zonas Hidrológicas Semelhantes .....	10
Fig. 1.4 - Localização das Unidades Geoambientais na Região Nordeste .....	14
Fig. 1.5 - Toposseqüência dos Solos e Aspectos Agro-Sócio-Econômico da Unidade F30 .....	15
Fig. 1.6 - Toposseqüência dos Solos e Aspectos Agro-Sócio-Econômicos da Unidade T3.....	17
Fig. 2.1 - Área de Abrangência das Cartas Topográficas Elaboradas pela SUDEN.....	22
Fig. 2.2 - Propriedades que Caracterizam as Formas da Rede de Drenagem e do Relevo .....	29
Fig. 2.3 - Tipos de Padrão de Drenagem .....	38
Fig. 3.1 - Reflectância Espectral de Amostras de Solo, de Água e de Vegetação .....	45
Fig. 3.2 - Drenagem: (a) Integrada, Uniforme e Orientada; e (b) com Baixo Grau de Integração, Não Uniforme e Não Orientada .....	48
Fig. 3.3 - Velocidade de Infiltração dos Diferentes Solos da Bacia Representativa-Experimental de Sumé .....	54
Fig. 3.4 - (A) Esquema de Circulação d'Água na Bacia Experimental de Sumé .....	57
Fig. 3.5 - Bacias Hidrográficas A e B com Iguais Densidades de Drenagem e Diferentes Freqüências de Rios; C e D com Densidades de drenagem diferentes e iguais Freqüências de Rios .....	66

	Página
Fig. 4.1 - Fatores do Meio Físico que Condicionam o Comportamento Hidrológico de Uma Bacia Hidrográfica .....	81
Fig. 4.2 - Percentuais das Rochas que Ocorrem na Região do Alto Rio Sucuru .....	82
Fig. 4.3 - Percentuais das Unidades de Mapeamento do Levantamento Exploratório-Reconhecimento de Solos da Região do Alto Rio Sucuru .....	85
Fig. 4.4 - Percentuais das Classes de Solos do Levantamento Exploratório-Reconhecimento de Solos da Região do Alto Rio Sucuru .....	85
Fig. 4.5 - Percentuais das Unidades de Mapeamento do Levantamento Reconhecimento (Alta Intensidade) de Solos da Região do Alto Rio Sucuru..	86
Fig. 4.6 - Percentuais das Classes de Solos do Levantamento Reconhecimento Intensidade) de Solos da Região do Alto Rio Sucuru .....	87
Fig. 4.7 - Estudo Comparativo Entre as Classes de Solo Obtidas nos Levantamentos de Reconhecimento (Alta Intensidade) e Exploratório-Reconhecimento de Solo.....	108
Fig. 4.8 - Percentuais das Classes de Ocupação da Terra na Região do Alto Rio Sucuru .....	110
Fig. 4.9 - Rede de Drenagem da Unidade de Mapeamento NC1 (Mancha Número 27 do ANEXO C4) Extraída da Carta Topográfica da SUDENE .....	116
Fig.4.10 - Rede de Drenagem da Unidade de Mapeamento NC1 (Mancha Número 27 do ANEXO C4) Obtida das Imagens TM/LANDSAT-5 .....	116
Fig.4.11 - Estudo Comparativo da Densidade de Drenagem Obtida das Imagens TM/LANDSAT-5 ( $D_{d1}$ ) e a Densidade de Drenagem Extraída das Cartas Topográficas da SUDENE ( $D_{d2}$ ) das Unidades de Mapeamento .....	119
Fig.4.12 - Estudo Comparativo da Freqüência de Rios Obtida das Imagens TM/ LANDSAT-5 ( $F_{r1}$ ) e a Densidade de Drenagem Extraída das Cartas Topográficas da SUDENE ( $F_{r2}$ ) das Unidades de Mapeamento .....	119
Fig. 4.13 - Estudo Comparativo da Textura Topográfica Obtida das Imagens TM/LANDSAT5 ( $T_{t1}$ ) e a Textura Topográfica Extraída das Cartas Topográficas da SUDENE ( $T_{t2}$ ) das Unidades de Mapeamento.....	119

	Página
Fig. 4.14 - Estudo Comparativo do Comprimento Médio de Rios Obtidos das Imagens TM/LANDSAT - 5 ( $C_{m1}$ ) e o Comprimento Médio de Rios das Cartas Topográficas da SUDENE ( $C_{m2}$ ), das Unidades de Mapeamento .....	120
Fig. 4.15 - Resultados de Densidade de Drenagem Obtidos na Bacia Representativa-Experimental de Sumé .....	122
Fig. 4.16 - Rede de Drenagem Extraída da Carta Topográfica da SUDENE da Unidade de Mapeamento Z16 (EMBRAPA, 1994) .....	125
Fig. 4.17 - Rede de Drenagem Extraída da Carta Topográfica da SUDENE da Unidade de Mapeamento REe (Mancha Número 48) da Região do Alto Rio Sucuru .	126
Fig. 4.18 - Rede de Drenagem Extraída da Carta Topográfica da SUDENE da Unidade de Mapeamento Z29 (EMBRAPA, 1994) .....	126
Fig. 4.19 - Rede de Drenagem Extraída da Carta Topográfica da SUDENE da Unidade de Mapeamento Re6 (Mancha Número 14) da Região do Alto Rio Sucuru ..	127
Fig. 4.20 - Rede de Drenagem Extraída da Carta Topográfica da SUDENE da Unidade de Mapeamento Z41 (EMBRAPA, 1994) .....	128
Fig. 4.21 - Rede de Drenagem Extraída da Carta Topográfica da SUDENE da Unidade de Mapeamento NC2 (SANTOS et al., 1988) .....	129
Fig. 4.22 - Rede de Drenagem Extraída da Carta Topográfica da SUDENE da Unidade de Mapeamento NC1 (Mancha Número 03) da Região do Alto Rio Sucuru .	129
Fig. 4.23 - Rede de Drenagem Extraída da Carta Topográfica da SUDENE da Unidade de Mapeamento PE1 (SANTOS et al., 1988) .....	130
Fig. 4.24 - Rede de Drenagem Extraída da Carta Topográfica da SUDENE da Unidade de Mapeamento PE (Mancha Número 01) da Região do Alto Rio Sucuru ...	131
Fig. 4.25 - Exemplo do Traçado da Amostra Circular na Unidade de Mapeamento NC1 (Mancha Número 03) da Região do Alto Rio Sucuru .....	131
Fig. 4.26 - Estudo Comparativo Entre a Densidade de Drenagem Obtida Utilizando-se a Unidade de Mapeamento ( $D_{d2}$ ) e Amostra Circular ( $D_{d3}$ ) .....	132
Fig. 4.27 - Uso da Amostra Circular na Unidade REe da Região do Alto Rio Sucuru ...	133
Fig. 4.28 - Uso da Amostra Circular na Unidade NC3 da Região do Alto Rio Sucuru ...	133

Fig. 4.29 - Uso da Amostra Circular na Unidade NC3 da Região do Alto Rio Sucuru, em Uma Área de Alta Densidade de Drenagem (A) e em Uma Área Com Mais Baixa Densidade de Drenagem (B) .....	134
---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	-----

## Lista de Tabelas

	Página
TABELA 2.1 - Índice das Cartas Topográficas da SUDENE .....	23
TABELA 2.2 - Principais Características dos Produtos Orbitais Utilizados.....	23
TABELA 3.1 - Níveis de Classificação Para o Uso da Terra, Segundo a Escala do Produto Fotográfico .....	50
TABELA 3.2 - Resultados dos Testes de Permeabilidade na Bacia Representativa- Experimental de Sumé .....	53
TABELA 3.3 - Parâmetros Para Classificação da Textura Topográfica Com Base no Dados da Textura Média .....	68
TABELA 3.4 - Parâmetros de Drenagem para Diferentes Solos .....	79
TABELA 4.1 - Extensão e Distribuição Percentual das Unidades de Mapeamento do Levantamento Exploratório-Reconhecimento de Solos da Região do Alto Rio Sucuru .....	84
TABELA 4.2 - Extensão e Distribuição Percentual das Classes de Solos do Levantamento Exploratório-Reconhecimento de Solos da Região do Alto Rio Sucuru .....	84
TABELA 4.3 - <b>Características Fotomórficas das Unidades de Mapeamento</b> ..	112
TABELA 4.4 - Valores Médios de Densidade de Drenagem ( $D_{d1}$ ), Frequência de Rios ( $F_{r1}$ ), Textura Topográfica ( $T_{t1}$ ) e Comprimento Médio de Rios ( $C_{m1}$ ) das Unidades de Mapeamento da Região de Estudo, Obtidos Através das Imagens TM/LANDSAT-5 .....	114
TABELA 4.5 - Valores Médios de Densidade de Drenagem ( $D_{d2}$ ), Frequência de Rios ( $F_{r2}$ ), Textura Topográfica ( $T_{t2}$ ) e Comprimento Médio de Rios ( $C_{m2}$ ) das Unidades de Mapeamento da Região de Estudo, Extraídas das Cartas Topográficas da SUDENE .....	118
TABELA 4.6 - Resultados Obtido na Análise de Regressão Linear Simples ( $R^2$ ) da $D_d$ ,	

---

	Página
T <sub>t</sub> , C <sub>m</sub> e F <sub>r</sub> das Unidades de Mapeamento do Levantamento de Reconhecimento (Alta Intensidade) de Solos da Região do Alto Rio Sucuru .....	121
TABELA 4.7 - Fatores de Conversão Entre as Características Quantitativas (D <sub>d</sub> , T <sub>t</sub> , C <sub>m</sub> e F <sub>r</sub> ) Extraídas das Cartas Topográficas da SUDENE e Obtidas nas Imagens TM/LANDSAT-5, Para diferentes Unidades de Mapeamento .	123
TABELA 4.8 - Resultados de Densidade de Drenagem Média (D <sub>d2</sub> ) Extraídas das Cartas Topográficas da SUDENE obtidas no Teste de Aplicação da Metodologia .....	124



---

## Lista de Fotos

Foto 01 - Perfil Característico da Classe de Solo PODZÓLICO VERMELHO AMARELO EUTRÓFICO Textura Média Com Cascalho Fase Caatinga Hipoxerófila Relevo Ondulado .....	88
Foto 02 - Aspecto da Paisagem de Ocorrência dos Solos PODZÓLICOS VERMELHO AMARELO EUTRÓFICOS .....	89
Foto 03 - Perfil da Classe de Solo BRUNO NÃO CÁLCICO Textura Média/Argilosa Fase Pedregosa Caatinga Hiperxerófila Relevo Suave Ondulado .....	91
Foto 04 - Perfil Característico da Classe de Solo SOLONETZ SOLODIZADO Textura Arenosa/Média Fase Pedregosa Caatinga Hiperxerófila .....	94
Foto 05 - Perfil Característico da Classe de SOLOS LITÓLICOS EUTRÓFICOS Textura Média, Fase Pedregosa Caatinga Hiperxerófila Relevo Ondulado ....	96
Foto 06 - Aspecto do Relevo Ondulado a Forte Ondulado de Ocorrência dos SOLOS LITÓLICOS EUTRÓFICOS Textura Média, Representando a Unidade de Mapeamento Re4 .....	96
Foto 07 - Perfil Característico da Classe de Solo REGOSSOLO EUTRÓFICO com Fragipan Fase Caatinga Hiperxerófila Relevo Suave Ondulado .....	98
Foto 08 - Aspecto da Paisagem de Ocorrência dos AFLORAMENTOS de ROCHA Granitóide .....	99

## Resumo

O aumento considerável da importância dos levantamentos pedológicos em nível mais detalhado tem levado os pesquisadores a agilizarem seus trabalhos, utilizando produtos de sensoriamento remoto. O presente estudo, realizado com o auxílio de imagens TM/LANDSAT-5, foi desenvolvido na **Região do Alto Rio Sucuru**, no Semi-Árido Paraibano, com o propósito de avaliar a pedologia da área, com base em dados geológicos, pedológicos e de ocupação da terra, e verificar suas implicações sobre a composição e as características da rede de drenagem das **Unidades de Mapeamento**, obtidas no Levantamento de Reconhecimento (**Alta Intensidade**) de Solos, na escala de **1:100.000**. Para tanto, aplicou-se uma sistemática de interpretação de dados de sensores de baixa resolução espacial, associada a um controle de campo, visando a identificação das unidades de mapeamento, bem como, a aquisição de informações complementares às análises visuais, feitas sobre as imagens orbitais utilizadas.

A partir do mapa pedológico elaborado, estudou-se a composição e as características da rede de drenagem obtida das imagens TM/LANDSAT-5, utilizando-se a metodologia das Unidades de Mapeamento. Posteriormente testou-se esta metodologia em cartas topográficas da SUDENE e comparou-se os seus resultados com aqueles obtidos a partir do **Método das Amostras Circulares**. No estudo pedológico da área foram identificadas **73** manchas de solo, agrupadas em **16** Unidades de Mapeamento. O estudo da drenagem nestas Unidades de Mapeamento revelou resultados satisfatórios no tocante à diferenciação entre elas, como por exemplo, entre as unidades constituídas por solos **PODZÓLICOS VERMELHO AMARELO EUTRÓFICOS** e **REGOSSOLOS EUTRÓFICOS** e aquelas constituídas por **BRUNOS NÃO CÁLCICOS** e **LITÓLICOS EUTRÓFICOS**. Com base no mapa de



drenagem foram verificados resultados positivos para os parâmetros quantitativos da drenagem, com destaque para a densidade de drenagem e a frequência de rios.

Como resultado final do trabalho conclui-se que, embora o *Método das Amostras Circulares* seja eficiente na distinção dos solos, a metodologia proposta neste trabalho, utilizando as Unidades de Mapeamento na caracterização da rede de drenagem permitiu resultados mais satisfatórios, posto que possibilitou a análise das Unidades de Mapeamento independente da sua morfologia, estrutura e formato.

## Abstract

Detailed soil surveys have attached growing importance in recent years. In this context, remote sensing products and techniques have been used successfully for a number of researchers to speed up analysis and mapping processes.

The present study was based on 1984-TM/LANDSAT-5 imagery of the region of Alto Rio Sucuru - Semi-arid Zone of the State of Paraíba. It reports a pedological analysis of this area, presents geological, pedological and land use information and studies their influence on the composition and the characteristics of the drainage patterns of the soil units presented on the High-Intensity Reconnaissance Survey made of on a scale of 1:100.000. An interpretation methodology of low spatial resolution data as well as a ground work approach were both applied.

Using the method of the mapping unit, the composition and the characteristics of the drainage pattern mapped from the TM/LANDSAT-5 imagery were studied. This methodology was applied later on topographical maps elaborated by SUDENE and compared to the method of circular samples. A 73 soil spots set, grouped into 16 mapping units, was identified. The study of the drainage pattern of these units revealed a good unit differentiation results, e.g. between the units composed by PODZÓLICOS VERMELHO AMARELO EUTRÓFICOS (Eutrophic Red Yellow Podzolic) and REGOSSOLOS EUTRÓFICOS (Eutrophic Regosols) and those composed by BRUNOS NÃO CÁLCICOS (Non Calcic Brown Soils) and LITÓLICOS EUTRÓFICOS (Eutrophic Lithosols). Satisfactory results for the quantitative drainage parameters, specially for the drainage density and river frequency, were remarked from the drainage map.

Although the efficiency of the method of circular samples on soil differentiation was confirmed, the methodology proposed here presented more satisfactory results, by allowing a better analysis of mapping units irregardless their morphology, structure and shape.

# Capítulo 1

## Introdução

### 1.1 Apresentação

O trópico Semi-Árido Brasileiro, também denominado "Polígono das Secas", perfaz uma área de 950.150 Km<sup>2</sup>, aproximadamente 11% do território brasileiro. Localiza-se no terço médio da Região Nordeste, estendendo-se desde o norte de Minas Gerais e sertões da Bahia até os litorais do Ceará e do Rio Grande do Norte.

Essa Região, apesar de dispor de um número muito grande de estudos básicos, continua apresentando substanciais controvérsias, principalmente devido às pequenas escalas de mapeamento (1:5.000.000 a 1:400.000) que serviram de base para planejamentos regionais.

Recentemente, SILVA et al. (1993), agrupando alguns destes estudos, realizaram o **Zoneamento Agroecológico do Nordeste**, a fim de subsidiar órgãos de desenvolvimento na elaboração de propostas de intervenção no meio rural e mostrar que, apesar de existir em outras regiões brasileiras a idéia de um "Nordeste" castigado por repetidas secas, os estudos mais detalhados em algumas áreas dessa região revelam grande diversidade de quadros naturais e sócio-econômicos.

Sendo assim, registra-se a necessidade de informações detalhadas, principalmente a nível municipal, obtidas dos Levantamentos Pedológicos de Reconhecimento (Alta Intensidade) na escala de 1:100.000, que possibilitem, através da descrição dos diferentes ambientes (Unidades de Mapeamento), tomadas de

decisão, que proporcionem um desenvolvimento sustentável de uma determinada área.

Esses levantamentos, quando executados de forma convencional, são demorados e de custo elevado, além de necessitarem de um número muito grande de pesquisadores no campo para levantar as informações. Assim, a utilização de técnicas de sensoriamento remoto apresenta-se como uma ferramenta de trabalho indispensável, pelos seus baixos custos, agilidade, precisão de limites e visão sinóptica da paisagem, com riqueza de detalhes.

Dentre os vários aspectos do terreno que são registrados nas imagens orbitais um dos mais importantes é o padrão de drenagem, pela soma de informações que pode fornecer e por se constituir num dos principais elementos de reconhecimento, utilizados em fotointerpretação. Esta afirmativa é comprovada pelo interesse de um grande número de pesquisadores entre eles FRANÇA, MARCHETTI, LEÃO, VASQUES FILHO, entre outros, que vêm desenvolvendo estudos de bacias hidrográficas, e pelo grande volume de trabalhos publicados sobre o assunto.

Estes pesquisadores demonstram a importância da uniformidade pedológica na caracterização da rede de drenagem de uma bacia hidrográfica, o que não é muito comum na Região Semi-Árida Nordestina, devido à grande variação dos solos, embora de maneira repetitiva ao longo da paisagem.

O presente trabalho apresenta os resultados obtidos pelo autor sobre a composição e características da rede de drenagem das Unidades de Mapeamento da Bacia do Alto Rio Sucuru, baseados na interpretação visual das imagens TM/LANDSAT-5 e nas pesquisas de campo, como uma importante contribuição para o estabelecimento dos padrões fotográficos desses solos, com a finalidade de tornar possível sua identificação e delimitação, em outras áreas de ocorrência.

## **1.2 Objetivo Geral**

O objetivo geral do presente trabalho foi avaliar se a caracterização de padrões de drenagem, obtida a partir de imagens TM/LANDSAT-5, poderia constituir-

se em significativa contribuição para os Levantamentos de Solos de Reconhecimento (Alta Intensidade) na Região Semi- Árida do nordeste brasileiro

### **1.3 Natureza do Trabalho**

A natureza deste trabalho se enquadra no contexto de **Pesquisa Aplicada**, tendo em vista a origem das variáveis dependente e independente.

#### **1.3.1 Variável Independente**

O estudo da pedologia, da geologia, da ocupação da terra e da rede de drenagem através da interpretação de dados de Sensoriamento Remoto.

#### **1.3.2 Variável Dependente**

A aplicação dos dados obtidos da interpretação dos produtos de Sensoriamento Remoto na avaliação da rede de drenagem, na geologia e na ocupação da terra sobre a pedologia da região de estudo.

### **1.4 Etapas do Trabalho**

Para alcançar o objetivo geral proposto, foram cumpridas as etapas enumeradas a seguir:

- 1 - Elaboração do Mapa de Cotas e Curvas de Nível da área de estudo (mapa extraído das cartas topográficas da SUDENE).
- 2 - Elaboração do Mapa Geológico Compilado na escala de 1:100.000 da área de estudo, com base na interpretação visual das imagens TM/LANDSAT-5, nos dados bibliográficos e de campo.

- 3 - Confecção do Mapa de Solos fotointerpretado, a partir das imagens TM/LANDSAT.
- 4 - Trabalho de campo para aferição do Mapa de Solos Fotointerpretado da região de estudo.
- 5 - Confecção do Mapa de Reconhecimento (Alta Intensidade) de Solos na escala de 1:100.000, da área de estudo (compilação dos dados da fotointerpretação e de campo).
- 6 - Confecção do Mapa de Ocupação da Terra na escala de 1:100.000 da área de estudo, definindo-se as áreas com uso agrícola, o tamanho das propriedades agrícolas e as áreas com predominância de vegetação natural.
- 7 - Confecção do Mapa da Rede de Drenagem com base nas imagens TM/LANDSAT-5 e cartas topográficas da SUDENE.
- 8 - Estudo da variação qualitativa e quantitativa nas características do padrão de drenagem das Unidades de Mapeamento da área de estudo, dando ênfase aos atributos que podem ser analisados e expressos quantitativamente.
- 9 - Relacionamento de alguns parâmetros qualitativos e quantitativos da rede de drenagem de Unidades de Mapeamento com a natureza e propriedade dos solos.
- 10 - Aplicação dos resultados obtidos na caracterização dos padrões de drenagem com áreas de comportamento hidropedológico semelhantes.
- 11 - Comparação do método proposto de caracterização da rede de drenagem de Unidades de Mapeamento com o método de Amostras Circulares.

## **1.5 Localização e Extensão da Área**

A área em estudo, com aproximadamente 981,2 Km<sup>2</sup>, localiza-se na Microrregião Homogênea do Estado da Paraíba denominada Cariris Velhos (MRH 98), englobando parcialmente os municípios de Sumé e Monteiro, e totalmente os municípios de Prata e Ouro Velho, como ilustra a Figura 1.1.

Os seus limites estão compreendidos entre os Paralelos 7° 28' e 7° 50' de latitude sul e entre os Meridianos 37° 13' e 36° 49' de longitude oeste.

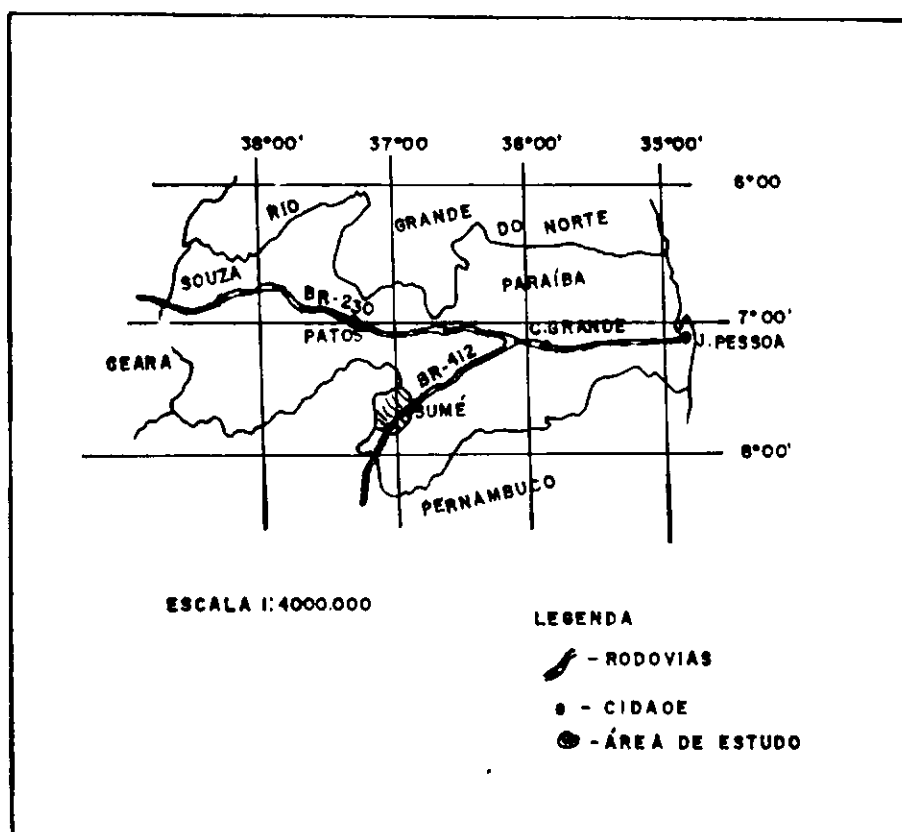


Fig. 1.1 - Localização da Área de Estudo

## 1.6 Características Físico-Climáticas

### 1.6.1 Geologia

O estudo das rochas superficiais é importante para os trabalhos de mapeamento e classificação de solos. A faixa de terra estudada envolve rochas do Pré-Cambriano Indiviso e sedimentos recentes do Período Quaternário.

---

- **Pré-Cambriano Indiviso**

Dessa Unidade encontram-se na região duas formações: o Complexo Gnáissico-Migmatítico e as Rochas Granitóides.

- **Complexo Gnáissico-Migmatítico**

Estudos hidrogeológicos realizados por COSTA (1963) e DANTAS et al. (1982), nessa região, mostram que existe uma variação muito grande dos gnaisses, podendo ocorrer tanto o paragnaisse como o ortognaisse. Além disso são também encontrados filitos e xistos. Essas rochas têm maior ocorrência na parte sudeste da área de estudo, podendo ser observadas também a noroeste e em pequenas outras ocorrências.

- **Rochas Granitóides**

Conforme COSTA (1963), os granitos encontrados nessa região podem ser divididos em três tipos diferentes, correspondentes aos três maciços intrusivos, assim descritos: ao norte e à nordeste há predominância de um granito de textura fanerítica, melanocrático, onde dominam o quartzo e minerais escuros. Na parte central, aparece um granito porfiróide, de composição semelhante ao primeiro; ao sul ocorre um granito sódico, com grandes cristais de feldspato alcalino.

- **Quaternário**

Está representado por sedimentos aluviais do Holoceno de composição granulométrica variada. Constituem o material de origem dos SOLOS ALUVIAIS.

## **1.6.2 Geomorfologia**

A área estudada situa-se no Planalto da Borborema, sendo constituída por três unidades distintas: formas aguçadas, formas convexas e formas tabulares, tendo as duas primeiras uma altitude igual ou inferior a 250 metros e um aprofundamento



de drenagem muito fraco a fraco e a última com uma altitude mínima de 250 metros e máxima de 750 metros com um aprofundamento de drenagem fraco, segundo dados do relatório do Projeto PB-37, convênio BID/CNPq/UFPB (SANTOS et al., 1988).

Quanto ao relevo predominante na área, este apresenta-se de forma suave ondulada a ondulada, com declives variando de 2 a 12%, vertentes longas e índice erosivo bastante acentuado devido à atuação antrópica. À sudoeste da área apresenta-se ondulado a forte ondulado e em alguns pontos chega a ser montanhoso, com os solos apresentando alto grau de erosão devido ao uso intensivo e à falta de práticas preventivas.

Quando observam-se as cotas e as curvas de nível nas cartas topográficas da SUDENE (ANEXO C1) nota-se que a Bacia do Alto Rio Sucuru apresenta um relevo predominantemente suave ondulado.

### 1.6.3 Clima

Na caracterização do clima, foram tomados os dados climáticos da Bacia Representativa-Experimental de Sumé que está inserida na área de estudo (Figura 1.2), que, segundo CADIER et al. (1983), são os seguintes:

- Os dados de precipitação pluviométrica média da região indicam valores entre 550 e 600 mm, distribuídos entre janeiro e junho, com maior concentração entre fevereiro e abril, verificando-se uma nítida estação seca no período de julho a dezembro. Os valores da precipitação diária com períodos de retorno de 1, 10 e 100 anos são 63, 106 e 152 mm, respectivamente.
- A temperatura média anual é de 24 graus centígrados, com médias máxima e mínima diárias em torno de 33 °C e 15 °C, respectivamente nos meses de dezembro e julho. A insolação anual é cerca de 2800 horas luz e a evapotranspiração medida em tanque "Classe A" é de 2900 mm ao ano.

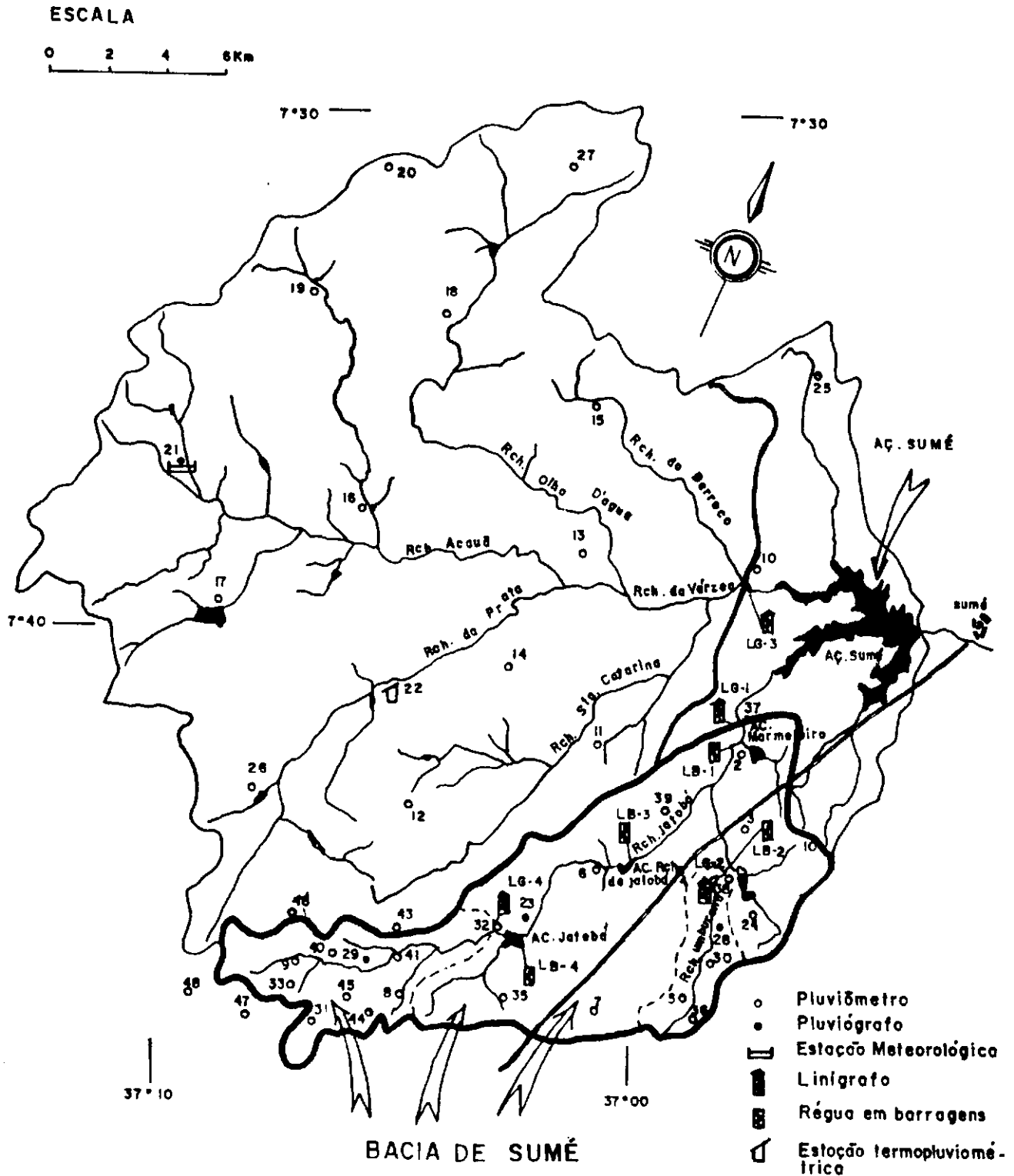


Fig. 1.2 - Localização da Bacia Representativa-Experimental de Sumé.  
 Fonte: CADIER (1993)

Segundo a Classificação Bioclimática de GAUSSEN, esta área está enquadrada no tipo climático 4aTh (**tropical quente de seca acentuada**), termoxeroquimênico de caráter acentuado e apresentando um índice xerotérmico entre 150 e 200 e segundo a Classificação de KÖPPEN, o clima é do tipo Bsh (**semi-árido quente**).

#### 1.6.4 Vegetação

Segundo SILVA NETO (1993), na região de estudo predomina a caatinga hiperxerófila. Esta vegetação no conjunto tem um porte arbóreo baixo ou arbóreo arbustivo, apresentando uma densidade alta, exceto em alguns trechos já desmatados pelo homem ou de solos muito degradados. Destacam-se como características desta área as seguintes espécies: pereiro (*Aspidos-perma pyrofolium* Mart - Apocynaceae), quixabeira (*Brumelia sertorum* Mart - Sapotaceae), xique-xique (*Pilocerus gounellei* Weber - Cactaceae), aroeira (*Astronlum urundeuva* Engl - Anacardiaceae), baraúna (*Schinopsis brasillensis* Engl - Anacardeaceae), mandacaru (*Cerus jamacaru* DC. Cactaceae), mameleiro (*Croton sp* - Euphorbiaceae), sendo a concentração de cactáceas e bromeliáceas relativamente baixa. A vegetação natural é explorada na pecuária extensiva, na produção de lenha, no fabrico de carvão vegetal e na exploração de madeira para construção.

#### 1.6.5 Aspectos Hidrológicos da Área

NOUVELOT (1974) agrupou fatores como o relevo, clima (precipitação), vegetação, geologia, declive e altitude e propôs uma classificação de Zonas Hidrológicamente Homogêneas enquadrando a região em estudo na classe  $H_2P_1R_6A_{12}$ . Esta classe apresenta como característica o aspecto impermeável da bacia, precipitação anual média variando de 400 a 600 mm, declive acentuado com ocorrência de serras ou inselbergues cristalinos e altitude inferior a 800 metros. A Figura 1.3 apresenta o mapeamento desta Zona Hidrológica Representativa na Região Nordeste conforme apresentado por CADIER et al. (1993) e a localização da área de estudo.





-  - Zonas com características Hidrológicas semelhantes às da Bacia do Alto Rio SUCURU.
-  - Área de estudo

Fig. 1.3 - Localização das Zonas Hidrológicas Semelhantes às da Bacia do Alto Rio Sucuru.

Fonte: CADIER et al. (1993)

No tocante aos recursos hídricos, a região em estudo compreende a Bacia do Alto Rio Sucuru, que, associada às Bacias de Monteiro ou do Meio e Umbuzeiro, formam o sistema do Alto Rio Paraíba (SILVA NETO, 1993).

A área apresenta um escoamento médio, com uma lâmina de escoamento anual -  $L_{300}$  de 24,1 mm (CADIER, 1984). Devido ao regime pluviométrico e às condições físicas da área, os rios apresentam um regime intermitente onde se sucedem períodos de estiagem e períodos de escoamentos significantes. O aproveitamento dos volumes escoados é feito através de açudes de grande, pequeno e médio porte, destacando-se o de Sumé, Prata II, São Paulo e Cinco Vacas.

No tocante aos recursos hídricos subterrâneos, ALBUQUERQUE (1984), comenta que na área de estudo distingue-se dois sistemas: o **Cristalino** e o **Aluvial**.

No sistema cristalino, por apresentar rochas com baixa porosidade, a permeabilidade é praticamente nula, resultando em baixo potencial de águas subterrâneas, a não ser em regiões onde estas rochas apresentam-se fraturadas.

No sistema aluvial, as reservas de água são mais significativas, principalmente, à jusante dos açudes existentes na área (PARAÍBA, 1984).

### **1.6.6 Solos**

O ANEXO C3 apresenta parte do Mapa do Levantamento Exploratório-Reconhecimento de Solos realizado por BRASIL (1972) ampliado para a escala deste trabalho (1:100.000).

A seguir é apresentada a descrição das Unidades de Mapeamento, que ocorrem na área, segundo BRASIL, op. cit.

**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 a forte ondulado substrato gnaisse e granito e **AFLORAMENTOS DE ROCHA**.

Os solos desta associação distribuem-se, nas proporções de 55%,30% e 15%, respectivamente.

Nesta associação ocorrem outros tipos de solo que por apresentarem uma proporção inferior a 15% foram designados como inclusões, destacando-se o PODZÓLICO VERMELHO AMARELO EQUIVALENTE EUTRÓFICO orto fase caatinga hipoxerófila relevo ondulado e o REGOSOL EUTRÓFICO com fragipan fase caatinga hipoxerófila relevo suave ondulado.

**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 gnaisse e granito.

Os solos desta associação distribuem-se, nas proporções de 60% e 40%, respectivamente.

Como inclusões ocorrem nesta Unidade de Mapeamento o SOLONETZ SOLODIZADO textura indiscriminada fase caatinga hiperxerófila relevo plano, os SOLOS ALUVIAIS EUTRÓFICOS textura indiscriminada fase caatinga hiperxerófila relevo plano, o BRUNO NÃO CÁLCICO vértico fase pedregosa caatinga hiperxerófila relevo suave ondulado, o PODZÓLICO VERMELHO AMARELO EQUIVALENTE EUTRÓFICO raso textura média cascalhenta fase caatinga hiperxerófila relevo suave ondulado e os 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 EUTRÓFICOS com A fraco textura arenosa e/ou média fase pedregosa e rochosa caatinga hiperxerófila relevo suave ondulado e ondulado substrato gnaisse e granito.

Os solos desta associação distribuem-se, nas proporções de 60% e 40%, respectivamente.

Como inclusões ocorrem nesta Unidade de Mapeamento o SOLONETZ SOLODIZADO textura indiscriminada fase caatinga hiperxerófila relevo plano, o

VERTISOL fase pedregosa caatinga hiperxerófila relevo suave ondulado, os SOLOS ALUVIAIS EUTRÓFICOS textura indiscriminada fase caatinga hiperxerófila relevo plano, o BRUNO NÃO CÁLCICO fase pedregosa caatinga hiperxerófila relevo suave ondulado e os AFLORAMENTOS DE ROCHA.

**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 gnaisse e granito.

Os solos desta associação distribuem-se, nas proporções de 50%, 25% e 25%, respectivamente.

Nesta Unidade de Mapeamento foram identificadas como inclusões o SOLONETZ SOLODIZADO e SOLOS ALUVIAIS EUTRÓFICOS, ambos textura indiscriminada fase caatinga hiperxerófila relevo plano.

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

Por ser uma associação complexa não foi possível distinguir a proporção exata dos componentes e não foram identificadas as inclusões de outros solos.

**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 gnaisse e granito e AFLORAMENTOS DE ROCHA.

Como principais inclusões verificadas nesta Unidade, destacam-se o SOLONETZ SOLODIZADO textura média fase caatinga hiperxerófila relevo plano e

suave ondulado e o PLANOSOL SOLÓDICO com A fraco fase caatinga hiperxerófila relevo plano e suave ondulado.

### 1.6.7 Aspectos Agro-Sócio-Econômicos da Área

Com o objetivo de subsidiar os órgãos de desenvolvimento na elaboração de propostas de intervenção no meio rural, SILVA et al. (1993) elaboraram o Zoneamento Agro-ecológico da Região Nordeste, a partir do agrupamento de informações sobre as características físico-climáticas dessa região.

A partir deste Zoneamento, constata-se que a área de estudo está inserida em duas Unidades Geoambientais; F30 e T3 (Figura 1.4). A primeira, pertence à Unidade de Paisagem denominada de "Depressão Sertaneja" e a segunda de "Maciços e Serras Baixas".

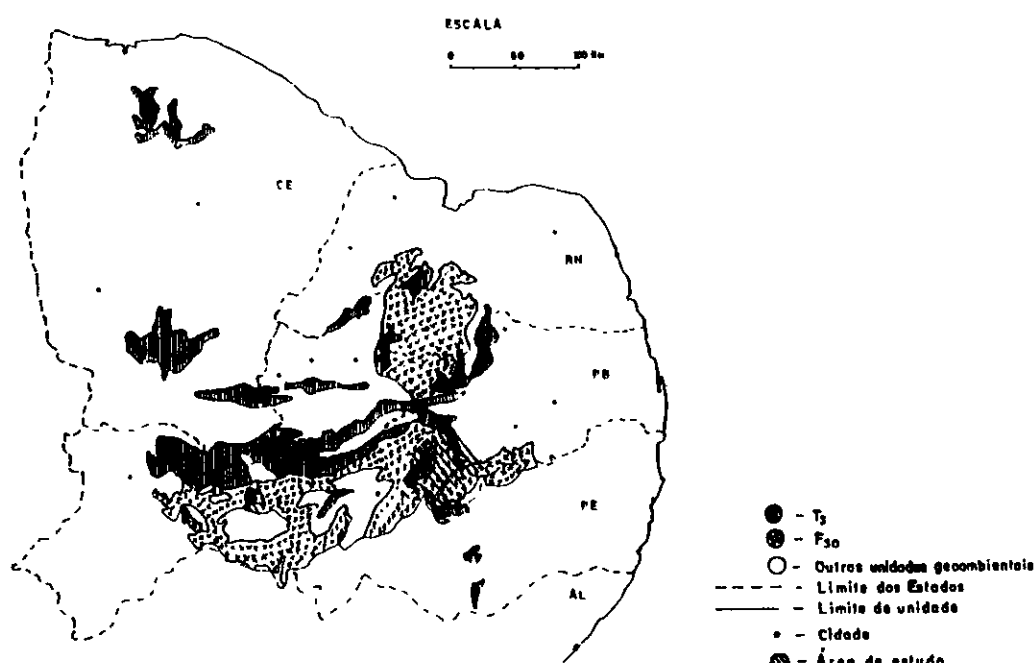


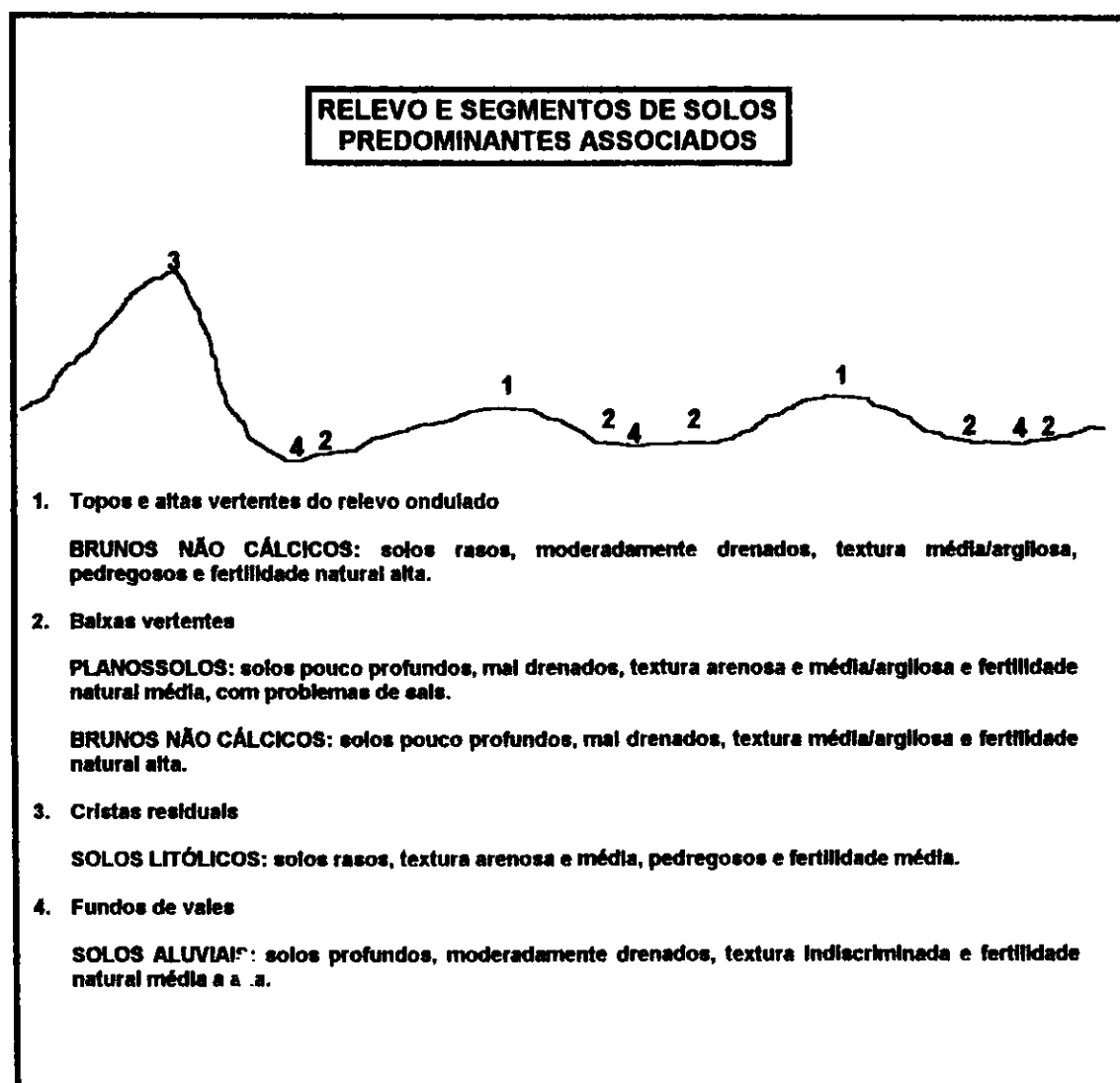
Fig. 1.4 - Localização das Unidades Geoambientais na Região Nordeste.

Fonte: SILVA et al. (1993)



A Unidade **F30** ocorre nos Sertões do Estado da Paraíba (Sertão dos Cariris) nos municípios de Monteiro, Prata, Sumé e Patos. Ela ocupa uma área de 41.321 Km<sup>2</sup> na Região Nordeste, dos quais 7.227 Km<sup>2</sup> no Estado da Paraíba.

Esta unidade caracteriza-se por um relevo predominantemente suave ondulado com superfícies aplainadas, com elevações residuais (inselberges) e uma topossequência de solos conforme representada no Fig. 1.5.



**Fig. 1.5 - Topossequência dos Solos e Aspectos Agro-Sócio-Econômicos da Unidade F30.**

Fonte: SILVA et al. (1993)

Além disso, ela apresenta ainda as seguintes características:

- Zonas com potencialidade regular a alta, apresentando-se em grande parte da área, coberta por vegetação natural de caatinga, utilizada para pecuária extensiva de corte e ovinocultura, com atividades agrícolas limitadas;
- Cultivo do algodão arbóreo, milho e feijão, geralmente consorciados;
- Pequenas áreas de palma forrageira usada para o gado durante a seca;
- Fortes limitações devido à falta d'água;
- Solos pedregosos e rochosos e susceptíveis à erosão; e
- Áreas de lavouras temporárias, intensamente cultivadas.

Esta Unidade tem uma densidade demográfica média de 28 habitantes/Km<sup>2</sup>.

Quanto à qualidade de água, esta Unidade apresenta, para os recursos hídricos de superfície, variações da classe C<sub>1</sub>S<sub>1</sub> a C<sub>2</sub>S<sub>1</sub> e para os recursos subterrâneos a classe C<sub>4</sub>S<sub>4</sub>.

A Unidade T3 ocorre no Estado da Paraíba, segundo EMBRAPA (1993), nos Sertões do Seridó no Planalto da Borborema Central, na Depressão do Alto Piranhas, na região a oeste de Princesa Isabel, e na Serra São Gonçalo. Esta Unidade ocupa uma área de 24.888 Km<sup>2</sup>, da região Nordeste, dos quais 6.925 Km<sup>2</sup>, no Estado da Paraíba e caracteriza-se por apresentar relevos medianamente altos com grandes dissecamentos e apresenta ainda uma topossequência conforme representada na Figura 1.6.

Esta Unidade apresenta ainda as seguintes características:

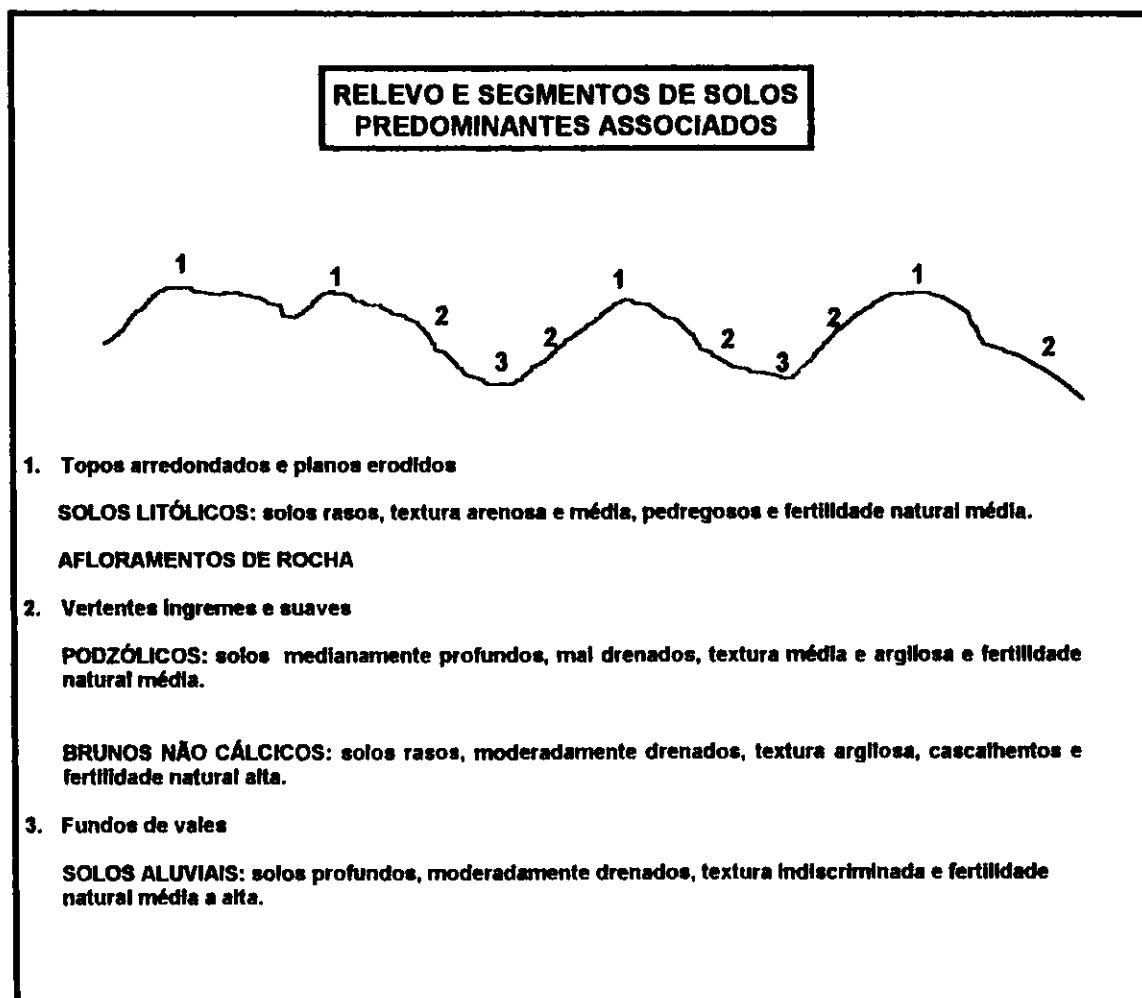
- Zonas com potencialidade baixa (solos susceptíveis à erosão e forte limitação dos recursos hídricos);
- Ocupação antiga, ligada à mineração;

Agricultura limitada, mas com áreas importantes como a serra Santa Catarina-PB.

- Pecuária extensiva como principal atividade, baseada no aproveitamento da vegetação nativa e dos restos culturais;
- Área de preservação.

Esta Unidade tem uma densidade demográfica média de 25 habitantes/Km<sup>2</sup>.

Quanto à qualidade de água, esta Unidade apresenta para os recursos hídricos de superfície a classe C<sub>2</sub>S<sub>1</sub> e para os subterrâneos a classe C<sub>4</sub>S<sub>4</sub>.



**Fig. 1.6 - Toposequência dos Solos e Aspectos Agrossócio-Econômicos da Unidade T3.**

**Fonte: SILVA et al. (1993)**

## 1.7 Regiões de Comportamento Hidropedológico Semelhante ao da Área de Estudo

Entende-se como áreas de comportamento hidropedológico semelhantes, ambientes, onde o comportamento hidrodinâmico dos solos que apresentam a mesma relação iníuvio/defíuvio. Estas áreas foram incluídas neste estudo a fim de serem comparados os resultados obtidos da rede de drenagem da Região do Alto Rio Sucuru com a drenagem de outras áreas semelhantes.

A Partir das informações obtidas no Zoneamento Agroecológico do Estado de Pernambuco (EMBRAPA, 1994); no relatório do Projeto PB-37 (SANTOS et al., 1988) e em BRASIL (1972), identificaram-se Unidades de Mapeamento de solos semelhantes às da área de estudo e que estão descritas a seguir:

**NC2 - Associação de: BRUNO NÃO CÁLCICO A fraco textura média fase pedregosa caatinga hiperxerófila relevo suave ondulado e ondulado + SOLOS LITÓLICOS EUTRÓFICOS A fraco textura arenosa e/ou média fase pedregosa e rochosa caatinga hiperxerófila relevo suave ondulado substrato gnaisse e granito.**

Esta Unidade de Mapeamento foi descrita nos trabalhos do relatório do Projeto PB-37 (SANTOS et al., 1988) e ocorre no município de Itaporanga no Estado da Paraíba, apresentando semelhança pedológica com a Unidade de Mapeamento NC1, descrita por BRASIL (1972), sendo a representante da Unidade Geoambiental F30.

**PE1 - Associação de: PODZÓLICO VERMELHO AMARELO EUTRÓFICO textura média cascalhenta fase caatinga hiperxerófila relevo ondulado + SOLOS LITÓLICOS EUTRÓFICOS com A fraco textura arenosa e/ou média fase pedregosa e rochosa caatinga hiperxerófila relevo ondulado a forte ondulado substrato gnaisse e granito.**

Esta Unidade de Mapeamento foi descrita nos trabalhos do relatório do Projeto PB-37 (SANTOS et al., 1988). Ocorre no município de Itaporanga no Estado

---

da Paraíba, apresentando semelhança pedológica com a Unidade de Mapeamento PE6, descrita por BRASIL (1972) na Região do Alto Rio Sucuru, sendo a representante da Unidade Geoambiental T3.

**Z16** - Associação de: *REGOSSOLO EUTRÓFICO* textura arenosa + *SOLOS LITÓLICOS EUTRÓFICOS* textura arenosa e média fase pedregosa e rochosa substrato granitos e gnaisses + Grupamento Indiscriminado de: (*SOLONETZ SOLODIZADO* + *PLANOSSOLO SOLÓDICO*, ambos Ta *EUTRÓFICOS* textura arenosa e média/argilosa), todos A fraco fase caatinga hiperxerófila relevo plano e suave ondulado.

**Proporção dos componentes da associação: 60-20-20%**

Esta Unidade de Mapeamento está descrita nos trabalhos do Zoneamento Agroecológico do Estado de Pernambuco (EMBRAPA, 1994). Ocorre no município de Tupanaci no Estado de Pernambuco e apresenta semelhança pedológica com a Unidade de Mapeamento REe5, descrita por BRASIL (1972) na Região do Alto Rio Sucuru.

**Z29** - Associação de: *SOLOS LITÓLICOS EUTRÓFICOS* A moderado textura média fase pedregosa e rochosa relevo forte ondulado, montanhoso e ondulado substrato granito + *PODZÓLICO VERMELHO-ESCURO* pouco profundo A moderado textura média, ambos fase caatinga hipoxerófila arbórea + *AFLORAMENTOS DE ROCHA*.

**Proporção dos componentes da associação: 55-25-20%**

Esta Unidade de Mapeamento está descrita nos trabalhos do Zoneamento Agroecológico do Estado de Pernambuco (EMBRAPA, 1994). Ocorre no município de Bodocó no Estado da Pernambuco e apresenta semelhança pedológica com a Unidade de Mapeamento PE6, descrita na Região do Alto Rio Sucuru, no entanto, difere quanto à proporção dos componente da associação, que na Região do Alto Rio Sucuru ocorre o *PODZÓLICO* como primeiro constituinte.

**Z41 - Associação de: SOLOS LITÓLICOS** textura média fase pedregosa substrato gnaisse e granito + **REGOSSOLO** textura arenosa e média + **PLANOSSOLO Ta** textura média/argilosa, todos fase caatinga hiperxerófila relevo plano e suave ondulado.

**Proporção dos componentes da associação: 50-30-20%**

Esta Unidade de Mapeamento está descrita nos trabalhos do Zoneamento Agroecológico do Estado de Pernambuco (EMBRAPA, 1994). Ocorre no município de Bodocó no Estado de Pernambuco e apresenta semelhança pedológica com a Unidade de Mapeamento REe5, descrita na Região do Alto Rio Sucuru, no entanto, difere quando o último componente da associação, que na região do Alto Rio Sucuru ocorre AFLORAMENTOS de ROCHA.

---

# Capítulo 2

## Materiais e Métodos

### 2.1 *Materiais*

Para o desenvolvimento deste trabalho foram utilizados os seguintes materiais: dados bibliográficos, mapas temáticos, cartas topográficas da SUDENE, produtos de sensoriamento remoto e instrumentos de medição de área e perímetro.

#### 2.1.1 **Dados Bibliográficos**

Efetou-se uma ampla pesquisa, incluindo consultas a livros, relatórios e mapas temáticos da região de estudo e de outras áreas de mesmo comportamento hidropedológico nos Estados da Paraíba e Pernambuco,

#### 2.1.2 **Cartas Topográficas da SUDENE**

As cartas topográficas da SUDENE, escala 1:100.000, foram utilizadas como material básico para o estudo topográfico, localização e obtenção da drenagem da área de estudo. A Figura 2.1 apresenta a área de abrangência de cobertura destas cartas topográficas, na Região Nordeste.

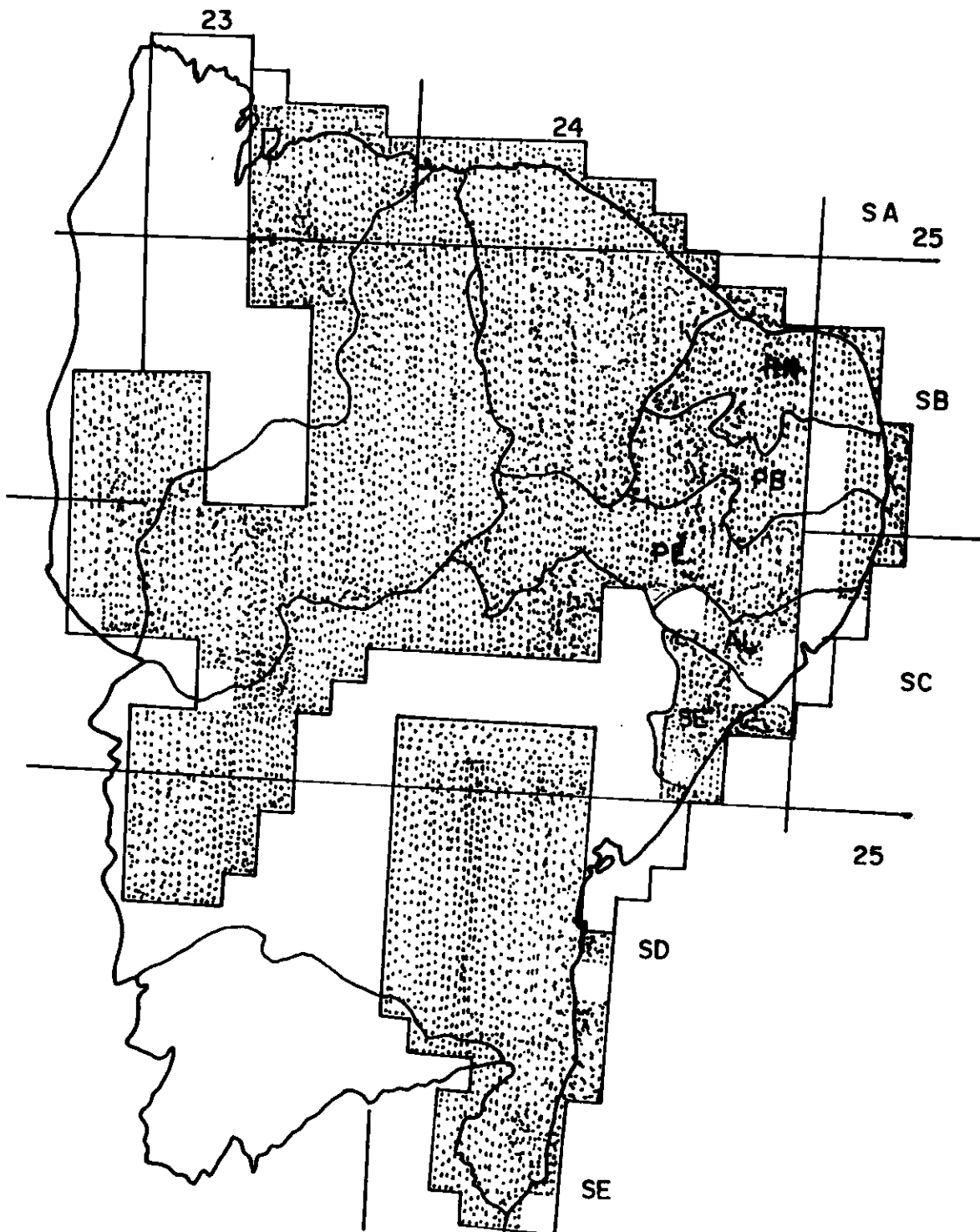


Fig. 2.1- Área de Abrangência das Cartas Topográficas Elaboradas Pela SUDENE na Escala 1:100.000.

Fonte: SALMITO (1980)



A Tabela 2.1 apresenta os índices de nomenclatura das cartas topográficas da SUDENE (1972), na escala de 1:100.000, utilizadas no trabalho.

**TABELA 2.1 - Índices das Cartas Topográficas da SUDENE.**

NÚMERO	NOME DA FOLHA	ÍNDICE ANTIGO (1970)	ÍNDICE NOVO (1972)	ESTADO
1207	Itaporanga	SB.24-V-II	SB.24-Z-C-II	PB
1209	Patos	SB.24-W-II	SB.24-Z-D-I	PB
1210	Juazeirinho	SB.24-X-I	SB.24-Z-D-II	PB
1283	Bodocó	SB.24-U-III	SB.24-Y-D-V	PE
1286	Serra Talhada	SB.24-V-IV	SB.24-Z-C-V	PB/PE
1288	Prata	SB.24-W-IV	SB.24-Z-D-IV	PB/PE
1289	Sumé	SB.24X-III	SB.24Z-D-V	PB/PE
1364	Tupanaci	SC.24-D-I	SC.24-X-A-I	PE

As folhas de Prata, Sumé, Juazeirinho e Patos cobrem a área de estudo. As demais foram estudadas com a finalidade de teste de avaliação entre as áreas de comportamento hidropedológico semelhante a Região do Alto Rio Sucuru, descritos em outras áreas.

### 2.1.3 Produtos de Sensoriamento Remoto

Foram utilizadas as imagens multiespectrais, obtidas pelo Mapeador Temático - TM (*Thematic Mapper*) do Satélite LANDSAT-5, nas bandas 3 (visível) e 4 (infravermelho refletido próximo), na escala 1:100.000, da órbita 215 ponto 65 quadrante C de 10 de dezembro de 1984 com elevação solar de 54°. A Tabela 2.2 apresenta as principais características dos produtos orbitais utilizados.

**TABELA 2.2 - Principais Características dos Produtos Orbitais Utilizados.**

SENSOR	BANDA	RESOLUÇÃO ESPACIAL (Re)	RESOLUÇÃO ESPECTRAL (R)	TIPO
TM	3	30 m	0,63-0,69 $\mu\text{m}$	passivo
TM	4	30 m	0,76-0,90 $\mu\text{m}$	passivo

---

A imagem na banda 3 foi utilizada para o estudo da vegetação. Nela a vegetação verde, densa e uniforme apresenta-se escura contrastando com outras áreas, como por exemplo, áreas de solo exposto, estradas, áreas urbanas e etc. Permite ainda a análise da variação litológica em regiões com pouca cobertura vegetal, o mapeamento da drenagem através da visualização da mata galeria e entalhe dos cursos dos rios em regiões com pouca cobertura vegetal e a identificação de áreas agrícolas (USGS/NOAA 1984).

A banda 4, projetada para auxiliar nos trabalhos que envolvem cálculos de biomassa e descrição de corpos d'água, (USGS/NOAA, op. cit.), foi utilizada no mapeamento da rede de drenagem e delimitação dos corpos d'água. Nesta banda, a vegetação verde, densa e uniforme, caracteriza-se pela alta reflectância, mostrando-se bastante clara. Ainda segundo USGS/NOAA (op. cit.), nesta banda também são obtidas informações sobre geologia, geomorfologia e solos.

#### **2.1.4 Instrumentos de Medição de Área e de Perímetro**

Como uma boa parte do trabalho consistiu de diversas medições feitas em mapas gerados a partir das imagens TM/LANDSAT e das cartas topográficas da SUDENE, foram utilizados alguns instrumentos de medição, tais como: planímetro, curvímetro e escala triangular.

## **2.2 Métodos**

### **2.2.1 Elaboração de Mapas Básicos a Partir de Mapas Disponíveis**

Inicialmente foi realizado um estudo do relevo sobre as cartas topográficas da SUDENE, sendo confeccionado um Mapa de Cotas e Curvas de Nivel da área de estudo (ANEXO C1).

O estudo geológico da área foi realizado a partir do trabalho de COSTA (1963), que cobre parte da área, sendo complementado com dados de DANTAS et al. (1982) e aspectos visuais das imagens TM/LANDSAT-5 resultando no Mapa Geológico Compilado da área do Alto Rio Sucuru (ANEXO C2).

O estudo preliminar dos solos foi feito a partir das informações de BRASIL (1972), sendo elaborado um Mapa de Solos Ampliado para a escala de 1:100.000 (ANEXO C3).

### 2.2.2 Análises das Imagens TM/LANDSAT-5

A metodologia para a análise visual das imagens TM/LANDSAT utilizada nesse estudo baseia-se em técnicas de fotointerpretação de fotografias preto-e-branco, adaptada à análise de imagens orbitais, que não apresentam o recurso da estereoscopia. A compartimentação em zonas homólogas de relevo, é feita a partir dos elementos texturais de relevo definidos pelos pares luz/sombra. Maiores detalhes em VENEZIANI & ANJOS (1982).

A análise visual das imagens orbitais para obtenção das manchas de solo foi baseada na análise conjunta do relevo, da rede de drenagem, da textura, da tonalidade fotográfica e do uso da terra, como descritos a seguir:

- **Relevo** - nas imagens orbitais o relevo da área é deduzido a partir dos elementos texturais de relevo que definem o grau de dissecação e a presença das linhas de cristas. O grau relativo de dissecação é uma função da densidade dos elementos texturais. Esses elementos são as menores superfícies contínuas e homogêneas distinguíveis na imagem fotográfica passíveis de repetição e são percebidos como "rugosidade", descrita neste trabalho como *muito baixa (mb)*, *baixa (b)*, *média (m)*, *alta (a)* e *muito alta (ma)*. As linhas de cristas foram descritas como *ausentes (a)*, *difusas (d)* e *nítidas (n)*.
- **Drenagem** - é o conjunto de canais da superfície do terreno. Ela é resultante da manifestação dos fatores ambientais como o relevo, clima, geologia, cobertura vegetal e das características do solo. Sua interpretação permite avaliar características físicas da área como textura, permeabilidade e profundidade relativa do solo.

No presente trabalho foram analisadas as características qualitativas da rede de drenagem (padrão de drenagem e grau de uniformidade), sendo o grau de uniformidade classificado segundo a legenda (a) - alto, (m) - médio

e (b) - baixo e as características quantitativas (Densidade de drenagem-Dd, Freqüência de rios-Fr, Textura topográfica-Tt e Comprimento médio de rios-Cm).

- **Tonalidade Fotográfica** - é a medida relativa da luz refletida por um objeto. Para o estudo de solos, esta característica é muito útil, pois é resultante do somatório da reflectância dos componentes da paisagem: solo, vegetação e uso da terra. No presente trabalho as tonalidades de cinza foram designadas por *cinza claro (c)*, *cinza médio (m)* e *cinza escuro (e)*.
- **Textura Fotográfica** - representa a associação das características das feições superficiais do terreno, isto é, a imagem do conjunto, sendo resultante da combinação dos elementos de reconhecimento ou interpretação como drenagem, relevo, tonalidade, vegetação, uso da terra, etc. As imagens orbitais, permitem separar feições diferentes ou associar feições equivalentes. A textura fotográfica foi classificada como *grosseira (g)*, *média (m)* e  *fina (f)*.

### 2.2.3 Fotointerpretação

Sobre as imagens TM/LANDSAT foi delimitada a área de estudo e em seguida através da análise visual foram separadas as manchas de solo designadas pela letra "l" seguida por um índice numérico (UNIFOTO - Unidade Fotointerpretada). Para esta delimitação aplicou-se os métodos das "chaves interpretativas" e "sistemático", descritos a seguir.

#### ● Método das Chaves Interpretativas

Segundo BARBOSA (1988), esse 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. Esses padrões podem ser:

- **Visuais** - comparação entre imagens.
- **Descritivos** - uma determinada feição do terreno é descrita em termos de características fotográficas que se pressupõe serem as mesmas para situações semelhantes em outras áreas.

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

Maiores detalhes sobre esse método, podem ser encontrados em TATOR (1960), MILLER (1961), RICCI & PETRI (1965) e ALLUM (1969).

#### ● 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 interpretação de imagens fotográficas com as quais é possível recorrer à visão tridimensional (estereoscopia). Posteriormente, VENEZIANI & ANJOS (1982) procuraram adaptar os critérios de SOARES & FIORI (1976) para imagens de pequena escala, baixa resolução espacial e ausência de estereoscopia. Esse processo baseia-se em uma sequência de etapas lógicas e sistemáticas que independem do conhecimento prévio da área. As regras que conceituam esse procedimento, segundo VENEZIANI & ANJOS (1982), são:

- A análise das propriedades dos elementos da textura, estrutura fotográfica e tonalidades de cinza, definem as formas e permitem a individualização de zonas imageadas com 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). Desse modo, no desenvolvimento desse processo fotointerpretativo são estabelecidas três diferentes etapas:

- 1 - **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;
  
- 2 - **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 2.2). 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 essas características refletem as alterações no tipo de cobertura vegetal, no tipo litológico- estrutura geológica, e/ou no tipo de solos.
  
- 3 - **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.

Esse processo evita muitos problemas, como o de idéias pré-concebidas pelo fotointérprete, que surgem quando da utilização do método das chaves fotointerpretativas. Maiores detalhes sobre esse método pode ser encontrado em SOARES & FIORE (1976), VENEZIANI & ANJOS (1982), VENEZIANI (1986) e SANTOS (1986).

A Figura 2.2 ilustra as propriedades que caracterizam as formas de rede de drenagem e do relevo.

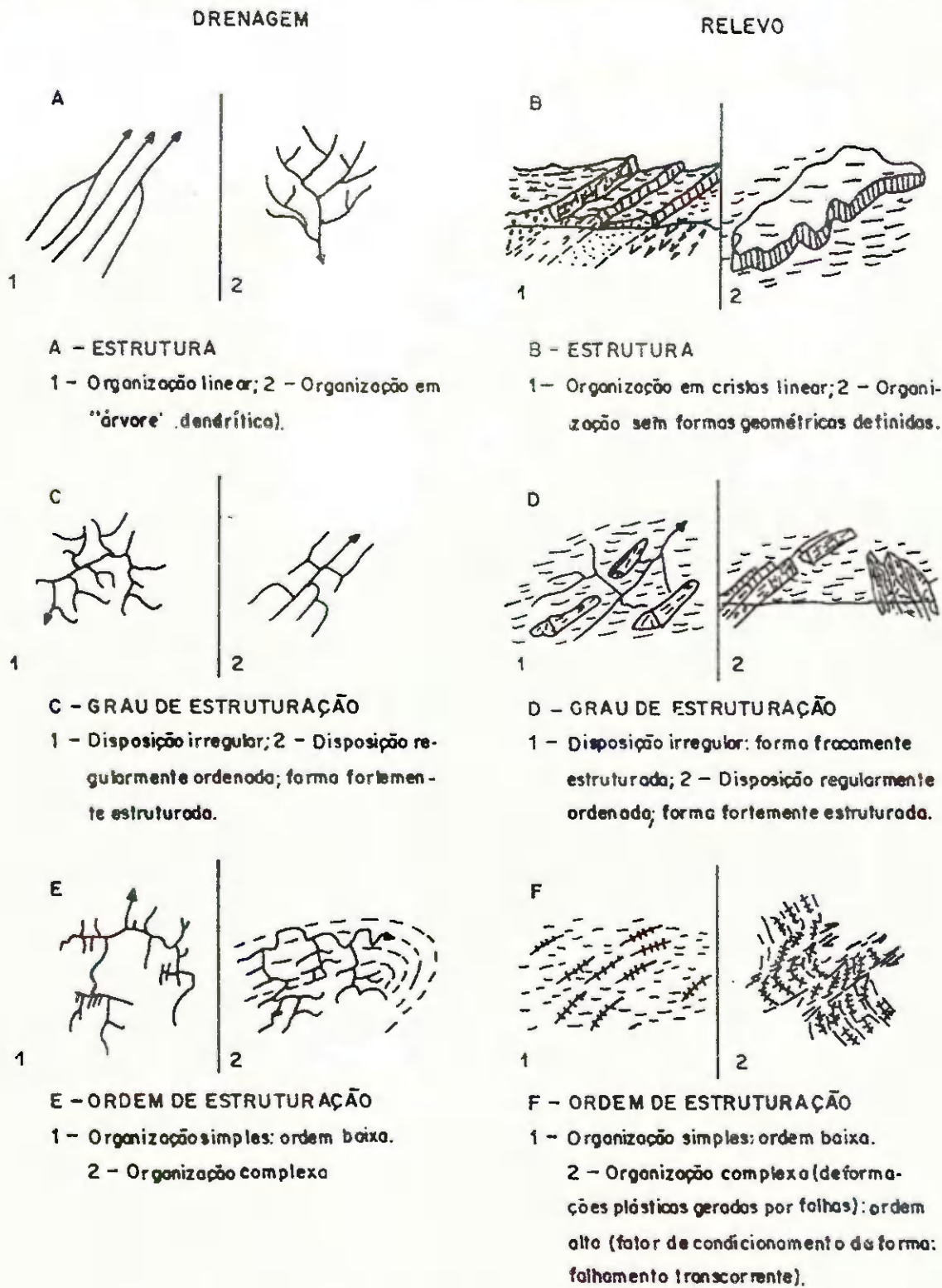


Fig. 2.2 - Propriedades que Caracterizam as Formas de Rede de Drenagem e do Relevo.

Fonte: VENEZIANI & ANJOS (1982)

## 2.3 Trabalho de Campo

No trabalho de campo foi utilizado o mapa fotointerpretativo de solos para traçar os percursos dos trabalhos de reconhecimento de campo (ANEXO C4). Os principais objetivos do levantamento de campo foram:

- 1 - Identificação da pedologia da área, que visou a determinação dos diferentes tipos de solos, isoladamente ou associados;
- 2 - Identificação do aspecto de ocupação da terra, que objetivou um levantamento agrícola baseado em mapas preliminares e numa pesquisa para avaliar a infraestrutura física e as atividades agrícolas básicas das áreas ocupadas com pequenas, grandes e médias propriedades rurais e pela predominância da vegetação natural (ANEXO C5);
- 3 - Identificação de aspectos dos recursos hídricos, onde fez-se uma averiguação da rede de drenagem e dos corpos d'água existentes na Bacia do Alto Rio Sucuru.
- 4 - Realização de uma segunda viagem ao campo, a fim de estabelecer uma legenda preliminar dos solos ocorrentes.

O trabalho de campo nesta segunda etapa constou de incursões em todas as estradas da área, onde foram feitas traçagens para identificação dos solos e anotações dos diversos aspectos importantes no mapeamento e na resposta espectral dos solos em uma imagem orbital, tais como: aspectos da superfície do solo (pedregosidade, afloramentos de rocha, cor superficial do solo, folhas, gravetos, etc.), relevo, drenagem, material originário, vegetação, uso da terra, etc.

Durante este trabalho foi esboçada a legenda preliminar dos solos ocorrentes e foram escolhidos os locais de abertura de trincheiras para descrição dos perfis modais (ANEXO C4). A descrição dos perfis e coleta das amostras de solo foram realizadas segundo procedimentos convencionais, sendo respaldadas por EMBRAPA (1979a, 1979b, 1988a e 1988b) e LEMOS & SANTOS (1984).

Os aspectos considerados neste estudo foram os seguintes:

- Número do perfil;
- Data da descrição;



- 
- **Localização** (ponto da descrição do perfil);
  - **Unidade de Mapeamento**;
  - **Classificação**;
  - **Situação e declividade**;
  - **Relevo local**;
  - **Relevo regional**;
  - **Formação Geológica e Litologia**;
  - **Material originário**;
  - **Drenagem**;
  - **Erosão**;
  - **Pedregosidade e/ou rochosidade**;
  - **Vegetação local**;
  - **Vegetação regional e**
  - **Uso atual**.

Na descrição morfológica do perfil foram descritas as seguintes características, em ordem de descrição:

- **Nomenclatura do horizonte** (símbolo);
- **Profundidade (cm) de ocorrência do horizonte**;
- **Cor do horizonte**, segundo a notação de MUNSELL (1946), úmido e seco;
- **Cor do mosqueado**, segundo a notação de MUNSELL (op. cit.), mencionando a quantidade e o contraste com a cor do solo, seguido pela descrição da cor propriamente dita.
- **Textura do solo** (tipo);
- **Porosidade** (quantidade e tamanho);
- **Estrutura** (coesão, tamanho e tipo);
- **Cerosidade** (grau de desenvolvimento e quantidade);
- **Consistência** (seca e úmida);
- **Transição entre horizontes** (grau de nitidez e topografia);
- **Raízes** (quantidade e espessura) e
- **Observações**.

### ● Análises Laboratoriais

As análises físico-químicas das amostras de solo foram realizadas no Laboratório de Solo e Água do Departamento de Engenharia Agrícola da Universidade Federal da Paraíba - Campus II, Campina Grande.

As determinações foram feitas em amostras coletadas pelo método usual para caracterização analítica completa de cada horizonte ou camada do perfil, segundo EMBRAPA (1979b).

As amostras trazidas do campo foram colocadas em bandejas para secarem ao ar, em seguida, pesadas, destorroadas e passadas em peneira com furos de 2 mm de diâmetro. A fração grosseira (cascalho e calhaus), foi lavada, secada ao ar e depois pesada. Os resultados foram expressos em porcentagens com relação a amostra total seca ao ar.

### ● Critérios para Definição das Classes de Solos

A classificação dos solos foi feita conforme critérios usados atualmente pelo Centro Nacional de Pesquisa do Solo (CNPS, antigo SNLCS) da EMBRAPA.

Baseado nesses critérios, as classes de solos foram identificadas em função das seguintes características: saturação de bases, atividade de argila, sodicidade, textura e tipo de horizonte A.

Para as classes, assim subdivididas, foram acrescentados outros dados, tais como: as fases de vegetação, relevo, pedregosidade e/ou rochoso e no caso dos SOLOS LITÓLICOS o tipo de substrato rochoso.

As características utilizadas na subdivisão das classes e estabelecimento das fases foram definidas conforme se segue:

#### • *Saturação de bases - V*

Na área só foram identificados solos Eutróficos, ou seja, os valores de saturação de bases (**V**) apresentaram-se altos (iguais ou superiores a 50%).

Para a determinação desta característica levou-se em consideração o valor "V". No caso de uma só camada diferir das demais, foi levado em consideração o valor V predominante na maioria das camadas.

- **Atividade de argila - T**

Na designação de solos com atividade alta ou atividade baixa adotou-se os seguintes limites (EMBRAPA, 1979a):

Argila de Atividade alta (Ta): quando o valor T, após a correção para o carbono, foi igual ou superior a 24 mE/100 g de argila.

Argila de atividade baixa (Tb): quando o valor T, após a correção para o carbono, foi inferior a 24 mE/100 g de argila.

- **Sodicidade**

O termo "**solódico**" foi empregado quando a saturação com sódio variou de 8 a 20% no horizonte B ou no C, quando não existe B.

- **Caráter vértico**

O termo "**vértico**" indica que a classe de solos é intermediária para VERTISSOLO.

- **Mudança texturai abrupta**

Característica distintiva de unidades de solo, em que há um exagerado aumento de argila num pequeno intervalo de distância (<2,5 cm) na zona limítrofe do horizonte A, para o horizonte ou camada subjacente.

- **Fragipan**

A designação de solos "**com fragipan**", foi utilizada para indicar a presença de fragipan, ou seja, horizonte caracteristicamente endurecido, mais reversível pela umidade.

- **Tipo de horizonte A**

Na área, foram constatados apenas os solos com horizonte A fraco e A moderado, cuja definição é semelhante a do "ocric epipedon" utilizada na classificação americana, na qual os teores de carbono são muito baixos sendo mais altos no A moderado (>0,58%), estrutura maciça ou em grãos simples ou fracamente desenvolvida e coloração clara.

- **Classe textural**

A Classe textural constitui as características distintivas das unidades de solo, diferindo segundo a composição granulométrica, sendo considerados os seguintes:

**Textura arenosa**: compreende as classes texturais areia, areia franca e franca arenosa, com menos de 15% de argila.

**Textura média**: compreende classes texturais ou parte delas tendo na composição granulométrica, menos de 35% de argila e mais de 15% de areia, excluídas as classes texturais areia e areia franca.

**Textura argilosa**: compreende classes texturais ou parte delas tendo na composição granulométrica de 35 a 60% de argila. Solos que apresentam uma ou mais das seguintes classes de textura: argilosa com menos de 60% de argila, argila arenosa e franco argilosa com mais de 35% de argila.

**Textura muito argilosa**: compreende classes texturais tendo na composição granulométrica mais de 60% de argila.

**Textura siltosa**: compreende parte de classes texturais que tenham silte maior que 50% (além de areia menor que 15% e argila menor que 35%). São solos que apresentam uma ou mais das seguintes classes de textura silte, franco siltosa, franco argilo-siltoso e argila siltosa.

No Levantamento de Solo da Região do Alto rio Sucuru, para uma mesma Unidade foi adotado o máximo de duas classes texturais, levando-se em consideração sempre a predominância quantitativa de uma delas. A ordem adotada foi a das camadas superiores para as inferiores (exemplo: arenosa/argilosa).

- **Fases Empregadas**

- **Vegetação Natural**

A fase de vegetação natural visa fornecer dados principalmente relacionados com o maior ou menor grau de umidade de uma determinada área, tendo em vista que a vegetação natural é o reflexo das condições climáticas.

- **Relevo**

O estudo do relevo visa fornecer subsídios para o estabelecimento dos graus de limitações ao uso de implementos agrícolas e por suscetibilidade à erosão.

- **Pedregosidade e /ou Rochosidade**

A pedregosidade e/ou rochosidade quantificam áreas em que a presença superficial ou subsuperficial de quantidade expressiva de matacões, num caso, e calhaus, no outro, constitui um empecilho ao uso de equipamentos agrícolas, podendo ser impraticável para a mecanização.

De posse desses critérios foi elaborado o Mapa de Solos a nível de Reconhecimento (Alta intensidade) da Região do Alto Rio Scuru (ANEXO C6).

## **2.4 Mapeamento da Ocupação da Terra**

Segundo MARCHETTI & GARCIA (1986) in SILVA NETO (1993), as áreas que possuem terras ocupadas por uso agrícola apresentam tonalidade típica, forma geométrica e dimensões bem definidas.

Partindo dessa afirmação, procurou-se através do uso de imagens TM/LANDSAT-5 da área de estudo, analisar os aspectos de uso da terra, observando-se elementos fotointerpretativos, tais como: variações nos níveis de cinza da imagem, padrões, tamanho e forma das propriedades.

Esta análise permitiu mapear e classificar a ocupação da terra em áreas formadas por grandes, médias e pequenas propriedades, além da sua ocupação quer com predominância de vegetação nativa, quer com agricultura (ANEXO C5).

## **2.5 Elaboração dos Mapas da Rede de Drenagem**

Inicialmente, foi confeccionado um Mapa de Drenagem a partir das imagens TM/LANDSAT-5 (ANEXO C7). Em seguida, deu-se a sua complementação com a drenagem das cartas topográficas da SUDENE (ANEXO C8), que em alguns pontos foi inferida a partir das curvas de nível. Este traçado foi feito sobre as imagens utilizando-se a mesa de luz e lente de aumento para facilitar as observações.

### **2.5.1 Análise das Propriedades Dimensionais e Não Dimensionais das Manchas de Solo**

A análise da rede de drenagem foi feita através da superposição dos mapas de drenagem (ANEXOS C7 e C8) sobre o mapa de Reconhecimento (Alta Intensidade) de Solos (ANEXO C6).

Foi criado um arquivo em Lotus123 dos dados de drenagem obtidos das cartas topográficas e das imagens de satélite referentes à cada mancha de solo identificada, resultando um total de 73 manchas analisadas e contendo informações sobre a Unidade Fotointerpretativa e a Unidade de Mapeamento a que a mancha pertence, a área correspondente e o seu perímetro, além de informações sobre as propriedades dimensionais da rede de drenagem.

#### **● Propriedades dimensionais das manchas de solo:**

- **Perímetro:** expresso pelo comprimento da linha divisória entre as manchas de solo, medido com curvímetero.
- **Área:** medida com planímetro.

- **Propriedade não dimensional das manchas de solo:**

- **Simetria das vertentes:** indicada pelo declive das encostas em relação ao vale principal e pela disposição dos tributários ocorrentes na mancha de solo e descritas pelo grau de uniformidade da rede de drenagem (ANEXO B6).

## 2.5.2 Análise do Padrão e da Composição da Rede de Drenagem

Após as análises das manchas de solo, procedeu-se à análise dimensional da rede de drenagem, incluindo como elementos de estudo todos os canais de drenagem permanentes ou temporários. Os elementos estudados foram reunidos em dois grupos, conforme a sua natureza: aqueles referentes à composição da rede de drenagem e aqueles referentes ao padrão de drenagem.

- **Composição da rede de drenagem**

- **Ordens de ramificação :** como primeiro passo na análise das redes de drenagem de cada mancha de solo, os segmentos de rios foram classificados com base na ordem de ramificação, seguindo o sistema de HORTON (1945) ligeiramente modificado por STRAHLER (1957). Foram determinadas pela ordem do rio de maior frequência, de ocorrência na mancha de solo, sendo comparadas as manchas de solo da mesma ordem de ramificação de rios.
- **Número de segmentos de rios :** foram contados os segmentos de rios de diversas ordens, sendo designado por Nr.
- **Comprimentos de rios :** utilizando-se o curvímetro, foram medidos os comprimentos totais dos segmentos de rios de diversas ordens, que cortavam a mancha de solo, sendo representados por Cr.

- **Características do padrão de drenagem**

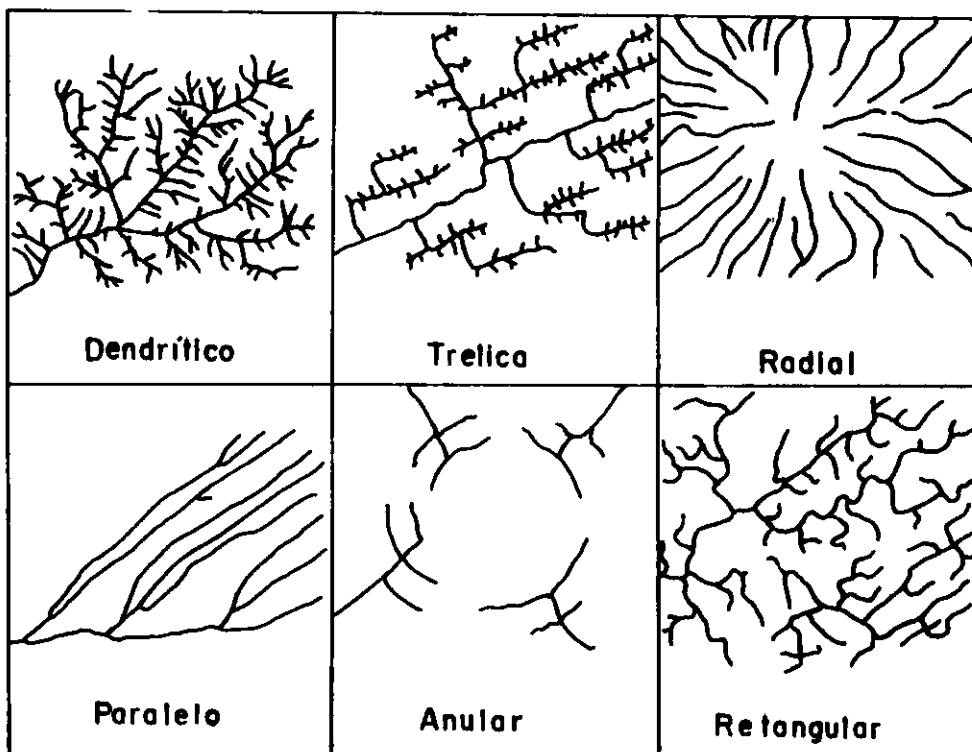
O padrão de drenagem foi caracterizado da seguinte maneira:

- **Características Qualitativas**

A análise qualitativa foi feita utilizando-se os seguintes parâmetros:

- **padrão de drenagem**, segundo LUEDER (1959), incluindo o tipo ou modelo, segundo PARVIS (1950); e
- **grau de uniformidade dos canais de escoamento.**

A Figura 2.3 ilustra os padrões de drenagem, de acordo com PARVIS (op. cit.).



**Fig. 2.3 - Tipos de Padrões de Drenagem.**

**Fonte: PARVIS (1950)**



### ■ Características Quantitativas

As características quantitativas, compreendem a **freqüência de rios** e a **densidade de drenagem**, definidas por HORTON (1945) e a **razão de textura**, definida por SMITH (1950) e modificada por FRANÇA (1968)

Utilizou-se como parâmetros quantitativos a densidade de drenagem (Dd1 e Dd2), o número total de rios (Nr1 e Nr2), freqüência de rios (Fr1 e Fr2), a textura topográfica (Tt1 e Tt2) e o comprimento médio de rios (Cm1 e Cm2), recebendo o índice 1 para a rede de drenagem obtida das imagens TM/LANDSAT-5 e 2 para a rede drenagem extraída das cartas topográficas da SUDENE ( ANEXOS B1, B2, B3 e B4).

A densidade de drenagem foi obtida utilizando-se a seguinte expressão:

$$Dd = \frac{C_r}{A}$$

onde:

- D<sub>d</sub> - Densidade de drenagem
- C<sub>r</sub> - Comprimento total dos rios (em Km)
- A - Área da Unidade de Mapeamento (em Km<sup>2</sup>)

A freqüência de rios foi obtida utilizando-se a seguinte expressão:

$$F_r = \frac{N_r}{A}$$

onde:

- F<sub>r</sub> - Freqüência de rios
- N<sub>r</sub> - Número total dos rios
- A - Área da Unidade de Mapeamento (em Km<sup>2</sup>)

A textura topográfica foi calculada através da seguinte expressão:

$$T_t = \frac{N_r}{P}$$

onde:

$T_t$  - Textura topográfica

$N_r$  - Número total dos rios

$P$  - Perímetro da Unidade de Mapeamento (em Km)

O comprimento médio dos segmentos dos rios foi calculado utilizando-se a seguinte expressão:

$$C_m = \frac{C_r}{N_r}$$

onde:

$C_m$  - Comprimento médio dos segmentos dos rios (Km)

$C_r$  - Comprimento total dos rios (em Km)

$N_r$  - Número total dos rios

## 2.6 Testes de Aplicação da Metodologia Proposta

### 2.6.1 Análises da Rede de Drenagem a Partir da Utilização das Cartas Topográficas da SUDENE Referentes à Área de Estudo

A metodologia ora proposta foi testada na área de estudo. Para isto utilizaram-se os resultados da análise quantitativa da rede de drenagem obtidas de imagens TM/LANDSAT-5 da Região do Alto Rio Sucuru comparando com a rede de drenagem extraída das cartas topográficas da SUDENE.

### **2.6.2 Análise da Rede de Drenagem a partir do Uso das Cartas Topográficas da SUDENE em Outras Áreas Similares**

Testou-se a metodologia proposta comparando-se os resultados obtidos no teste de aplicação com manchas de solo de comportamento hidropedológico semelhantes localizadas em outras áreas. Em ambos os casos utilizaram-se as cartas topográficas da SUDENE.

### **2.6.3 Análises da Rede de Drenagem em Amostras Circulares**

O método de análise de amostras circulares proposto por RAY E FISCHER (1960) para interpretação litológica, e posteriormente testado para solos por FRANÇA (1968), consiste na tomada de amostras circulares, relativamente homogêneas quanto a solos, com área de 10 Km<sup>2</sup>.

Este método foi aplicado nas Unidades de Mapeamento de maior expressão na área da Bacia do Alto Rio Sucuru, bem como, em outras áreas de comportamento hidropedológico semelhantes (ANEXOS B5).

Após o traçado das amostras circulares sobre as Unidades de Mapeamento, foi feito o cálculo da  $D_d$ , para a área de estudo e para as outras áreas de comportamento hidropedológico semelhantes, adotando-se um índice 3 (ex:  $Dd3$ ), para representar estes mesmos parâmetros.

# Capítulo 3

## Revisão Bibliográfica

### 3.1 Sensoriamento Remoto

Segundo VALÉRIO FILHO et al. (1981), as extensas áreas territoriais do Brasil, exigem técnicas de grande rendimento, além de custo e detalhamento aceitáveis para o mapeamento e controle dos seus recursos naturais.

Com o advento dos satélites equipados com sistemas e sensores adequados para a obtenção de imagens da superfície terrestre, diversas técnicas foram desenvolvidas em vários países do mundo para o dimensionamento dos recursos naturais, tendo em vista o baixo custo e sua característica sinótica, repetitiva, multiespectral e temporal.

Com o Sistema LANDSAT, tornaram-se disponíveis imagens multiespectrais que permitem a observação de extensas áreas, com manuseio relativamente pequeno de imagens e excelentes resultados, VALÉRIO FILHO et al. (1981).

Segundo MOREIRA & ASSUNÇÃO (1984), a partir da década de 70, com o lançamento dos satélites da série LANDSAT, diversas pesquisas têm demonstrado que as informações sobre objetos ou fenômenos da superfície terrestre, coletadas a nível orbital, têm sido de muita valia para estudos e pesquisas dos recursos naturais.

A principal limitação das imagens de satélite, segundo SOARES & FIORI (1976) é não permitir a visão estereoscópica. No entanto, as propriedades dos elementos

texturais e da estrutura fotográfica na imagem, definem um conjunto de propriedades, que permite interpretar algumas propriedades físicas e estruturais da área analisada. Assim, ruptibilidade, permeabilidade, resistência à erosão-intemperismo, acamamento e foliação são propriedades das rochas, interpretadas através de traços de fratura, densidade de acamamento, e alinhamento de relevo. Propriedades das estruturas geológicas, são interpretadas através de propriedades estruturais da forma, por exemplo a assimetria da drenagem e do relevo.

Inúmeros autores afirmam que as características mais importantes na interpretação de uma imagem fotográfica em preto-e-branco são: tonalidade, padrão, formas, dimensão, sombra, e sítio topográfico.

STEFFEN et al. (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, ou com vegetação natural, ou reflorestamento, etc.

Segundo COLWELL (1952) in VALÉRIO FILHO (1981), a textura é definida como "frequência de mudanças na tonalidade dentro da imagem". Seu significado como fator de fotointerpretação é função da boa qualidade da imagem fotográfica e da escala utilizada.

SANTOS et al. (1981) fazem entender que, dependendo das práticas agrícolas adotadas desde o plantio até a colheita, muitas mudanças ocorrem na tonalidade das imagens fotográficas e conseqüentemente dos padrões nelas representados.

STEFFEN et al. (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 al. (1981) definem que a forma e a dimensão podem ser utilizadas 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, que são geralmente obscurecidos. A sombra no "stand" é dada pela copa das árvores e altera a sua textura. 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.).

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

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

a) **Espectral** - as características espectrais do alvo podem ser registradas de modo diferentes nas diversas faixas espectrais (Fig. 3.1), o que possibilita a identificação dos diferentes alvos através da comparação entre bandas.

Como alguns exemplos de respostas espectrais tem-se:

**Vegetação:** a planta, de acordo com VILLAR et al.. (in LOBO, 1992), quando está sofrendo estresse hídrico, como consequência de um elevado conteúdo de sais solúveis na solução do solo, tem o conteúdo de água na folha diminuído, e ela perde a turgescência, o que provoca uma diminuição da reflectância. Assim a vegetação sadia apresentará uma reflectância mais elevada na banda 4, quando comparada com a vegetação estressada.

**Corpos d'água:** os corpos d'água apresentam um comportamento espectral resultante da energia solar incidente sobre as moléculas d'água e materiais em

suspensão. Estes corpos são bastantes distintos dos outros alvos naturais na faixa do infravermelho, isto porque, mesmo em uma fina lâmina d'água a energia incidente é quase que totalmente absorvida, como por exemplo nas bandas 4, 5, e 7 do TM/LANDSAT-5 (QUEIROZ & SILVA, 1989). De acordo com SOLOMON & KLOHN (1978), in LOBO (1992), a reflectância da água registra informações da sua superfície, da sua profundidade, da presença de clorofila, da qualidade e da quantidade das partículas em suspensão. A água turva apresenta uma reflectância maior que a água límpida nas bandas do visível.

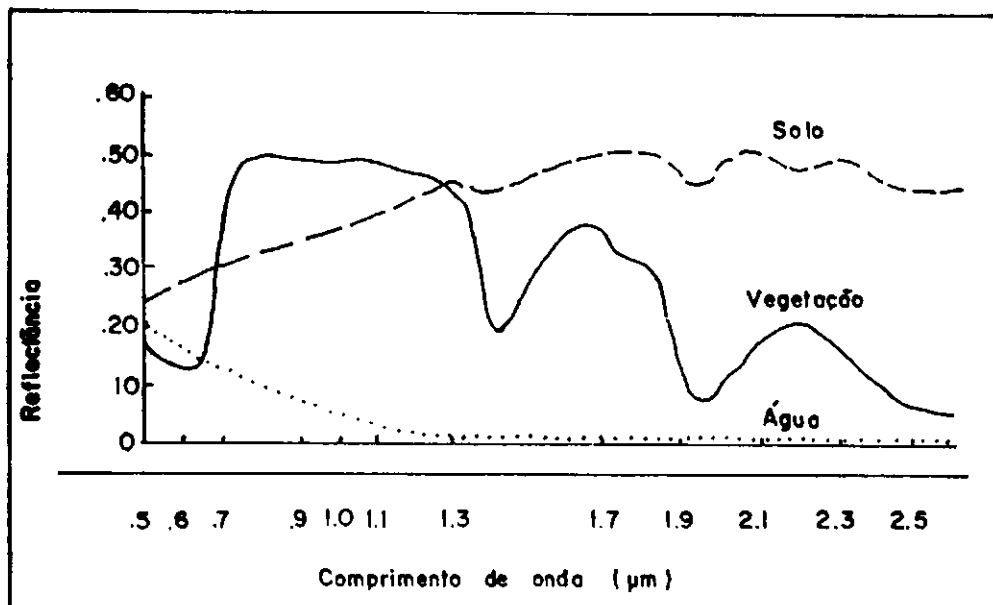


Fig. 3.1 - Reflectância espectral de amostras de solo, de água e de vegetação.

Fonte: STEFFEN et al. (1981)

Solos: a energia eletromagnética refletida e/ou emitida pelo solo, é influenciada por suas propriedades espectrais muito úteis para sua identificação através de sensores

remotos. Segundo BAUNGARDNER et al. (1970), a reflectância espectral dos solos e a emissão da radiação podem sofrer modificações, dependendo principalmente do teor de umidade, composição química e mineral, textura, estrutura, teor de matéria orgânica, óxido de ferro e cor do solo. Um aumento na umidade, no tamanho das partículas, no teor de matéria orgânica, na quantidade de ferro e na rugosidade dos solos, provoca uma diminuição na sua reflectância.

Conforme SOLOMON & KLOHN (1978), o teor de água dos solos, ocasiona geralmente um decréscimo de sua reflectância nas faixas visível e infravermelho do espectro eletromagnético.

BAUER et al. (1979) estabeleceram que a mineralogia do solo tem influência na sua reflectância de várias maneiras. Os solos com mineralogia gipsítica, têm alta reflectância, enquanto que os solos montmoriloníticos, sempre associados com níveis mais altos de matéria orgânica, mostram baixa reflectância atribuída a este alto conteúdo de matéria orgânica.

A textura do solo, determinada pelos diferentes tamanhos de suas partículas, desempenha um grande papel, junto a outras características, na sua resposta espectral. Estudos realizados por SHOCKLEY et al. (1962), BOWERS & HANKS (1965) e ORLOV (1966), medindo o efeito do tamanho das partículas, permitiram concluir que o aumento do diâmetro proporciona um acréscimo de reflectância. Esta conclusão, contudo, só é válida para solos dispersos em laboratório, conforme comenta RAMOS (1983).

Segundo ORLOV (1966), as partículas finas enchem mais regularmente os espaços vazios do solo, proporcionando uma superfície mais lisa, enquanto que as partículas mais grosseiras, possuindo formas mais irregulares, formam uma superfície mais complexa, com grande número de espaços entre as unidades estruturais.

Os solos utilizados em vários cultivos consecutivos tendem a se tornar uma superfície rugosa, exercendo assim grande influência na sua reflectância, ou seja, quanto mais áspera uma superfície, menor é sua reflectância. ORLOV (op. cit.) estudou frações de agregados coletados em três horizontes de um Podzólico, concluindo que a influência da estrutura era dominante sobre a textura.



Segundo BAUMGARDNER et al. (1970), a matéria orgânica tem uma influência muito grande na cor dos solos, desempenhando importante papel nas suas propriedades espectrais quando o seu teor excede 2%, reduzindo a sua reflectância.

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.

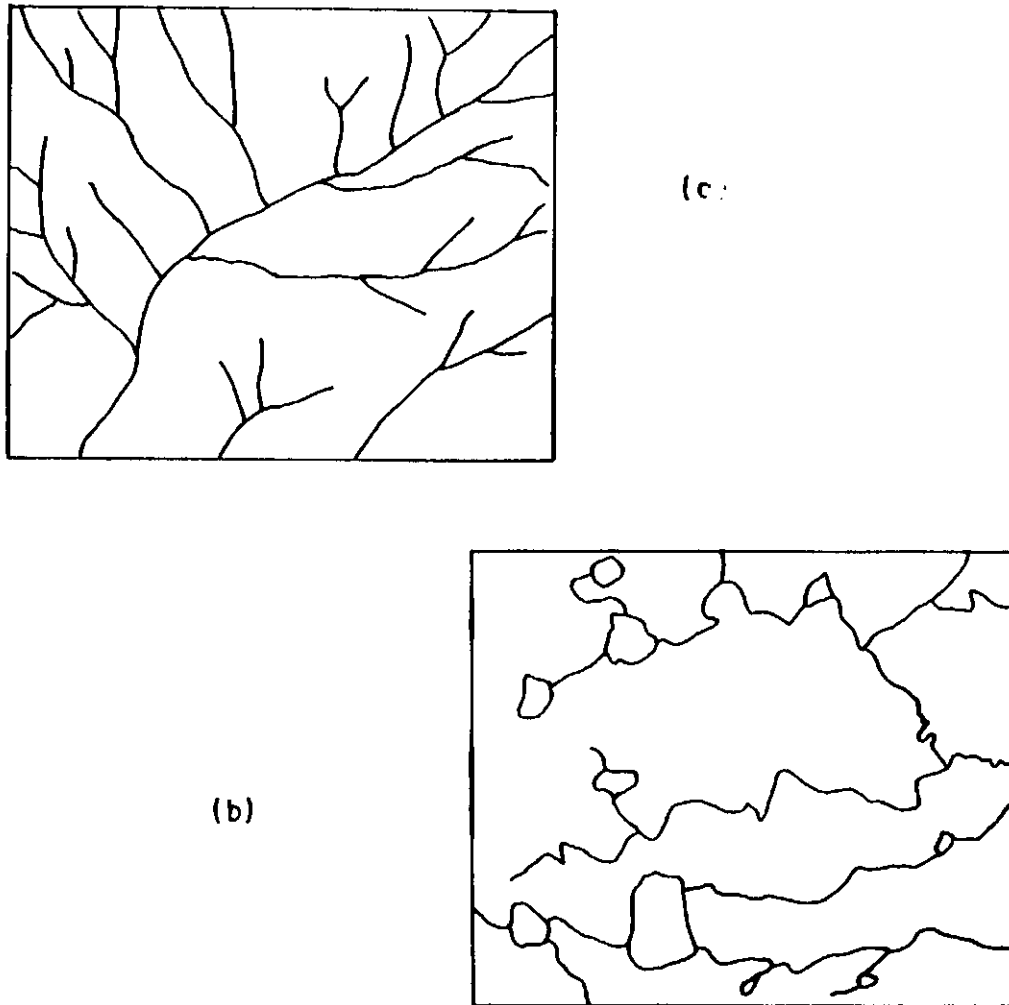
c) **Espacial** - relaciona-se com a forma e distribuição dos alvos que compõem a cena imageada. Cada alvo geralmente apresenta uma forma e distribuição característica, as quais facilitam sua identificação (SANTOS et al., 1981).

Segundo VALÉRIO FILHO et al. (1981), a tonalidade de cinza em uma imagem fotográfica, de maneira geral, apresenta-se escura para os solos argilosos e/ou ricos em matéria orgânica e tonalidades mais claras nos solos erodidos e/ou arenosos. Os mesmos autores descrevem que os solos avermelhados tendem a apresentar uma tonalidade na imagem mais escura do que os solos amarelados, desde que estejam com um baixo teor de umidade, pois ao contrário, a umidade poderá mascarar esta resposta nas imagens fotográficas.

A metodologia para a interpretação de imagens orbitais e de mosaicos de radar aplicada a solos, é fundamentada nos princípios da interpretação de fotografias aéreas em preto-e-branco (Fotopedologia), adaptada à análise de imagens multiespectrais (VALÉRIO FILHO et al., op. cit.).

Conforme VALÉRIO FILHO et al. (1981), as características do padrão de drenagem possíveis de serem observadas sobre as imagens orbitais são:

- **Grau de integração** - definido como sendo o grau de unidade exibido por um determinado padrão de drenagem com características comuns, sendo possível determinar seus limites, podendo ser integrado e não integrado (Figura 3.2). Esta característica oferece subsídios para que se possa fazer inferências quanto aos aspectos de textura e permeabilidade dos solos.



**Fig. 3.2 - Drenagem: (a) Integrada, Uniforme e Orientada; e (b) com Baixo Grau de Integração, Não Uniforme e Não Orientada.**

Fonte: LUEDER (1959)

- **Densidade de drenagem** - definida como sendo o número de canais de drenagem por unidade de área. Esta característica oferece subsídios que possibilitam avaliar a permeabilidade e o grau de erodibilidade do terreno. Quanto maior a densidade de drenagem, menos permeáveis serão os solos e maior o risco com erosão.

- **Grau de uniformidade** - refere-se à uniformidade da rede de drenagem. Esta característica oferece indicações quanto à uniformidade da erosão. Segundo o autor, para áreas que apresentam uniformidade quanto ao padrão de drenagem, esta característica permite avaliar a uniformidade dos solos existentes, ao passo que os padrões desuniformes indicam ocorrências pedológicas distintas na área de estudo.

Esse conjunto de características da rede de drenagem, passíveis de serem observados nas imagens fotográficas, oferece certos recursos para o reconhecimento e individualização de zonas homólogas.

Alguns autores como VALÉRIO FILHO et al. (1981) e NOVO et al. (1980), têm demonstrado que as fotografias aéreas e as imagens orbitais permitem o mapeamento da rede de drenagem.

Conforme afirmação de VALÉRIO FILHO et al. (1981), não se deve esperar que através das imagens LANDSAT seja possível a total restituição da drenagem como a que se consegue com o uso de fotografias aéreas, mas é possível reconhecer a drenagem a um nível compatível com a escala de trabalho.

Quanto à utilização de sensoriamento remoto na caracterização do uso da terra, SANTOS et al. (1981) comentam que 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 ferramenta de grande utilidade, permitindo em curto espaço de tempo, a obtenção de grande quantidade de informações a respeito de registros de uso da terra.

ANDERSON et al. (1976) propõem vários níveis de abordagem de uso da terra, de acordo com a altitude e a escala da imagem estudada, onde de um modo geral, ocorrem as seguintes relações apresentadas na Tabela 3.1.

**TABELA 3.1 - Níveis de Classificação Para o Uso da Terra  
Segundo a Escala do Produto Fotográfico**

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

Fonte: SANTOS et al. (1981).

As informações do nível I apresentam características típicas de dados obtidos através de imagens do satélite LANDSAT, abrangendo grandes áreas e têm como base de interpretação as imagens fotograficas de pequena escala, associadas aos trabalhos de campo.

Segundo SANTOS et al. (op.cit.) o sistema de classificação apresentado por ANDERSON et al. (1976) atende a três princípios, que são:

- 1) identificar categorias simplesmente, utilizando-se a terminologia já aceita;
- 2) permitir que a informação seja transmitida;
- 3) permitir que se façam generalizações indutivas.

### 3.2 Características do Meio Físico que Influenciam o Comportamento Hidrológico de uma Bacia Hidrográfica

HORTON (1945) expõe sua teoria a respeito do desenvolvimento de sistemas hidrológicos e respectivas bacias de drenagem pela ação do desencadeamento de processos erosivos, considera, um comprimento mínimo de escoamento superficial difuso, necessário para acumular um volume de deflúvio tal, que seja suficiente para iniciar a formação de canais. Admite que este comprimento crítico é função unívoca da velocidade do deflúvio, capacidade de infiltração, erodibilidade específica de cada solo e grau de declive. Considera ser a erodibilidade o fator isolado de maior preponderância no processo de desenvolvimento das redes de drenagem.

Esta teoria também foi aceita por RAY (1963), citado por GEVAERD (1974) quando correlacionando, em determinado ambiente climático, a densidade de drenagem com a erodibilidade dos materiais subaéreos.

DUMBAR (1959), ao discutir alguns aspectos de fotointerpretação em solos de regiões tropicais, referiu-se particularmente a certas áreas brasileiras onde alguns latossolos argilosos, nas fotografias aéreas, têm aparência de solos com textura areno-barrenta, apresentando: porosidade relativamente elevada, ângulo de repouso moderadamente íngreme e padrão de drenagem esparsa, pouco integrado e associou esse fato à ação severa do intemperismo e erosão.

Estas afirmativas foram confirmadas por FRANÇA (1968) e FADEL (1972), ao verificarem que solos argilosos dos grupos Latossol Roxo e Latossol Vermelho Escuro, devido à estrutura maciça porosa do horizonte B, são mais permeáveis que solos arenosos do grupo Podzólico Vermelho Amarelo var. Laras.

FREIRE (1977), chama a atenção para o caráter regional que deve ser atribuído às características descritivas da rede de drenagem. Os resultados obtidos para as Unidades Latossol Vermelho Amarelo e Latossol Vermelho Escuro dolomítico, se comparados com os dos trabalhos realizados por GEVAERD (1974) no nordeste paranaense, levariam à conclusão que solos do grupo Brunizem Avermelhado, são mais permeáveis que aqueles dois Latossóis, o que evidentemente não é verdade. O autor

---

verificou também que a análise descritiva da rede de drenagem foi um eficiente critério auxiliar, para distinguir as três unidades de solo que estudou.

RAY (1963) esclarece que as fotografias aéreas mostram a drenagem efetiva do perfil, independentemente da textura ou composição granulométrica do solo. Ainda se reportando, lembra que o calcário origina solos de partículas finas, porém agregadas, resultando perfis permeáveis e bem drenados intermitente e, conseqüentemente, as fotos aéreas mostram uma rede de drenagem superficial de textura grosseira.

Solos com maior proporção de deflúvio e, conseqüentemente, um maior desenvolvimento de sua rede de drenagem superficial, são relativamente impermeáveis e, segundo ZINKE (1960), refletem um dado tipo de rocha.

RANZANI (1969) explica que o escoamento das águas superficiais de uma região promove incisões na superfície do terreno; quando o solo é relativamente impermeável (argilas, folhelhos, etc.), o deflúvio erode os caminhos d'água criando um padrão de drenagem denso; por outro lado, quando os solos são relativamente permeáveis (areia, por exemplo), o padrão de drenagem é pouco denso.

Segundo LUEDER (1959), a justificativa para a análise da drenagem superficial é de fornecer indicações sobre a relação infiltração/deflúvio, capacidade de infiltração, erodibilidade e textura dos materiais presentes em uma área. Assim, materiais relativamente permeáveis, em virtude de sua textura grosseira, têm uma capacidade de infiltração relativamente alta e resistência à formação de redes de drenagem superficial, a não ser que recebam influências de fatores outros, como o desenvolvimento de planos de menor resistência, com escoamento rápido de elevada quantidade de água, etc. Por outro lado, materiais relativamente impermeáveis como folhelhos e argilitos, em virtude da textura fina, dificultam a infiltração e favorecem o deflúvio, dão origem a uma rede de drenagem relativamente densa. No entanto, o autor adverte que não se trata de uma regra geral, e assim, podendo existir exceções. Cita como exemplo a existência de camadas densas no subsolo, profundidade do substrato rochoso e fatores de controle geral ou localizado. Para indicar o significado do padrão de drenagem, este autor, propôs a descrição das seguintes características do padrão de drenagem: grau de

integração; densidade; grau de controle; orientação; angularidade; ângulos de confluência; e modelo ou tipo de padrão.

HORTON (1945) defendeu o ponto de vista de que, além de outros fatores como o relevo e a precipitação, dois fatores importantes nos processos de erosão hídrica, responsáveis pelo desenvolvimento de sistemas hidrográficos e de suas bacias de drenagem, são a capacidade de infiltração do solo e sua resistência a erosão.

O estudo do comportamento hidrológico dos solos e sua gênese mereceram a atenção especial de muitos autores. LEPRUN et al. (1983), estudando a permeabilidade dos solos na Bacia Representativa-Experimental de Sumé, para melhor entendimento do comportamento hidrológico das sub-bacias existentes, obteve os resultados apresentados na Tabela 3.2.

**TABELA 3.2 - Resultados dos Testes de Permeabilidade na Bacia Representativa-Experimental de Sumé.**

TESTE (No)	TIPO DE SOLO	VALOR MÉDIO DEPOIS DE 6 HORAS (mm/h)
03	BRUNO NÃO CÁLCICO vértico com vegetação natural.	26,4
02	BRUNO NÃO CÁLCICO com caatinga baixa	34,3
04	LITÓLICO raso	44,8
01	LITÓLICO (em transição)	27,0
05	PODZÓLICO VERMELHO AMARELO EUTRÓFICO	369,6

Fonte: LEPRUN et al. (1983)

A Figura 3.3 ilustra os resultados obtidos no estudo da permeabilidade de solos na Bacia Representativa-Experimental de Sumé.

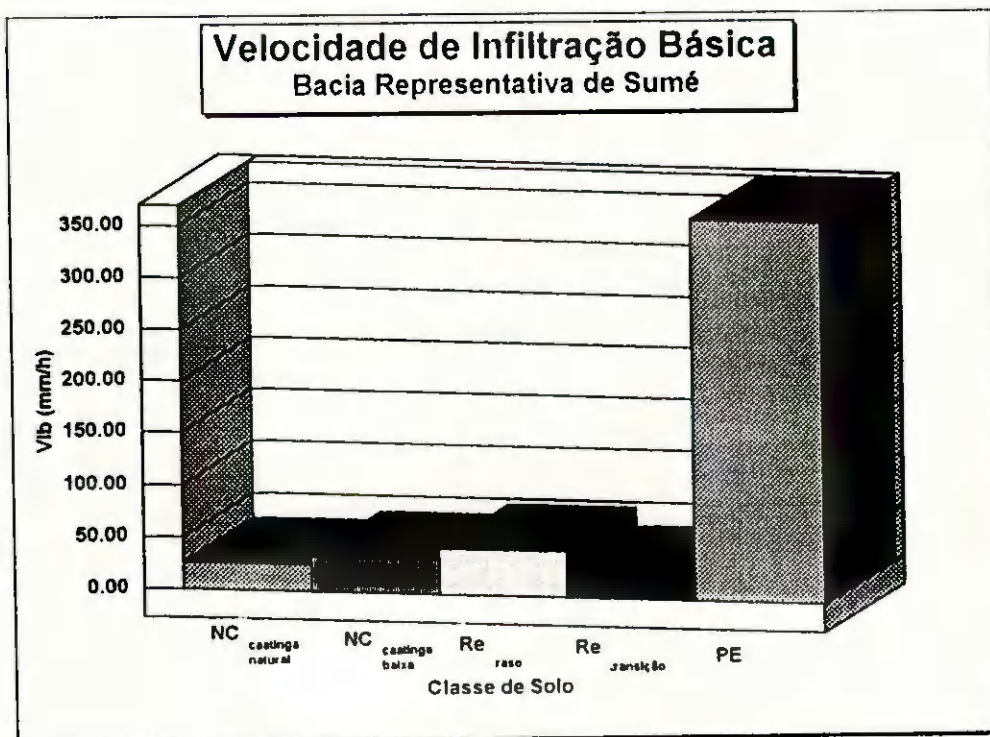


Fig. 3.3 - Velocidade de Infiltração dos Diferentes Solos da Bacia Representativa-Experimental de Sumé (Gangorra).

De posse destes dados, o autor faz os seguintes comentários para a Bacia de Gangorra que engloba as sub-bacias de Jatobá e Umurana:



- A Bacia de Gangorra (137,4 km<sup>2</sup>), que engloba as sub-bacias de Jatobá e Umburana, é formada por 59% de uma associação de SOLOS BRUNO NÃO CÁLCICO E LITÓLICOS EUTRÓFICOS, 14% de SOLOS BRUNO NÃO CÁLCICOS vértico, 7% de SOLOS LITÓLICOS EUTRÓFICOS, 4% de ALUVIÕES, 15% de PODZÓLICOS e 1% de AFLORAMENTOS DE ROCHA ocorre em um relevo suave ondulado, predominantemente, e tem um comportamento de escoamento intermediário.
- A sub-bacia de Jatobá (26,8 km<sup>2</sup>) formada por 74% de PODZÓLICOS, 6% de AFLORAMENTOS DE ROCHA, 19% de uma associação de BRUNO NÃO CÁLCICOS e LITÓLICOS EUTRÓFICOS e 1% de SOLOS ALUVIAIS ocorrem em um relevo ondulado. A água proveniente dos inflúvios dos afloramentos de rocha (morros e inselbergs) vai se infiltrar na base dos morros (zona de Knick), onde os solos e a zona de intemperização são mais profundas e, conseqüentemente, há um processo de armazenamento d'água. Por conseguinte, haverá constituição de fontes de ressurgência quase permanente, e o conjunto destes fatores, proporcionará cheias na bacia com características fracas e retardadas, contudo poderá se observar um escoamento de base mais importante.
- A sub-bacia de Umburana (10,7 km<sup>2</sup>), formada por 74% de BRUNO NÃO CÁLCICO, 19% de SOLOS LITÓLICOS EUTRÓFICOS e 7% de SOLOS ALUVIAIS, ocorre predominantemente em um relevo ondulado com solos rasos e pouco permeáveis, proporciona uma baixa retenção d'água e conseqüentemente, um forte escoamento superficial.

CADIER (1993), utilizando fotografias aéreas na escala aproximada de 1:70.000, obteve como resultado de densidade de drenagem das sub-bacias de Jatobá, Umburana e Gangorra, respectivamente, os valores de 1,3; 1,9 e 2,3.

Segundo LUZ et al. (1992) o solo BRUNO NÃO CÁLCICO ocorre mais freqüentemente em topos arredondados e nas encostas do relevo suave ondulado, transicionando para solos PLANOSSÓLICOS nas posições mais baixas, onde há maior

impedimento à drenagem natural. O autor afirma que esta gênese, foi confirmada através de observações de campo, onde a dinâmica de formação dos solos é controlada por ciclos de erosão dos solos, transporte e acúmulo, provocados pelas chuvas torrenciais da região, estando as principais diferenças entre os solos, subordinados ao condicionamento das suas posições ao longo do relevo, além da iluviação de argilas, solubilização e reprecipitação de carbonatos, transformação de micas em vermiculitas e estas em esmectitas.

CHAVEZ et al. (1981), estudando coberturas de pedras e seus efeitos nas perdas de terra e água em um solo BRUNO NAO CÁLCICO, concluíram que houve diminuição visível das perdas por erosão com o aumento da cobertura de pedras sobre as parcelas estudadas, afirmação também confirmada por SOUZA (1986), que ressalta o efeito de cobertura como fator de impedimento parcial do escoamento superficial.

Para MOLLINIER et al. (1989a e 1989b), os horizontes dos solos da Bacia Representativa-Experimental de Sumé, estão agrupados em duas classes: os horizontes porosos e permeáveis e os horizontes B compactados, poucos permeáveis, que combinados à distribuição ao longo da paisagem (Figura 3.4-A), apresentam como um único meio para o confinamento hídrico as micro-depressões dos Vertissolos. Estes mesmos solos apresentam uma toposseqüência como representada na Figura 3.4-B, onde se constata que os VERTISSOLOS e os BRUNOS NÃO CÁLCICOS vérticos ocorrem em micros relevos e os BRUNOS NÃO CÁLCICOS Modais e LITÓLICOS EUTRÓFICOS próximos aos topos e nas encostas de relevo suave ondulado, sendo que os SOLOS LITÓLICOS ocorrem mais nos topos, sempre correlacionados com a geologia.

Trabalhos realizados em unidades de solos levantadas ao nível de série, por FRANÇA (1968), MARCHETTI (1969), FADEL (1972), VASQUES FILHO (1972), com bacias de 3a e 4a ordem, mostraram a influência do fator solo no desenvolvimento das bacias hidrográficas e sua redes de drenagem. Esta influência se confirma em LEÃO (1973), GEVAERD (1974), SOUZA (1975) e KOFFLER (1976a), em unidades de solos levantadas ao nível de grandes grupos.

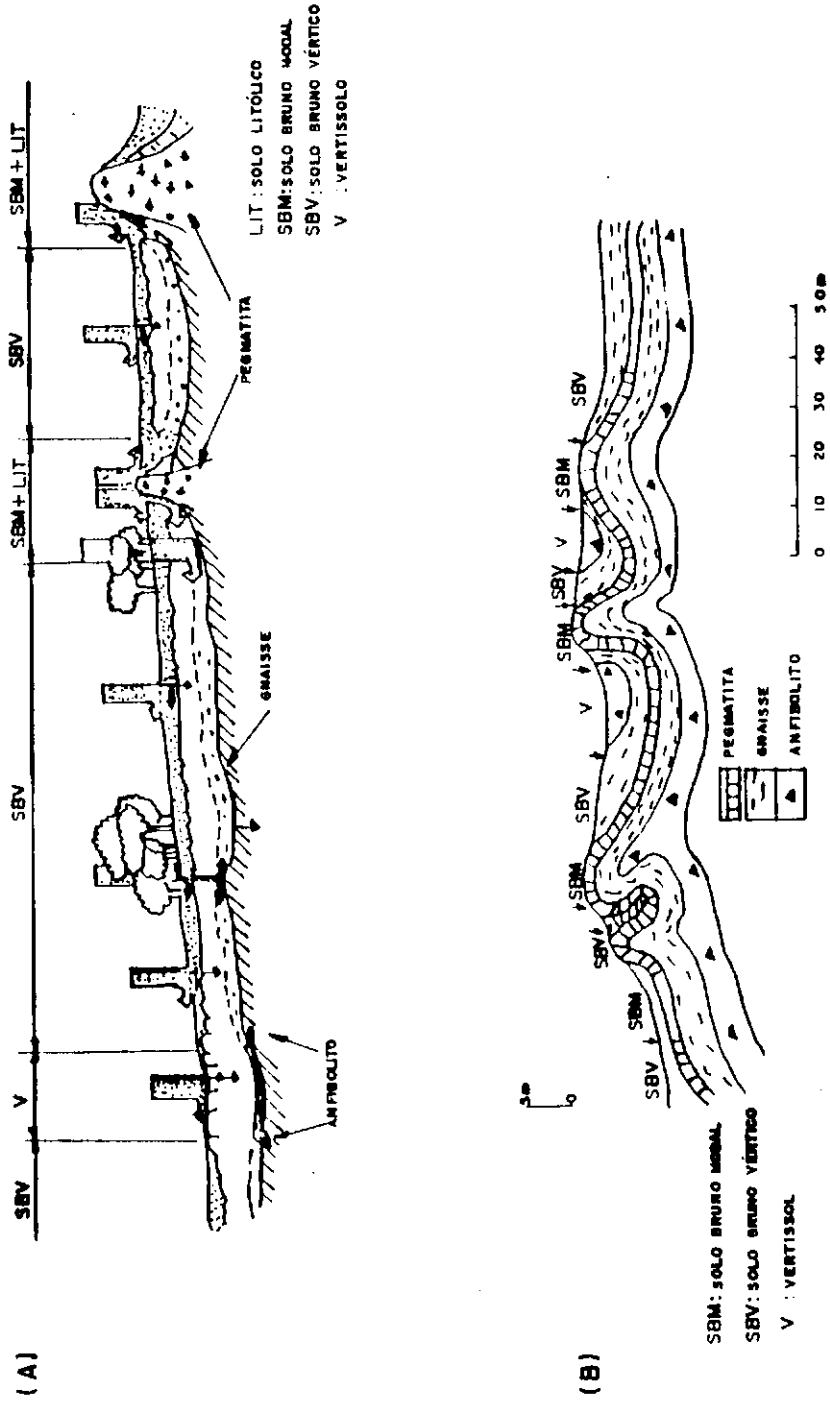


Fig. 3.4 - (A) Esquema de Circulação d'Água na Bacia Experimental de Sumé; (B) Repartição dos Solos na Bacia.

Fonte: MOLINIER et al. (1989a)

FRANÇA (1968) e MARCHETTI (1969) afirmam que tanto a composição como as características do padrão de drenagem dependem, em primeiro lugar, da natureza do solo e, depois da posição topográfica e da natureza e profundidade do sustrato rochoso.

BURING (1960) adverte que o pesquisador em ciências do solo, além da textura e dos processos de deposição dos materiais de origem, deve estudar, também, a ação dos fatores de formação, e saber a que grupo genético pertence um dado solo.

FRANÇA (1968) constatou esta advertência, em seu estudo de composição e das características do padrão de drenagem dos solos da região de Piracicaba, desenvolvidos a partir de arenitos eólicos da formação Botucatu. Foi observado por este autor, que embora se trate de materiais de textura semelhante, geraram solos diferentes, refletindo, também na composição e nas características do padrão de drenagem.

A importância dos estudos sobre bacias hidrográficas é destacada por GARCEZ & ALVAREZ (1988), com a finalidade de resolver problemas práticos hidrológicos, onde as características topográficas, geológicas, pedológicas e térmicas, estão intimamente correlacionadas ao comportamento hidrológico da bacia.

Recentemente, MOLLE & CADIER (1992) estabeleceram uma classificação hidrológica para pequenas bacias hidrográficas da Região Semi-Árida, tomando por base aspectos pedológicos da área. Segundo estes autores o fator solo, foi utilizado como princípio de classificação do provável escoamento de bacias ( $L_{600}$ ), pelos seguintes motivos:

- Nas Regiões Semi-Áridas, a vegetação e os primeiros centímetros ou decímetros do solo são os principais fatores que condicionam a importância respectiva dos escoamentos e das infiltrações.
- O tipo de solo encontra-se fortemente dependente das outras características fisiográficas, tais como: geologia, declividade, vegetação e clima, que passam, indiretamente, a ser levados em conta.

### 3.3 Análise de Bacias Hidrográficas e Redes de Drenagem

#### 3.3.1 Bacias Hidrográficas

Inicialmente os estudos em bacias hidrográficas tinham como fundamento a descrição dos padrões de drenagem visando estabelecer uma relação entre eles e a natureza dos substratos rochosos, incluindo o regolito e/ou a presença de estruturas geológicas. Um desses exemplos é apresentado por MARCHETTI (1969), quando descreve e menciona a definição apresentada por PLAYFAIR (S.D.) e que chama atenção à caracterização puramente qualitativa, quando observou que um rio consiste em um tronco principal alimentado por vários ramos, cada qual correndo em um vale proporcional ao seu tamanho, formando, em conjunto, um sistema de vales comunicantes de modo que nenhum deles se une ao vale principal em um nível demasiado superior ou inferior.

Segundo CHRISTOFOLETTI (1969), foi através das publicações de HORTON (1945), que procurou estabelecer as leis do desenvolvimento dos rios e de suas bacias e assim ressurgiu e impulsionou a morfometria.

FREIRE (1977) comenta que a caracterização de bacias hidrográficas pode ser feita de duas formas, uma descritiva e outra quantitativa. Porém, sabe-se que somente a partir de 1945, é que alguns pesquisadores incentivados por HORTON (1945), verificaram as limitações da análise descritiva, mudando o rumo da linha de pesquisas, para a análise quantitativa de bacias hidrográficas e de sua rede de drenagem. Até então, conforme relata FRANÇA (1968), os pesquisadores trabalhavam quase que inteiramente em bases descritivas, pois tinham interesse nas formas do relevo atual, natureza dos solos, e das rochas subjacentes. Com isto muitos padrões de drenagem foram descritos, classificados e correlacionados à natureza dos substratos rochosos e/ou à presença de estruturas geológicas.

Segundo FRANÇA (op. cit.), a literatura relacionada com a investigação e aplicação de técnicas de interpretação aerofotográfica aos múltiplos aspectos do terreno, mostra que a maior parte das pesquisas se preocupa com aspectos geológicos, geomorfológicos ou pedológicos considerados sob o ponto de vista da engenharia. Os

---

poucos trabalhos existentes considerando, o solo edafologicamente, são puramente descritivos. Além da falta de estudos quantitativos, é flagrante a deficiência destas pesquisas em solos tropicais e subtropicais.

Cabe a PARVIS (1950) a extensão para o caráter regional, das características significativas do padrão de drenagem na identificação de solos e substratos rochosos, por meio de utilização de fotografias aéreas.

HORTON (1945) propôs a adoção de critério classificatório para as ordens de rios, em que os tributários menores e não ramificados estão na primeira ordem, atribuindo ao rio principal a ordem mais elevada, contrariando a classificação européia, elaborada por Gravelius em 1914 (in HORTON, op. cit.). A generalização deste novo critério trouxe a vantagem de facilitar a análise e a comparação das redes de drenagem, uma vez que, somente elementos da mesma ordem de ramificação são comparáveis.

Vários autores adotaram este sistema, aqui no Brasil, dentre eles, FRANÇA (1968), MARCHETTI (1969), FADEL (1972), VASQUES FILHO (1972) e LEÃO (1973), entre outros.

Prosseguindo o estudo da composição das redes de drenagem, HORTON (1945) enunciou a Lei dos Números de Rios e a Lei dos Comprimentos de Rios. A primeira expressa a relação entre o número de rios de cada ordem e a ordem de ramificação em termos de uma série geométrica inversa, que tem como base a razão de ramificação, enquanto que a segunda expressa a relação entre os comprimentos médios de rios de cada ordem e a ordem de ramificação, em termos de uma série geométrica direta na qual o primeiro termo é o comprimento médio dos rios de primeira ordem.

A aplicação de estudos de redes de drenagem utilizando aspectos pedológicos de uma área, só teve início com o trabalho de FRANÇA (1968), seguido por MARCHETTI (1969), FADEL (1972), VASQUES FILHO (1972), e outros.

### 3.6.2 Redes de Drenagem

#### ■ Aspectos Qualitativos

O termo “padrão de drenagem” é definido por diversos autores, como a maneira pela qual os cursos d’água se arranjam ou se distribuem dentro de uma dada área de drenagem, lembrando a configuração de um objeto conhecido, que empresta seu nome para a classificação de padrão (MARCHETTI, 1969).

No sentido mais genérico, o termo, “padrão” toma o significado de um arranjo especial de elementos constituintes ou aspectos particulares de algo, cuja repetição seja factível, assegurando-lhe continuidade (GEVAERD, 1974).

O termo “anomalia” foi acrescentado por RICCI & PETRI (1965), na lista de características descritivas, para representar qualquer configuração que não se adapta àquela dominante. Fornece informações sobre a textura superficial, permeabilidade do material exposto, grau de erodibilidade e condições estruturais presentes.

Existem muitas classificações acerca do tipo de padrão de drenagem, PARVIS (1950) propôs seis tipos ou modelos principais de rede de drenagem quanto à forma; assim designados: dendrítico ou arborescente, paralelo, anular, treliça, radial e retangular, atribuindo à estrutura geológica a influência preponderante no desenvolvimento desses modelos básicos de padrões. Assim, quando os cursos d’água são semelhantes ao tronco, galhos e ramos de uma árvore é chamado dendrítico ou arborescente; quando os cursos se unem em ângulo reto, o padrão é denominado retangular, etc.

O autor, considerando serem os substratos rochosos, cobertos com solos ou mantos espessos, o ponto de origem ou nascentes de muitos cursos d’água, fornecendo estes padrões de rios de ordens inferiores, elementos suficientes para deduções indicadoras por fotointerpretação, cabendo aos cursos de ordens mais elevada, a manipulação do controle estrutural. Segundo este autor, um padrão formado por linhas retas e curvas, contém elementos característicos de um modelo regional, sendo os

canais de drenagem de forma acentuadamente curva, os que caracterizam a ausência de controle estrutural. Assim sendo, quando o controle estrutural está ausente, os canais de drenagem são curvos ou sinuosos e em áreas permeáveis os canais apresentam angularidade.

BLOOM (1970), citado por GEVAERD (1974), estabeleceu cinco tipos básicos de padrão de drenagem:

1. caótico, caracterizado pela ausência de qualquer elemento repetitivo;
2. dendrítico, como sendo talvez o mais comum, caracterizado pelo aspecto arborescente dos elementos formadores, e que, genericamente, indica a ausência de controle estrutural ou presença de condições especiais de erodibilidade;
3. retangular, refletindo controle estrutural, de caráter regional, motivado pela presença de juntas entrecruzadas;
4. treliça, como indicação de controle estrutural exercido por faixas de rochas sedimentares, excluindo dobramentos fechados; e
5. radial, também com significado de controle estrutural, cuja configuração está subordinada a vulcanismo, exemplificado em cones ou outras montanhas elevadas e aguçadas.

Conforme RAY (1963), in FADEL (1972), as características de um solo e o seu grau de erodibilidade estão intimamente relacionados. Em áreas onde a resistência à erosão é relativamente acentuada, comumente ocorre o padrão dendrítico ou dendrítico modificado. Nas áreas onde o controle estrutural é maior, desenvolvem-se outros padrões de drenagem, tais como: retangular, anular, treliça, etc.

Segundo AVERY (1969), o tipo de drenagem arborescente implica que a área seja originalmente de relevo suave e composta de materiais uniformes. Diferenças na textura do tipo arborescente podem ser atribuídas ao material superficial. Áreas graníticas, por exemplo, mostram padrão de drenagem com textura fina e tributários



apresentando ângulos retos. Segundo o mesmo autor, o padrão retangular é caracterizado por ligações abruptas na rede de drenagem, podendo se desenvolver em área onde predomina o padrão de drenagem de forma aproximada a arborescente, mas é localmente influenciado por um controle geológico. Rochas metamórficas superficiais, particularmente aquelas formadas de xistos e ardósias, comumente apresentam drenagem paralela. As ardósias possuem um sistema peculiar de textura fina. Este padrão é extremamente angular, de fácil reconhecimento por apresentar-se localmente paralelo.

Para FRANÇA (1968), VASQUES FILHO (1972) e LEÃO (1973), em bacias de 3ª ordem, as características da composição das redes de drenagem dependem em primeiro lugar da natureza do solo, podendo ser modificadas por influência de controle geológico local.

HORTON (1945) afirma que quando se constatarem afastamentos das leis dos números e dos comprimentos de rios onde as condições do clima, topografia, solo e geologia são normais, estes afastamentos de uma maneira geral, podem ser atribuídos a efeitos do controle das estruturas geológicas.

Conforme a citação de MARCHETTI (1969), HORTON (1945) relata que a composição da rede de drenagem tem alto grau de significância hidrológica, enquanto o padrão de drenagem isoladamente tem baixo grau de significância hidrológica; reconhece, contudo, que o padrão de drenagem é altamente significativo como indicador de controle geológico.

CARVALHO (1977) observa também, que mudanças nas características qualitativas do padrão de drenagem refletem controle geológico.

FREIRE (1977), após a realização de um estudo fotointerpretativo de redes de drenagem de três solos da região de Altinópolis/M.G. - Latossolo Vermelho Escuro Distrófico A fraco textura argilosa fase cerrado relevo suave ondulado; Laterítico Bruno Avermelhado A fraco textura argilosa com cascalho e Solos Litólicos Distrófico A fraco textura média cascalhenta fase campestre relevo montanhoso com afloramentos de quartzitos, tomando como base fotografias aéreas na escala aproximada de 1:25.000,

obteve como conclusões sobre a influência de diversos fatores sobre a gênese da drenagem que:

- A presença de controle topográfico e solos resistentes à erosão, acompanhados de relevo suave ondulado, proporcionam formação de grandes bacias, com pequena ramificação da rede em segmentos longos;
- A presença de controle estrutural e solos pouco resistentes à erosão, acompanhados de relevo ondulado, formam bacias menores com redes mais ramificadas; e
- A presença de controle geológico e solos de baixa resistência à erosão, associados a relevo montanhoso, formam bacias muito pequenas com redes muito ramificadas e segmentos curtos, predominando junção de segmentos em ângulos agudos.

#### ■ Aspectos Quantitativos

Para RAY & FISCHER (1960) as informações quantitativas obtidas de imagens fotográficas proporcionam medidas relativas ou absolutas, úteis para caracterizar formas do terreno em termos objetivos, mais consistentes do que os termos subjetivos comumente utilizados (suavemente ondulado, por exemplo), que podem levar a erros de interpretação.

A análise quantitativa da rede de drenagem iniciou-se com os estudos de Gravelius (S.D.), e posteriormente por HORTON (1945), que propôs, para expressar quantitativamente o grau de desenvolvimento da rede de drenagem, na superfície de uma bacia hidrográfica, além da ordem de ramificação atingida, duas outras relações: a densidade de drenagem e a frequência de rios.

Segundo FRANÇA (1968), Horton, em 1932, foi quem, pela primeira vez definiu o significado da **densidade de drenagem**, como sendo o comprimento médio de segmentos de rios por unidade de área, que é expressa pela seguinte equação:

$$D_d = \frac{L_t}{A}$$

onde:

- $D_d$  - a densidade de drenagem,
- $L_t$  - o comprimento total de segmentos de rios das diversas ordens
- $A$  - a área da bacia.

O comprimento total de segmentos de rios e a área devem ser expressos em unidades do mesmo sistema.

O cálculo da densidade de drenagem é importante para bacias hidrográficas, porque apresenta relação inversa com o comprimento dos rios. À medida que aumenta o valor numérico da densidade, há uma diminuição quase proporcional do tamanho dos componentes fluviais das bacias de drenagem (STRAHLER, 1952).

Conforme CHRISTOFOLETTI (1969), a densidade de drenagem pode ser classificada nos seguintes dados médios expressos em quilômetros por quilômetros quadrados:

- menor que 7,5 ..... baixa densidade de drenagem
- entre 7,5 e 10,0 ..... média densidade de drenagem
- maior que 10,0 ..... alta densidade de drenagem

Segundo STRAHLER (1957), a densidade de drenagem deve ser vista como uma expressão do espaçamento entre os canais. Em geral, baixa densidade de drenagem ocorre em regiões com densa cobertura vegetal e onde o relevo é pouco pronunciado. O mesmo autor menciona ainda que a densidade de drenagem é um indicador importante na escala linear de elementos do relevo em uma bacia hidrográfica.

HORTON (1945) também definiu a **freqüência de rios** ( $F_r$ ), como sendo o número de segmentos de rios por unidade de área. Esta relação pode ser expressa pela seguinte equação:

$$F_r = \frac{N_r}{A}$$

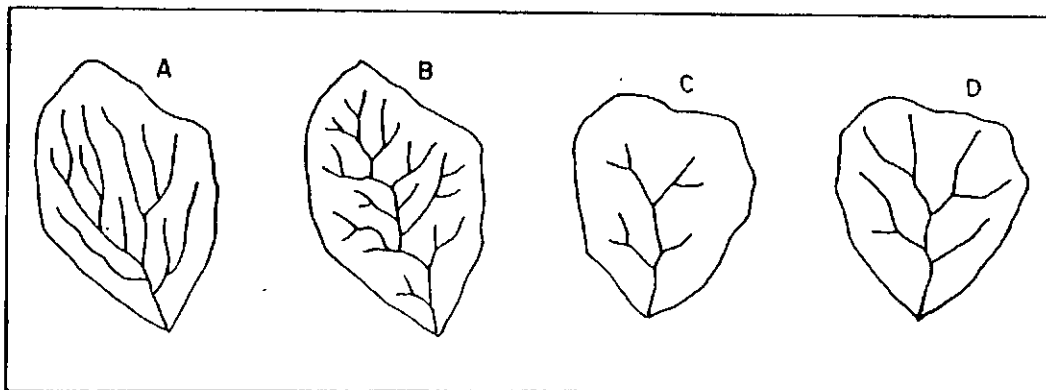
onde:

$F_r$  - Freqüência de rios

$N_r$  - Número total de segmentos de rios das diversas ordens

$A$  - Área da bacia de drenagem.

MELTON (in STRAHLER, 1964) analisou detalhadamente as relações entre densidade de drenagem e freqüência de rios, sendo que ambas medem a textura da drenagem, mas cada uma tratando de aspectos distintos. Assim, como mostra a Figura 3.5, é possível construir duas bacias de drenagem hipotéticas, apresentando os mesmos valores de densidade de drenagem mas diferentes freqüências de rios e, por outro lado, é possível existir duas bacias com mesma freqüência de rios mas diferentes densidades.



**Fig. 3.5 - Bacias Hipotéticas A e B com Iguais Densidades de Drenagem e Diferentes Freqüências de Rios; Bacias C e D com Densidades de Drenagem Diferentes e Iguais Freqüências de Rios.**

Fonte: MELTON (in STRAHLER, 1964)

SMITH (1950), propôs um índice, ao qual chamou de **razão de textura**. Segundo o autor, deve-se a Johnson a definição do termo **textura topográfica**, como sendo o tamanho médio das unidades componentes de um determinado relevo. A definição foi restrita por SMITH (1950), ao uso apenas para regiões dissecadas por rios, aplicáveis à expressão do espaçamento entre canais de drenagem em cartas topográficas onde constassem curvas de nível. Geralmente estas cartas não apresentam os canais de drenagem intermitentes. No entanto, em cartas topográficas de boa qualidade, as crênulas ou inflexões das curvas de nível, no seu desenvolvimento longitudinal, indicam com segurança, rios menores e canais de drenagem intermitentes. O autor, propôs ainda a escolha da linha de maior número de crênulas dentro da bacia para ser utilizada na obtenção desse índice, podendo ser expressa pela seguinte equação:

$$T_t = \frac{N_r}{P}$$

onde:

- Tt - Razão de textura
- Nr - Número de crênulas existentes na curva de nível eleita
- P - Perímetro da bacia (em milhas)

Todos estes índices: Dd, Fr e Tt deverão ser expressos em um único sistema, pois só assim poderão ser comparados.

O emprego do valor médio ponderado, em relação às áreas das bacias, para caracterizar a **razão de textura média** (Tm) de uma determinada área como um todo, foi preconizado por SMITH (1950) que é obtida pela equação:

$$T_m = \frac{\sum(T.A)}{\sum A}$$

onde:

- Tm - Razão de textura
- A - Área da Bacia (em milhas ao quadrado)
- T - Razão de textura de cada bacia hidrográfica (em milhas)

A textura da topografia conforme FREITAS (1952), depende de vários fatores que atuam na drenagem. Classificam-se estes, em duas classes:

1. **fatores naturais**, que compreendem o clima, a vegetação, a natureza da rocha ou do solo, intensidade das chuvas, capacidade de infiltração e estágio do perfil longitudinal do rio;
2. **fatores acidentais**, que abrangem o grau de perfeição do mapeamento e o valor da escala empregada.

Em geral, as rochas pouco resistentes causam uma textura grosseira, caracterizada pelo espaçamento das curvas de nível e rarefação das linhas de drenagem. Entretanto, esta dependência de tais fatores de controle é local e não regional.

FRANÇA (1968), observando que os sistemas de drenagem podem ser melhor estudados em mapas básicos de drenagem obtidos de fotografias aéreas, estudou as características de razão de textura (T) e razão de textura ponderada (Tm), considerando o valor N das equações, como sendo o número total de rios da bacia. Além disso, adaptou a classificação de SMITH (1950) ao sistema métrico decimal, transformando o perímetro para quilômetros, conforme a Tabela 3.3.

**TABELA 3.3 - Parâmetros para Classificação da Textura Topográfica com Base nos Dados da Textura Média**

CLASSE DE TEXTURA TOPOGRÁFICA	Tm (SMITH, 1950) Perímetro em milhas	Tm (FRANÇA, 1968) Perímetro em km
Grosseira	abaixo de 4	abaixo de 2,5
Média	4 a 10	2,5 a 6,2
Fina	acima de 10	acima de 6,2

Fonte: FRANÇA (1968)

SOUZA (1975) observou que o número de segmentos de rios é diretamente proporcional às suas declividades, visto que, as unidades de solos com declives mais acentuados, com menor relação infiltração/deflúvio, apresentaram um maior número de segmentos de rios.

FREIRE (1977) , estudando três solos da região de Altinópolis (MG), constatou que o número de segmentos de rios das redes de drenagem não foi eficiente na separação de unidades de solos, sendo influenciado pela declividade, resistência do solo à erosão e fatores que afetam a velocidade de infiltração. O comprimento total de segmentos de rios foi eficiente na distinção de unidades de solos, considerado o elemento mais consistente, indicando não ser afetado pela área da bacia e condições que influenciam o número de segmentos de rios. O comprimento médio de segmentos de rios não oferece segurança na separação de unidades de solos, porque depende do número de segmentos de rios. As características quantitativas de redes de drenagem, densidade de drenagem e frequência de rios, são eficientes na distinção de unidades de solos, podendo ser usadas isoladamente, ou em conjunto, observando-se isto tanto na caracterização quantitativa em bacias hidrográficas como em amostras circulares.

Segundo MAXWELL (1955), in FREIRE (1977), existe uma relação linear entre o logaritmo dos números de segmentos de rios de cada ordem e as respectivas ordens de ramificação, com pequena dispersão, ou seja, dando coeficientes de correlação com significância estatística em alto nível de probabilidade, que seria a forma de se medir a dispersão dos dados. A equação linear de MAXWELL (1955), na sua forma explícita é:

$$\log N_w = a - bw$$

onde:

- $N_w$  - Número de segmentos em cada ordem
- $w$  - Ordem dos segmentos de rios

Com esta equação, o referido autor propôs a expressão :

$$R_b = \text{anti log } b$$

como sendo a melhor expressão empírica da razão de ramificação ( $R_b$ ).

Segundo FRANÇA (1968), para bacias de 4ª ordem os números de segmentos ( $N_w$ ) variaram: para média ponderada de 48,21 a 1,00; pela equação de MAXWELL (1955) de 42,88 a 0,53 e por HORTON (1945) de 50,65 a 1,00.

VASQUES FILHO (1972) encontrou os seguintes resultados trabalhando com bacias de 3ª ordem: número médio observado de 10,84 a 1,00, pela equação de MAXWELL (1955) de 11,21 a 1,01 e por HORTON (1945) de 10,82 a 1,00.

Segundo SMITH (1950) e RAY (1963), quanto mais elevados os valores da densidade de drenagem, frequência dos rios e textura média, tanto mais dissecada é a superfície do terreno (relevo mais acentuado).

RAY & FISCHER (1960), relacionaram os comprimentos de rios, com as áreas das bacias hidrográficas e Amostras Circulares de 10 km<sup>2</sup>, efetuando estudos e medições referentes a comprimentos de rios e áreas de drenagem, realizados sobre cartas básicas da rede de drenagem, obtidas de decalques em fotografias aéreas. Concluíram constituírem-se as amostras circulares da rede de drenagem, em fonte mais segura, quanto ao fornecimento de resultados mais afiançáveis relativamente à densidade de drenagem, do que a tomada das bacias hidrográficas no seu todo, como amostras para a realização de estudos geológicos. Comprovaram, os autores, através de generalizações enunciadas, a significância geológica e pedológica da rede de drenagem, pela sua subordinação às características específicas de permeabilidade, exibidas pelo solo e pela rocha subjacente, resultando daí uma densidade de drenagem tanto mais alta, quanto mais baixa for a permeabilidade dos materiais.

Para FREIRE (1977) os elementos determinados em amostras circulares representativas das unidades de solos, permitiram a separação das mesmas, independente do tamanho da área amostrada.



MARCHETTI (1969) afirma que as características das bacias de drenagem e as respectivas reles de drenagem indicam o grau de dissecação da superfície do solo e podem ser utilizadas como índices de relevo e que dentre as características quantitativas das redes de drenagem que melhor evidenciaram as diferenças entre solos, incluem-se a frequência de rios, a razão de textura média e a densidade de drenagem, determinadas em amostras circulares.

Quanto à textura topográfica obtida em amostras circulares de 10 km<sup>2</sup>, SOUZA (1975), obteve para o Latossol Vermelho Escuro orto (LVE) a classe média de textura topográfica e para o Latossol Vermelho Amarelo (LVA) e Latossol Vermelho Escuro dolomítico (LVE) a classe fina. KOFFLER (1976a), obteve a textura topográfica grosseira para os solos Podzolizados var. Lins e Latossol Vermelho Escuro, e textura fina para o Podzolizado var. Marília.

FRANÇA (1968), MARCHETTI (1969), FADEL (1972), LEÃO (1973) e GEVAERD (1973), afirmam que a rede de drenagem será tanto mais desenvolvida, quanto mais elevadas forem os valores de frequência de rios, densidade de drenagem e razão de textura média.

Seguindo os princípios da análise quantitativa de STRAHLER (1957), e aplicando-a a solos, FRANÇA (1968) chegou a várias conclusões significativas, dentre as quais:

- Uma descrição das características do padrão, por mais detalhada que seja, sempre permanecerá um tanto vaga para permitir a identificação e delimitação de solos por fotointerpretação, a não ser em trabalhos conduzidos a nível generalizado;
- A utilização das características quantitativas baseadas em medições simples, exatas e reproduzíveis, torna mais objetiva a descrição do padrão de drenagem, permitindo comparações e interpretações em bases mais concretas, desde que sejam superadas certas dificuldades na amostragem;

- A relação entre razão de textura média e densidade de drenagem de amostras circulares demonstrou ser esta mais consistente e de grande utilidade na fotointerpretação de solos.
- A análise e a interpretação do padrão de drenagem permitiram a distinção entre os solos estudados, entretanto, os outros padrões também devem ser considerados.
- A composição e as características do padrão de drenagem variaram, em primeiro lugar, com a natureza do solo e, depois, com a posição topográfica e com a natureza e profundidade do substrato.

O trabalho de FRANÇA (1968) foi comprovado por diversos pesquisadores, como MARCHETTI (1969), FADEL (1972), VASQUES FILHO (1972), LEÃO (1972), GEVAERD (1974) e SOUZA (1975), que estabeleceram índices, que caracterizam os diversos solos brasileiros. Todos estes autores utilizaram o método de amostragem circular de 10 km<sup>2</sup> apenas para densidade de drenagem, sendo que SOUZA (1975) e KOOFER (1976a) estabeleceram esse método para os índices relacionados com área e perímetro (densidade de drenagem, frequência de rios, razão de textura e textura topográfica), tendo concluído que os mesmos podem ser utilizados para evidenciar diferenças entre solos. Os dados por eles obtidos sugeriram que a área das amostras circulares pode variar conforme a área de ocorrência dos solos estudados, não sendo fixo o valor de 10 km<sup>2</sup>. Anteriormente BURINGH (1960) já havia mencionado uma amplitude de 10 a 100 km<sup>2</sup> para estudar a ocorrência e densidade de drenagem.

Segundo FRANÇA (1968), a utilização de método de RAY & FISCHER (1960) para a determinação da densidade de drenagem e outros parâmetros afins, considerando a metodologia de amostras circulares, apresenta diversas vantagens, dentre as quais podem ser citadas:

- Eliminação da influência da área, uma vez que todas as medidas de comprimento de rios são referidas à mesma área circular de 10 km<sup>2</sup>; e

- Deslocamento da área circular de amostragem dentro da área de ocorrência de uma unidade do solo sem considerar os limites de bacias hidrográficas, visando abranger unicamente a maior proporção e a maior homogeneidade possíveis da unidade que está sendo amostrada.

Dentre as características quantitativas, FRANÇA (1968) ao fazer uma interpretação fotográfica de bacias e de redes de drenagem dos solos da região de Piracicaba, verificou que dentre os elementos da drenagem que permitiu fazer a distinção entre os solos, revelaram-se como parâmetros úteis a razão de ramificação, a razão de comprimento e o comprimento médio dos segmentos de rios das diversas ordens, a razão de textura média e a densidade de drenagem determinada em amostras circulares.

FRANÇA (op. cit.) constatou ainda que a área de drenagem e as modificações na composição e nas características quantitativas do padrão, aumentaram quando se aumentou a ordem de ramificação da rede de drenagem. Verificando uma tendência na diminuição da densidade de drenagem e na frequência de rios, e um aumento na razão de textura topográfica, isto porque a área da bacia aumenta proporcionalmente mais do que o perímetro.

MARCHETTI (1969) comenta o trabalho realizado por RAY & FISCHER (1960) que relacionaram a densidade de drenagem com a litologia e frisa que os autores concluíram que o uso de amostras circulares forneceu determinações de densidade de drenagem mais consistentes do que as amostras representadas por pequenas bacias.

MARCHETTI (1969), afirma que tanto HORTON (1945) como SMITH (1950) reconheceram que os valores de densidade de drenagem e frequência de rios para pequenas e grandes bacias não são diretamente comparáveis porque variam com o tamanho da área de drenagem.

KOFFLER (1976b), utilizando amostras circulares com áreas variando de 10 a 100 km<sup>2</sup>, sobre fotografias aéreas verticais na escala de 1:60.000, estudou a influência do tamanho da amostra na caracterização quantitativa do padrão de drenagem. Entre outras, chegou a conclusão de que a caracterização quantitativa de um padrão de

---

drenagem e a sua comparação com outros, pode ser efetuada através dos índices de densidade de drenagem, frequência de rios e comprimento médio, independentemente do tamanho das amostras circulares, desde que sejam representativas.

RAY & FISCHER (1960) demonstraram que as medidas de densidade de drenagem podem se tornar inconsistentes se são comparadas em fotografias aéreas de escalas diferentes. Isto se deve à perda gradativa na habilidade de se detectar pequenos cursos d'água quando a escala torna-se menor. Observaram que a relação entre a variação da escala e a diminuição na densidade de drenagem é uma função linear, sugerindo que um simples fator de conversão pode permitir a determinação da densidade de drenagem a partir de diferentes escalas.

KOFFLER (1976a), utilizando imagens aerofotográficas (escalas 1:25.000 e 1:60.000) e orbitais (SKYLAB e LANDSAT-1) no estudo de padrões de drenagem de três tipos de solos diferentes, verificou que estes concordam com os resultados obtidos por SOUZA (1975), concluindo que em imagens LANDSAT outros padrões de interpretação convencional podem assumir maior importância como feições tonais e texturais e que as características dos padrões de drenagem foram condicionadas, principalmente, pela natureza e propriedade dos solos existindo uma tendência de aproximação dos valores de cada característica quantitativa, reduzindo a separabilidade dos três tipos de solo, à medida que a escala das fotografias diminui.

DEMÉTRIO (1977), estudando a variação de características de redes de drenagem em função da escala das fotografias aéreas verticais em dois tipos de solos com comportamento hidrológicos diferentes, verificou que os solos com horizonte **B latossólico** apresentaram valores mais baixos, para todos os índices de drenagem analisados, que os solos com horizonte **B textural**. As características dos padrões de drenagem foram condicionada pela natureza e propriedades do substrato rochoso e pela posição que ocupam no relevo regional.

DEMÉTRIO (op.cit.), verificou também que os índices densidade de drenagem, frequência de rios e razão de textura diferem entre si com a variação da escala fotográfica (de 1:8.000 a 1:60.000). O autor ainda afirma que o sistema de amostra

circular mostrou-se eficiente e prático para a análise quantitativa dos padrões de drenagem, nas três escalas de fotografias aéreas estudadas.

ANGULO FILHO (1981), analisando as variações das características da rede de drenagem a partir de fotografias aéreas de duas regiões do Estado de São Paulo, constatou que para os solos com horizonte **B textural** (Podzólicos) os valores de todos os índices de drenagem analisados foram superiores aos solos com horizonte **B latossólico** (Latosolos), demonstrando que as características dos padrões de drenagem são condicionados pela natureza e propriedade dos solos, pela natureza e profundidade do substrato, pela posição que ocupa no relevo regional, e também, pela cobertura vegetal existente e pelo uso da terra.

KOFFLER (1976a) verificou nas amostras circulares que existe diferença quanto ao comprimento de rios: relativamente curtos nos Podzolizados var. Marília (média de **0,3 km/rio**), relativamente longos no Latossolo Vermelho Escuro fase arenosa (**2,4 km/rio**) e de comprimentos intermediários nos Podzolizados var. Lins (**0,9 km/rio**). O mesmo autor, verificou que as características de densidade de drenagem e frequência de rios, isoladamente, diferenciaram as unidades de solos, ao contrário do que preconizaram HORTON (1945) e STRAHLER (1964). Os valores da densidade de drenagem obtidos por KOFFLER (1976a), foram de 1,59 para o Podzolizado var. Lins; 3,47 para o Podzolizado var. Marília e 0,73 para o Latossol Vermelho Escuro fase arenosa.

NOGUEIRA (1979), analisando as características de redes de drenagem superficial (padrão de drenagem, frequência de rios, razão de textura, densidade de drenagem e comprimento médio dos canais) de cinco referências de solo com base em fotografias aéreas em três escalas (1:60.000, 1:35.000 e 1:25.000), através de amostras circulares, observou diversos aspectos inerentes, tendo chegado fundamentalmente a quatro conclusões:

- O emprego de amostras circulares para obtenção de diversos parâmetros da rede de drenagem constitui uma estratégia adequada para estudos de fotopedologia.

- Embora os parâmetros descritivos do padrão de drenagem sejam adequados, não são suficientes para evidenciar diferenças entre unidades de solo, sendo mais recomendável a utilização de parâmetros quantitativos, dentre os quais destaca-se a densidade de drenagem como o mais eficiente.
- A utilização conjunta dos índices frequência de rios e razão de textura para caracterização de padrões de drenagem, em amostras circulares, não é necessária porque eles guardam entre si uma relação numérica constante, dependente dos valores de perímetro e da área do círculo. Eis porque se recomenda o emprego da razão de textura, pois é através de seus valores médios que se pode classificar o relevo da área amostral segundo a sua textura topográfica.
- A não constatação pelo autor do efeito significativo da variação da escala, é que o mesmo, recomenda a utilização de fotografias aéreas de menor escala, desde que se disponha da alternativa, pois esta apresentam as vantagens que implicam em manuseio de menor número de fotografias, simplificando o trabalho de escritório, e de permitir melhor percepção do relevo.

A densidade de drenagem, medida em amostras circulares de 10 km<sup>2</sup>, foi considerada entre as melhores características da rede de drenagem para distinção entre unidades de solo por FRANÇA (1968), MARCHETTI (1969), VASQUES FILHO (1972) e LEÃO (1973).

Estudos realizados em solos do Estado de São Paulo por FRANÇA (1968) e FADEL (1972), no Estado do Paraná por GEVAERD (1974) e SOUZA (1975), e no Distrito Federal por LEÃO (1973), mostraram os seguintes resultados de **densidade de drenagem** obtidos em **bacias hidrográficas**:

- **Oxissolos**: variou de 0,47 a 3,65
- **Alfissolos**: variou de 1,94 a 5,00

- **Entissolos:** variou de 2,71 a 3,55

Ainda nestes estudos observou-se que a **freqüência de rios** dos diferentes solos apresentaram os seguintes resultados:

- **Oxissolos:** variou de 0,78 a 9,13
- **Alfissolos:** variou de 7,61 a 30,95
- **Entissolos:** variou de 6,79 a 12,50

Os resultados de **razão de textura** foram os seguintes:

- **Oxissolos:** variou de 1,22 a 3,25
- **Alfissolos:** variou de 3,24 a 6,03
- **Entissolos:** variou de 2,20 a 3,25

Em **amostras circulares**, os mesmos autores obtiveram os seguintes resultados para a **densidade de drenagem**:

- **Oxissolos:** variou de 0,36 a 2,79
- **Alfissolos:** variou de 3,05 a 6,32
- **Entissolos:** em torno de 3,40

Para a **freqüência de rios** SOUZA (1975), obteve no estudo de rede de drenagem com amostras circulares, a média de 2,90 para os **Oxissolos**.

- **densidade de drenagem** variando de 0,63 a 0,80 km/km<sup>2</sup>;
- **freqüência de rios**, de 0,25 a 0,53 canais/km<sup>2</sup>;
- **comprimento médio**, de 1,78 km/canal; e
- **razão de textura** foi inferior a 4,0; sendo considerada grosseira.

SOUZA (op. cit.) explica que a **razão de textura** encontrada no seu trabalho, significa estágios iniciais ou recentes do ciclo de erosão. Os rios na região estão atualmente entalhando profundamente os seus cursos, em pleno processo erosivo.

---

Os resultados obtidos por GANDOLFI (1971) estudando três bacias de 5ª e 6ª ordem do rio Mogi-Guassu, foram os seguintes: a densidade de drenagem variou de 0,63 a 0,80, a frequência de rios de 0,25 a 0,53 canais/Km<sup>2</sup> e um comprimento médio de 1,78 Km/canal. A razão de textura foi inferior a 4,0; sendo considerada grosseira.

FADEL (1972) observou uma correlação linear altamente significativa entre a razão de textura média e a densidade de drenagem de amostras circulares, e em bacias hidrográficas, também observou uma correlação linear bastante significativa tanto entre a razão de textura e a frequência de rios, como entre a razão de textura e a densidade de drenagem.

LEÃO (1973) constatou que dentre as características quantitativas das redes de drenagem que melhor evidenciaram diferenças entre solos foram: a razão de ramificação, a razão de comprimento médio e a razão de comprimento total de segmentos de rios; a razão de textura média; a densidade de drenagem em amostras circulares e a frequência de rios; densidade de drenagem e razão de textura de bacias hidrográficas. Verificou ainda, uma correlação linear altamente significativa entre a densidade de drenagem e a razão de textura topográfica de bacias hidrográficas.

CORRÊA (1989), estudando a composição e as características da rede de drenagem de três pequenas bacias hidrográficas formadas respectivamente, por solos Bruno Não Cálcico, Planossolo Solódico textura arenosa/média e Planossolo Solódico vértico, constatou que a frequência de rios, razão de textura, declividade média e o comprimento de rios mostraram-se mais eficientes na identificação destes solos em comparação com a densidade de drenagem e aspectos qualitativos da rede de drenagem, embora estes tenham sido úteis para a caracterização do controle geológico, estrutural e topográfico.

FRANÇA (1991), estudando a rede de drenagem de bacias hidrográficas de 3ª ordem através da análise de bacias hidrográficas e amostras circulares, afirma que a densidade de drenagem obtida principalmente através do método de amostras circulares foi importante na separação das classes de solos Podzolizados abruptos e Latossólicos de textura média e arenosa, sendo possível a separação de classes intermediárias destes solos.



VASQUES FILHO & FRANÇA (1991) afirmam que a fotointerpretação dos padrões de drenagem não permite a segura demarcação de limites entre solos, uma vez que tais padrões são mais fortemente influenciados pelas estruturas geológicas e pela litologia.

Os autores op. cit., estudando bacias hidrográficas de 3ª ordem de ramificação de três Unidades de Mapeamento constituídas de solos geneticamente semelhantes formadas a partir de sedimentos arenosos, afirmam que dentre os parâmetros quantitativos analisados a densidade de drenagem foi o melhor indicador dos limites entre solos, seguidos pela razão de textura e frequência de rios e que a descrição dos padrões de drenagem são relativos e subjetivos.

CAMPOS et al. (1994), analisando bacias hidrográficas de 3ª ordem de ramificação constituídas de solos Latossolo (LVa), Regossolo (RPV-RLV) e Litólico (Li-b), afirmam que os parâmetros quantitativos, densidade de drenagem e frequência de rios, permitiram distinguir os solos, sendo a frequência de rios o melhor parâmetro. Os resultados obtidos por estes autores, estão apresentados na Tabela 3.4.

**TABELA 3.4 - Parâmetros de Drenagem para Diferentes Solos.**

SOLO	Densidade de drenagem	Frequência de rios	Textura topográfica
RPV-RLV	2,19 a 0,73	5,99 a 1,29	3,98 a 0,88
Li-b	3,15 a 1,99	7,69 a 3,98	2,36 a 1,56
Lva	3,30 a 1,34	7,44 a 2,48	3,21 a 1,04

Fonte: CAMPOS et al. (1994).

CARDOSO (1994), em seu estudo de densidade de drenagem utilizando o método de amostras circulares, obteve os seguintes resultados para os solos estudados:

- Terra Roxa Estruturada - variou de 1,39 a 1,89
- Latossolo Vermelho Amarelo textura arenosa - variou de 1,54 a 2,29
- Regossolo intergrade para Podzólico Vermelho-Amarelo - Intergrade para Latossolo Vermelho-Amarelo - variou de 2,13 a 3,17.

POLITANO et al. (1994), estudando bacias de 3ª, 2ª, e 1ª ordem com o propósito de verificar a aplicabilidade de bacias de 2ª e 1ª ordem na diferenciação de solos, constataram que estas se apresentaram muito adequadas para a discriminação das manchas de solos através da análise morfométrica das bacias hidrográficas.

# Capítulo 4

## Resultados

Para melhor se entender o comportamento hidrológico da área de estudo, efetuou-se um levantamento dos fatores do meio físico que condicionam o comportamento hidrológico conforme esquema da Figura 4.1.

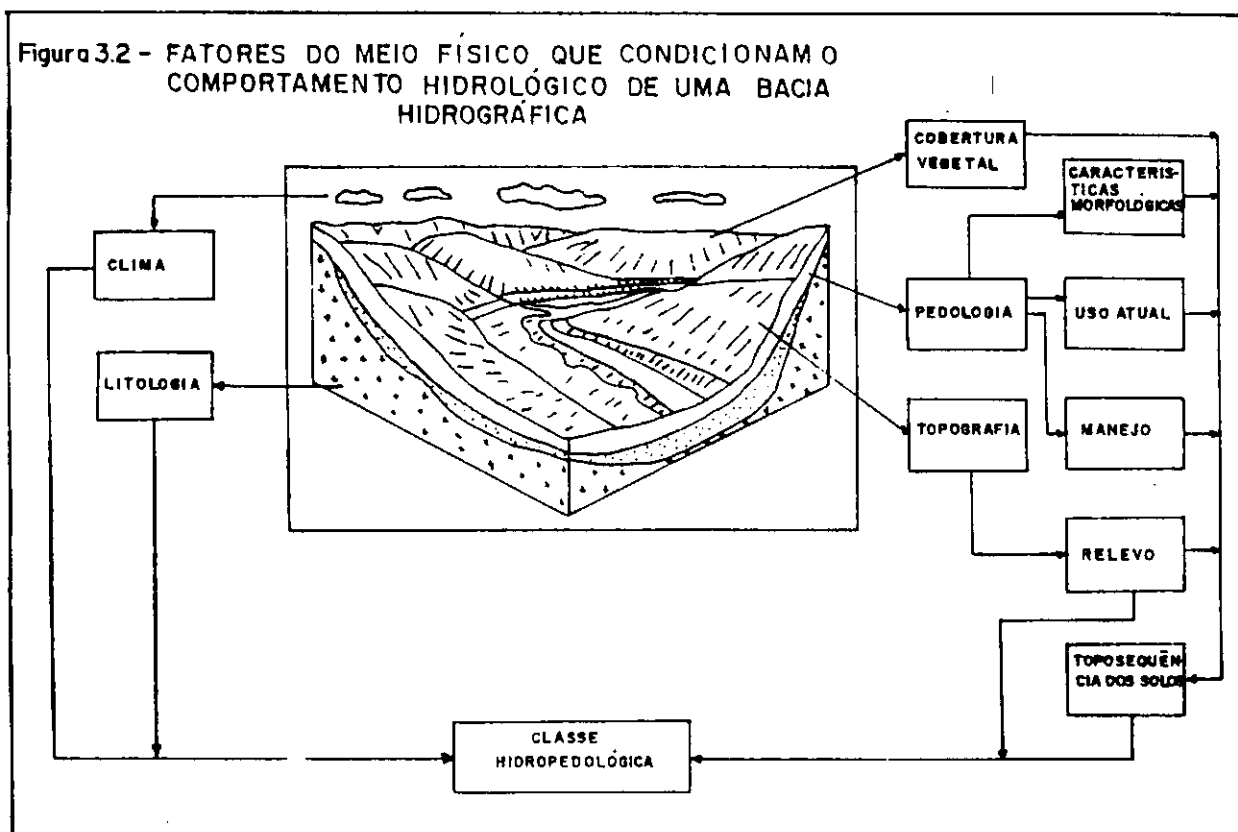


Figura 4.1 - Fatores do Meio Físico que Condicionam o Comportamento Hidrológico de uma Bacia Hidrográfica.

## 4.1 Geologia

### 4.1.1 Pré-Cambriano Indiviso

- **Complexo Gnáissico-Migmatítico**

Os Complexos Gnáissicos-Migmatíticos são constituídos de corpos de formas irregulares e com dimensões variadas, mas bem característicos nas imagens TM/LANDSAT-5.

Estas rochas têm maior ocorrência na parte sudeste da área de estudo, podendo ser observadas também à noroeste e em outras pequenas áreas disseminadas na região, perfazendo um total de 479,0 km<sup>2</sup> (48,70%). As áreas que nas imagens apresentam-se com um relevo ondulado menos dissecado, correspondem no campo à ocorrência de Gnáissicos-Migmatitos. Ainda com relação ao aspecto visual destas rochas nas imagens TM/LANDSAT do visível (banda 3) e do infravermelho (banda 4), as áreas do Complexo Gnáissico-Migmatítico apresentam uma tonalidade de cinza mais claro que as áreas de ocorrência dos Granitóides, e um relevo plano a suave ondulado.

- **Rochas Granitóides**

As rochas Granitóides ocorrem ao norte, à sudoeste e na porção central da área de estudo, ocupando aproximadamente 448,1 km<sup>2</sup> (45,8%).

Os Granitóides são grosseiros, às vezes com uma granulação média e associados a migmatíticos diversos. Nas cartas topográficas da SUDENE na escala 1:100.000 (ANEXO C1), terrenos mais elevados, identificados pelas curvas de nível, na sua maior parte são coincidentes com as áreas de ocorrência das rochas Granitóides.

Com relação às imagens orbitais, os Granitóides apresentam tonalidades de cinza mais escuras do que os Complexos Gnáissicos-Migmatíticos e os Aluviões, tanto no visível quanto no infravermelho, e um relevo ondulado a forte ondulado, evidenciando as estruturas geológicas como as falhas e fraturas.

#### 4.1.2 Quaternário

O Quaternário está representado por sedimentos aluviais, que ocorrem principalmente ao longo dos principais rios da região de estudo e são constituídos por cascalhos, areias e argilas. Nas imagens TM/LANDSAT-5 são identificados pelas tonalidades claras, textura média a fina, em contraste, com as áreas de rochas cristalinas. Estes sedimentos ocupam uma área de **54 km<sup>2</sup>** (5,5%) da área de estudo.

A Fig. 4.2 ilustra os percentuais das rochas ocorrentes na Região do Alto Rio Sucuru.

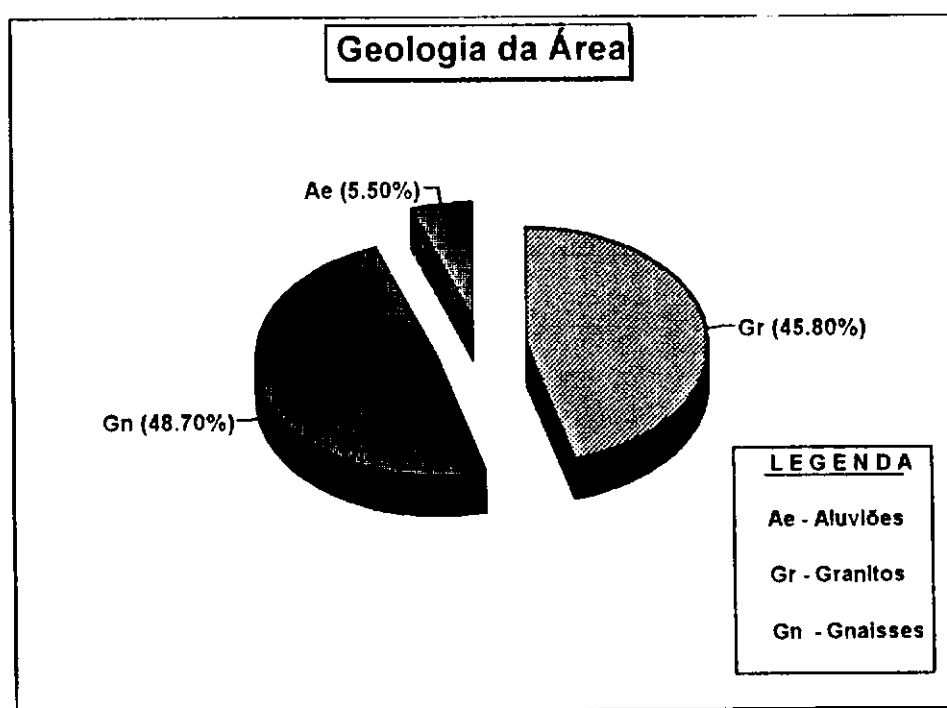


Fig. 4.2 - Percentuais das Rochas que Ocorrem na Região do Alto Rio Sucuru.

Verifica-se que as rochas Granitóides e do Complexo Gnáissico-Migmatítico apresentam-se em uma proporção muito próxima em torno de 46%. A identificação destas rochas foi de fundamental importância para o estudo pedológico da área de estudo, bem como, na análise do comportamento da rede de drenagem.

## 4.2 Pedologia

### 4.2.1 Levantamento Exploratório-Reconhecimento de Solos

Com base na análise dos trabalhos do Levantamento Exploratório-Reconhecimento de solos (BRASIL, 1972) obteve-se o Mapa de Solos (ANEXO C3), Ampliado para a escala de 1:100.000. As Tabelas 4.1 e 4.2, apresentam os dados em extensão e percentuais correspondentes às Unidades de Mapeamento e as Classes de Solos, respectivamente.

**TABELA 4.1 - Extensão e Distribuição Percentual das Unidades de Mapeamento do Levantamento Exploratório-Reconhecimento de Solos da Região do Alto Rio Sucuru.**

UNIDADE DE MAPEAMENTO	ÁREA (Km <sup>2</sup> )	%
PE6	45,8	4,67
NC1	643,8	65,61
NC7	119,2	12,15
NC10	1,5	0,15
REe5	70,8	7,22
Re18	100,1	10,20
<b>TOTAL</b>	<b>981,2</b>	<b>100,00</b>

**TABELA 4.2 - Extensão e Distribuição Percentual das Classes de Solos do Levantamento Exploratório-Reconhecimento da Região do Alto Rio Sucuru.**

CLASSE DE SOLO	ÁREA (km <sup>2</sup> )	(%)
PE	25,2	2,57
NC	386,3	39,37
NCv	90,0	9,17
REe	28,3	2,89
Re	394,1	40,16
V	0,4	0,04
AR	56,9	5,80
<b>TOTAL</b>	<b>981,2</b>	<b>100,0</b>

As Figuras 4.3 e 4.4 ilustram os percentuais das Unidades de Mapeamento e Classes de solo, de acordo com as Tabelas 4.1 e 4.2, apresentadas anteriormente.

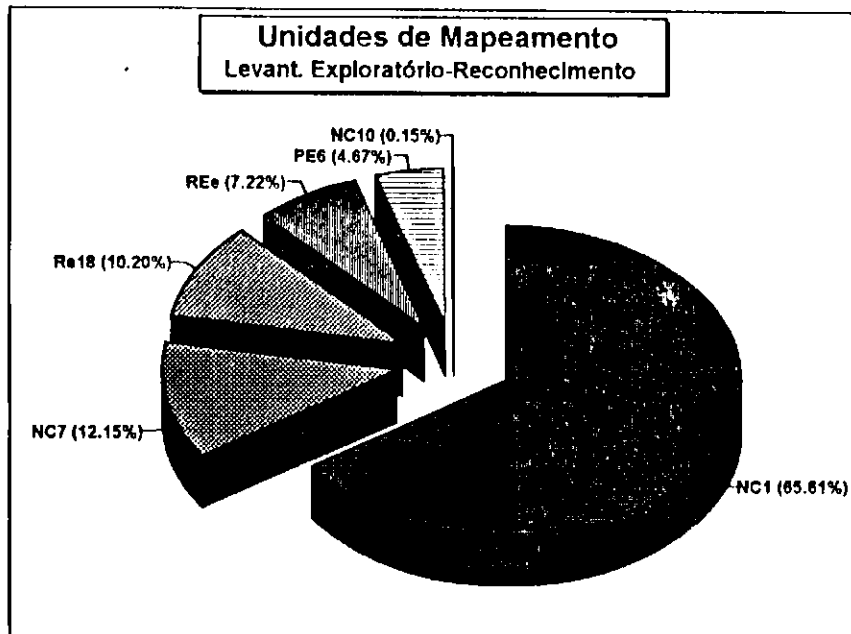


Fig. 4.3 - Percentuais das Unidades de Mapeamento do Levantamento Exploratório-Reconhecimento de Solos da Região do Alto Rio Sucuru.

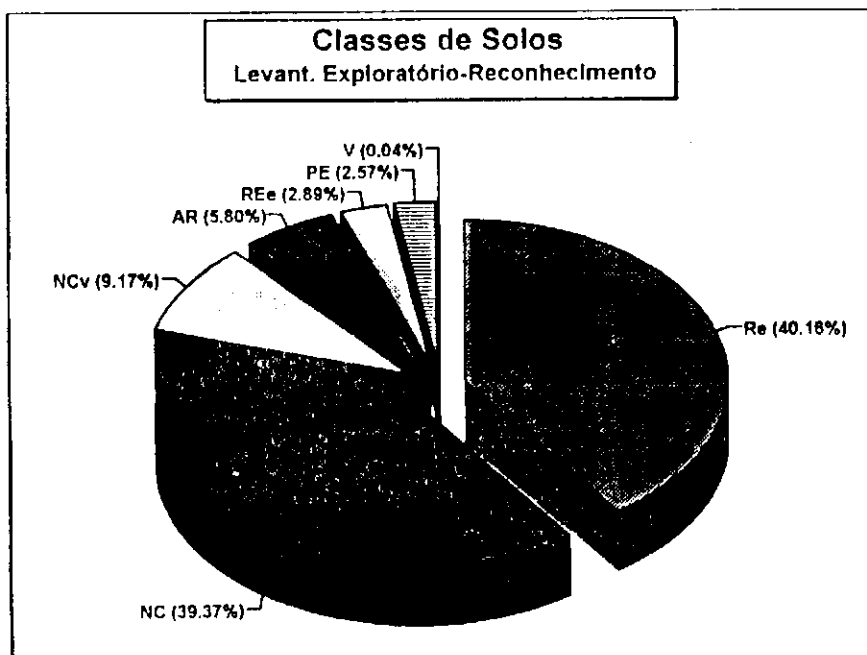


Fig. 4.4 - Percentuais das Classes de Solo do Levantamento Exploratório-Reconhecimento de Solos da Região do Alto Rio Sucuru.

#### 4.2.2 Levantamento de Reconhecimento (Alta Intensidade) de Solos

Com base na interpretação visual das imagens TM/LANDSAT-5 obteve-se um Mapa Fotointerpretativo (ANEXO C4) com 73 manchas de solos, que foram agrupadas em 16 Unidades de Mapeamento, a partir dos dados obtidos durante os trabalhos de campo (ANEXO C6). As Figuras 4.5 e 4.6, representam a distribuição dos percentuais das Unidades de Mapeamento e das Classes de Solos da região de estudo, respectivamente.

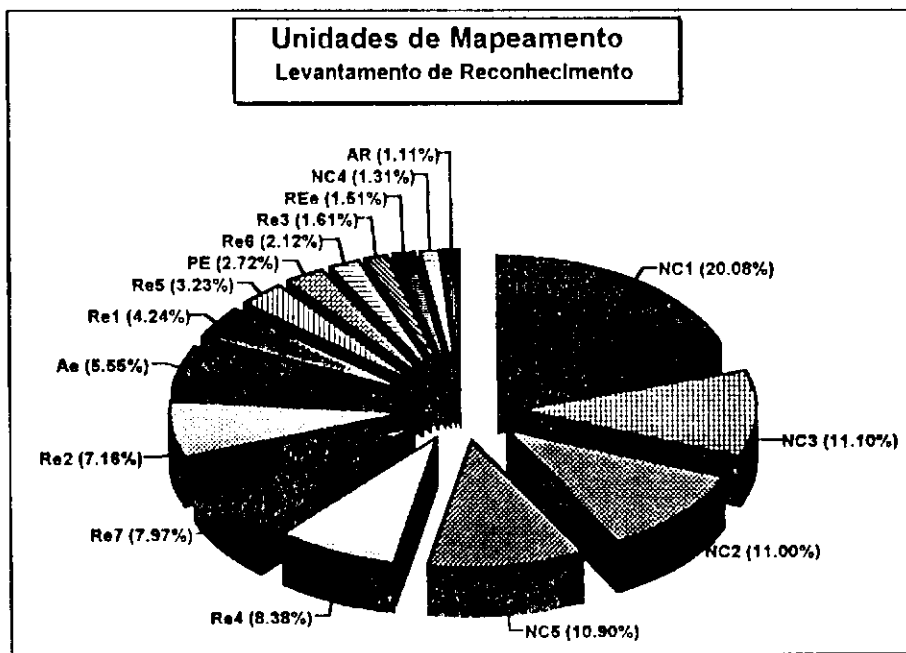
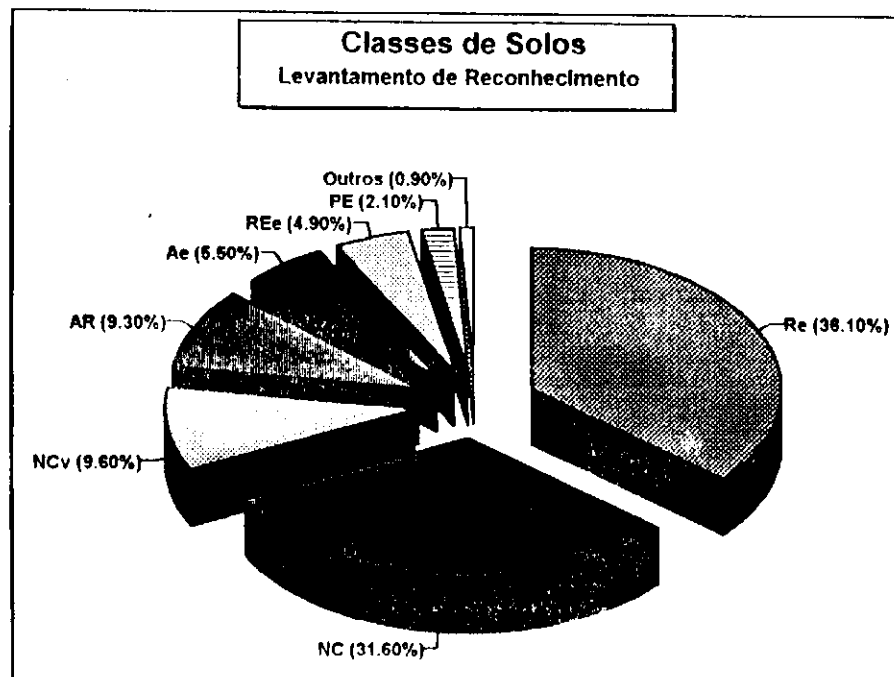


Fig. 4.5 - Percentuais das Unidades de Mapeamento do Levantamento de Reconhecimento (Alta Intensidade) de Solos da Região do Alto Rio Sucuru.





**Fig. 4.6 - Percentuais das Classes de Solo do Levantamento de Reconhecimento (Alta Intensidade) de Solos da Região do Alto Rio Sucuru.**

As Classes de Solos identificadas neste levantamento, apresentam características, conforme descrição a seguir:

- **PODZÓLICO VERMELHO AMARELO EUTRÓFICO - PE**

Os solos assim classificados caracterizam-se por possuírem horizontes subsuperficiais com teores de argila superiores aos horizontes superficiais, denotando presença de horizonte B textural (não hidromórfico). Este horizonte, em geral, apresenta filmes de argilas envolvendo superfícies das unidades estruturais, chamados de cerosidade. Ocorrem na área os PODZÓLICOS com horizonte A fraco, com baixos teores de carbono orgânico. O horizonte A destes solos tem, em geral, textura arenosa e/ou média e estrutura em grãos simples, enquanto os horizontes B são, geralmente, de textura média e estrutura fracamente desenvolvida. Quanto à atividade da argila é baixa ( $T_b$ ), ou seja, capacidade de troca de cátions ( $T$ ), após correção para carbono, menor que 24 mE/100 g de argila.

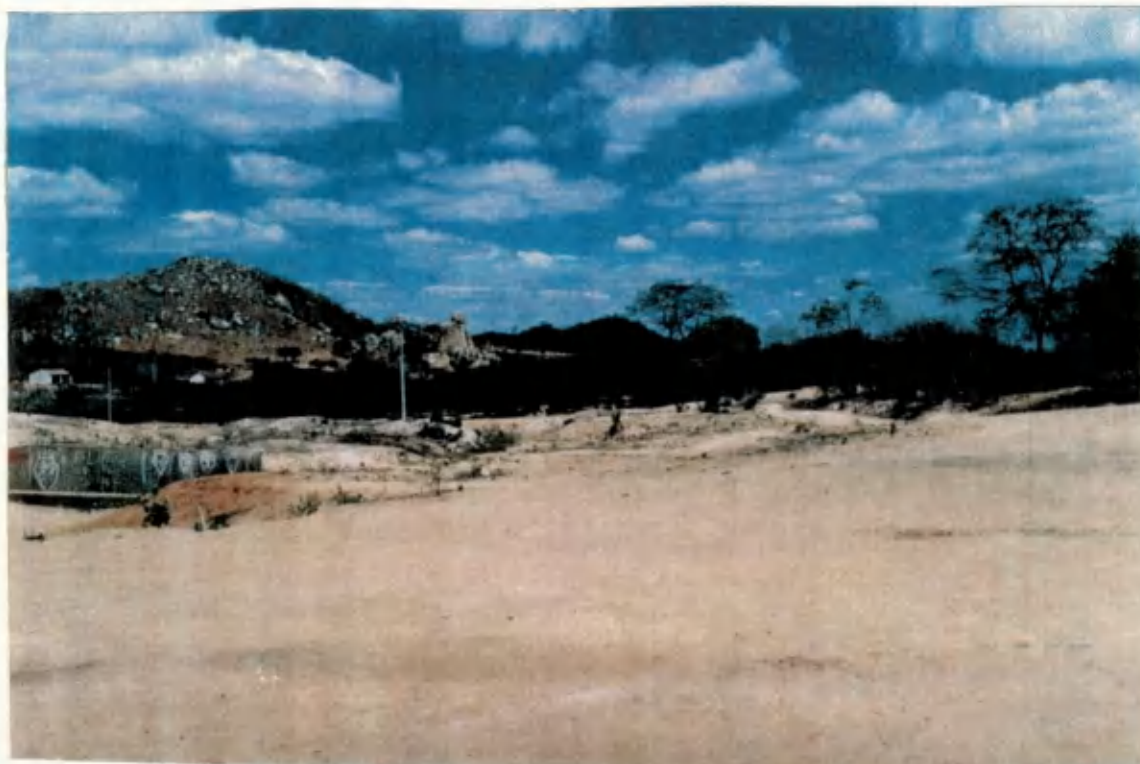
Estes solos apresentam seqüência de horizontes A,  $B_t$  e C e profundidade efetiva dos solos bastante variável, ocorrendo desde solos rasos (em menor

proporção) a profundos, destacando-se entretanto, os solos medianamente profundos (100 a 150 cm).

A Foto 01, representa um perfil característico desta classe de solo e a Foto 02, representa o aspecto da paisagem de ocorrência.



**Foto 01 - Perfil Característico da Classe de Solo PODZÓLICO VERMELHO AMARELO EUTRÓFICO Textura Média com Cascalho Fase Caatinga Hipoxerófila Relevo Ondulado.**



**Foto 02 - Aspecto da Paisagem de Ocorrência dos Solos PODZÓLICOS VERMELHO AMARELO EUTRÓFICOS.**

Quanto à fertilidade natural, verifica-se que na área só ocorrem solos Eutróficos, ou seja, fertilidade natural média a alta e valores de saturação de bases (V) superiores a 50%.

Quanto ao material de origem, estes solos foram desenvolvidos de rochas granitóides, de textura porfiróide, coloração leucocrático e sódicos aflorando muitas vezes na área em um relevo ondulado e forte ondulado.

Diversos fatores ocasionam riscos maiores de susceptibilidade à erosão, dentre os quais a diferença textural entre os horizontes superficiais e subsuperficiais; a ondulação do relevo (de ondulado a forte ondulado); a presença de AFLORAMENTOS DE ROCHA associados a estes solos; e a intensidade excessiva de uso.

Com relação à utilização, são desenvolvidos diferentes cultivos, destacando-se culturas de subsistência (milho e feijão, consorciadas com algodão) e fruticultura. Observa-se na área que estes solos são intensamente utilizados, apresentando nas

imagens TM/LANDSAT-5 uma textura fotográfica média a grossa (TABELA B6 do Anexo B) e tonalidade fotográfica variando de cinza claro (c) a cinza médio (m).

Estes solos ocorrem associados aos SOLOS LITÓLICOS e AFLORAMENTOS DE ROCHA, sendo representados pela Unidade de Mapeamento PE e pelos perfis número 01 e 08 (ANEXO A) abrangendo uma área de 19,6 Km<sup>2</sup>.

- **BRUNO NÃO CÁLCICO - NC e NCv**

Os solos desta classe, têm uma ocorrência bastante significativa na Região do Semi-Árido Brasileiro. Estão, na maioria dos casos, associados a SOLOS LITÓLICOS, SOLONETZ SOLODIZADOS e PLANOSSOLOS SOLÓDICOS. Na região de estudo foram identificadas a classe de **BRUNO NÃO CÁLCICO** textura média e média/argilosa, simbolizado como NC (Foto 03) e a classe do **BRUNO NÃO CÁLCICO vértico** textura argilosa, simbolizado como NCv, predominando o primeiro.

Caracterizam-se por apresentar um horizonte B textural, não hidromórfico, com argila de atividade alta - valor T maior que 24 mE/100 g de argila, após correção para carbono. Possuem ainda valores altos para soma de bases trocáveis (S) e saturação de bases (V).

Apresentam um horizonte A fraco, pouco espesso, de textura média, com estrutura maciça ou em blocos, fracamente desenvolvida, contrastando com o horizonte B<sub>t</sub> de textura média a argilosa e estrutura em blocos angulares e subangulares, moderadamente desenvolvida, como consequência, a transição entre estes horizontes é gradual a clara.

São solos rasos a pouco profundos, com uma seqüência de horizontes A, B<sub>t</sub> e C. Quanto à drenagem interna, são bem a moderadamente drenados, com excessão à sub-classe vértico que por possuir um elevado teor de argila no horizonte B<sub>t</sub>, e uma estrutura fortemente desenvolvida, apresenta uma drenagem imperfeita.

Caracterizam-se por forte susceptibilidade à erosão, encontrando-se, na maioria das vezes, com boa parte do horizonte A removido, deixando sobre a



superfície do solo uma grande quantidade de calhaus e matacões de quartzo, denominados de pavimento desértico, muito comum nesta classe de Solo.



**Foto 03 - Perfil da Classe de Solo BRUNO NÃO CÁLCICO Textura Média/Argilosa Fase Pedregosa Caatinga Hiperxerófila Relevo Suave Ondulado.**

Quanto á fertilidade natural estes solos são Eutróficos ( $V > 50\%$ ), devido a um grau de intemperização não muito avançado, com boas reservas de minerais primários de fácil intemperização que constituem a reserva de nutrientes para as plantas.

Tanto no campo como nas imagens, observa-se a correspondência destes solos com as rochas. Assim sendo, os BRUNOS NÃO CÁLCICOS de textura média e os BRUNO NÃO CÁLCICO vértico tem como material de origem rochas do Complexo Gnáissico-Migmatítico .

Com relação à utilização, estes solos sofrem mais a restrição do clima, além da proporção elevada de pedregosidade na superfície e a pouca profundidade, sendo utilizados comumente com pecuária extensiva e em pequenas áreas com culturas de subsistência, apresentando nas imagens TM/LANDSAT-5 uma textura fotográfica média (TABELA B6 do Anexo B) e tonalidade fotográfica variando de cinza claro (c), para a classe NC e cinza médio (m) a escuro (e) para a classe dos NCv.

Os solos BRUNOS NÃO CÁLCICOS ocorrem associados aos SOLOS LITÓLICOS e aos AFLORAMENTOS DE ROCHA, sendo eles o primeiro constituinte das Unidades de Mapeamento NC1, NC2, NC3, NC4 e NC5. Os perfis 02, 03 e 05 (Anexo A) representam a Classe dos BRUNOS NÃO CÁLCICOS, que abrange uma área de 115,8 Km<sup>2</sup> para os NCv e 299,3 Km<sup>2</sup> para os NC.

#### • SOLOS ALUVIAIS - Ae

Compreendem solos pouco desenvolvidos, provenientes de depósitos fluviais recentes (Quaternário), com horizonte superficial A diferenciado sobre camadas estratificadas que não guardam relação pedogenética entre si. São solos profundos, com seqüência de horizontes A e C, de drenagem deficiente em virtude da presença de camadas subsuperficiais de textura argilosa além da composição sódica.

A textura destes solos é bastante variada, entretanto, o horizonte A é predominantemente arenoso, sendo A fraco a moderado, apresentando altos valores de soma e saturação de bases, com problemas de sodicidade em algumas camadas do perfil.

Estes solos situam-se nas margens dos principais rios e riachos associados a SOLONETZ SOLODIZADO e PLANOSSOLO SOLÓDICO e são explorados com culturas de subsistência e gramíneas forrageiras, apresentando nas imagens TM/LANDSAT-5 aspectos visuais de textura fotográfica fina (f) e tonalidade cinza claro (c).

No mapeamento realizado estes solos são representados pela Unidade de Mapeamento Ae abrangendo uma área de 54,1 Km<sup>2</sup>.

#### • SOLONETZ SOLODIZADO - SS

Estes solos apresentam seqüência de horizontes A, IIB<sub>1</sub> e IIC e caracterizam-se por serem solos halomórficos com um horizonte B solonético (nátrico), que é uma modalidade do horizonte B textural, cujas propriedades estão ligadas à saturação com sódio ( $10' Na^+/T$ ) superior a 20%, com estrutura colunar ou prismática fortemente desenvolvida.

O horizonte A é de textura arenosa e estrutura granular, assentado sobre um horizonte B<sub>1</sub> apresentando mosqueado e cerosidade de textura argilosa e consistência dura a muito dura, quando secos (Foto 04).

São solos rasos a medianamente profundos, com drenagem imperfeita, apresentando a soma de bases trocáveis (S) e saturação de bases (V) altas, e atividade de argila alta, no horizonte B<sub>1</sub>.

Estes solos ocupam as partes abaciaadas da área próximos aos aluviões, em um relevo plano a suave ondulado, tendo como material de origem rochas do Complexo Gnáissico-Migmatítico.

Quanto à acidez, são solos ácidos a moderadamente ácidos na parte superficial e alcalinos nos horizontes subsuperficiais e mesmo ocorrendo em relevos plano a suave ondulado, próximos aos SOLOS ALUVIAIS, estes solos são pouco utilizados, em função de restrições fortes, como a elevada saturação com sódio,

drenagem deficiente, chuvas escassas na região e fortes limitações de manejo. Seu uso mais freqüente é com pastagens extensivas.



**Foto 04 - Perfil Característico da Classe de Solo SOLONETZ SOLODIZADO  
Textura Arenosa/Média Fase Pedregosa Caatinga Hiperxerófila**

Nas imagens TM/LANDSAT-5, estes solos apresentam aspectos visuais semelhantes aos SOLOS ALUVIAIS e aos PLANOSSOLOS SOLÓDICOS,



dificultando a sua separação. O perfil número 09 representa a classe deste solo (Anexo A).

#### • **PLANOSSOLO SOLÓDICO - PLS**

Estes solos na área diferem dos SOLONETZ SOLODIZADOS, por apresentarem saturação com sódio inferior a 20%, horizonte A de textura arenosa, com maior espessura do que os SOLONETZ SOLODIZADOS. Estes solos apresentam nas imagens TM/LANDSAT-5 os mesmos aspectos pertinentes a Classe dos SOLONETZ SOLODIZADOS E SOLOS ALUVIAIS, dificultando a sua separação.

Estes solos também ocupam as partes abaciais da área, próximos aos aluviões, em um relevo plano a suave ondulado, tendo como material de origem rochas do Complexo Gnáissico-Migmatítico.

#### • **SOLOS LITÓLICOS EUTRÓFICOS - Re**

Estes solos são rasos a muito rasos (Foto 05), possuindo um horizonte A, assentado diretamente sobre a rocha dura ou semi-decomposta, apresentando uma seqüência de horizontes A, R ou A, C, R. Apresentam um horizonte A fraco, com espessura igual ou inferior a 35 cm, de textura arenosa, média ou argilosa e estrutura em grãos simples ou fracamente desenvolvida baixo teor de matéria orgânica, ligeiramente ácido e saturação de bases (V) alto, sendo considerados EUTRÓFICOS.

Estes solos situam-se nas cotas mais elevadas da área (Foto 06), desde relevo suave ondulado a montanhoso, ora associados aos BRUNOS NÃO CÁLCICOS (relevo menos movimentado) e ora aos AFLORAMENTOS DE ROCHA (relevo mais acidentado), tendo como material de origem principalmente os granitóides de textura fanerítica e porfiróides que geram solos de textura arenosa fina e de fertilidade natural alta (solos Eutróficos). Corresponde na região aos REGOSSOLOS e SOLOS LITÓLICOS de textura arenosa e/ou média, e em menor proporção na área, as rochas do Complexo Gnáissico-Migmatítico que geram os SOLOS LITÓLICOS de textura média a argilosa.



**Foto 05 - Perfil Característico da Classe de SOLO LITÓLICO EUTRÓFICO Textura Média, Fase Pedregosa Caatinga Hiperxerófila Relevo Ondulado.**



**Foto 06 - Aspecto do Relevo Ondulado a Forte Ondulado de Ocorrência dos SOLOS LITÓLICOS EUTRÓFICOS Textura Média, Representando a Unidade de MAPEAMENTO Re4.**

Quanto ao uso, estes solos são utilizados com pecuária extensiva e em pequenas áreas ocorre o cultivo de culturas de subsistência, apresentando nas imagens TM/LANDSAT-5 um aspecto visual de textura fotográfica média a grosseira e tonalidade variando desde cinza claro (c) a cinza escuro (e) em função do uso agrícola e da textura do solo.

Estes solos estão representados pelos perfis 04 e 07 (Anexo A), sendo os primeiros constituintes das Unidades de Mapeamento Re1, Re2, Re3, Re4, Re5, Re6 e Re7, abrangendo uma área de 344,5 KM<sup>2</sup>.

#### • REGOSSOLOS EUTRÓFICOS - REe

Os REGOSSOLOS EUTRÓFICOS são solos medianamente profundos, com seqüência de horizontes A/C, pouco desenvolvidos, textura arenosa, muito porosos, sendo observadas a presença de fragipan a 90 cm de profundidade, embora em outras áreas esta camada não tenha sido observada. Apresenta saturação de bases alta e baixa capacidade de retenção d'água (Foto 07).

São solos excessivamente drenados, ocupando regiões com relevo desde plano a ondulado, originando-se de granitos leucocráticos.

Os REGOSSOLOS são solos muito utilizados para a agricultura, pois, além de terem alguma reserva de nutrientes para as plantas ao longo do perfil do solo (feldspatos), a textura arenosa facilita o manejo, bem como, nas áreas onde existe a presença do fragipan, este permite uma maior reserva d'água (baixa acensão capilar devido à textura) para o período de escassez pluviométrica.

A vocação natural destes solos é o uso com pequena agricultura e, conseqüentemente pelo pequeno produtor rural, observando-se em algumas áreas o cultivo de fruteiras. Nas imagens TM/LANDSAT-5 apresentam aspectos visuais de textura fotográfica grossa (g) e tonalidade de cinza claro (c).



Na área de estudo, este solo está representado pelo perfil 06 (Anexo A), sendo o principal constituinte da Unidade de Mapeamento REe, abrangendo uma área de 37,7 Km<sup>2</sup>.



**Foto 07 - Perfil Característico da Classe de Solo REGOSSOLO EUTRÓFICO com Fragipen Caatinga Hiperxerófila Relevo Suave Ondulado.**

#### • AFLORAMENTOS DE ROCHA - AR

Os AFLORAMENTOS DE ROCHA são tipos de terreno e não propriamente solos. Constituem uma Unidade de Mapeamento representada por exposições de diferentes tipos de rochas, que ocupam consideráveis áreas da região de estudo.

Ocorrem principalmente nas cotas mais elevadas dos terrenos, formando associações com *SOLOS LITÓLICOS*, *PODZÓLICOS* e *BRUNOS NÃO CÁLCICOS*.

Podem apresentar-se como exposições de rocha branda ou dura, nua ou com reduzidas porções de materiais detríticos grosseiros não classificáveis como solo, devido à insignificante ou inexistente diferenciação de horizontes, correspondendo mais propriamente a delgadas acumulações inconsolidadas, de caráter heterogêneo, formadas por mistura de material grosseiro e largas proporções de fragmentos provenientes do intemperismo das rochas.

Sobre os *AFLORAMENTOS DE ROCHA* de maior envergadura, tais como inselbergues e cristas, desenvolve-se uma vegetação rala, constituindo formações rupestres, de caráter xerófilo, onde predominam espécies baixas das famílias Cactáceae e Bromeliáceae, entre outras. Comumente na área, os *AFLORAMENTOS DE ROCHA* são predominantemente de Granitóides (Foto 08).



**Foto 08 - Aspecto da Paisagem de Ocorrência dos AFLORAMENTOS de ROCHA Granitóides.**

Ocorrendo como lageados ou blocos de rocha desagregada, dispostos em grupamentos mais ou menos densos em certos locais da área, ou pontilhando esparsadamente a superfície dos topos e das encostas íngremes, com relevo acidentado e em menor proporção ocorrem **AFLORAMENTOS DE ROCHA** de Gnáissicos-Migmatíticos. Os **AFLORAMENTOS** de **ROCHA** abrangem uma área na Bacia do Alto Rio Sucuru de 101,1 Km<sup>2</sup>.

Para o mapa de solo, foi definida a seguinte legenda para as **16 Unidades de Mapeamento** identificadas no Levantamento de Reconhecimento (Alta Intensidade):

**Solos com Horizonte "B" Textural e Argila de Atividade Baixa (Não Hidromórficos)**

**PODZÓLICO VERMELHO AMARELO - PE**

PE - Associação de: **PODZÓLICO VERMELHO AMARELO** Tb textura média com cascalho relevo ondulado + **SOLOS LITÓLICOS** substrato granito, ambos **EUTRÓFICOS** A fraco fase pedregosa e rochosa caatinga hipoxerófila relevo ondulado e forte ondulado + **AFLORAMENTOS DE ROCHA**.

**Percentagem dos componentes: 50 - 35 - 15%**

**Inclusões:** - **SOLOS ALUVIAIS EUTRÓFICOS** A fraco textura Indiscriminada fase caatinga hiperxerófila relevo plano.  
- **GRUPAMENTO INDISCRIMINADO** de: (**SOLONETZ SOLODIZADO** + **PLANOSSOLO SOLÓDICO**), ambos A fraco textura arenosa e média/argilosa fase pedregosa caatinga hiperxerófila relevo plano.

Esta Unidade foi delimitada nas imagens como sendo a 118 e abrange uma área total de 26,9 Km<sup>2</sup>.

- Solos com Horizonte "B" Textural e Argila de Atividade Alta (Não Hidromórficos)

### **BRUNO NÃO CÁLCICO - NC e NCv**

NC1 - Associação de: **BRUNO NÃO CÁLCICO** textura média + **SOLOS LITÓLICOS EUTRÓFICOS** textura arenosa e/ou média substrato granito, ambos A fraco fase pedregosa caatinga hiperxerófila relevo suave ondulado e ondulado.

**Percentagem dos componentes: 60 - 40%**

- Inclusões:**
- **GRUPAMENTO INDISCRIMINADO** de: (**SOLONETZ SOLODIZADO + PLANOSSOLO SOLÓDICO**), ambos A fraco textura arenosa e média/argilosa fase pedregosa caatinga hiperxerófila relevo plano e suave ondulado.
  - **PODZÓLICO VERMELHO AMARELO EUTRÓFICO** Tb A fraco textura média caatinga hiperxerófila relevo suave ondulado.
  - **BRUNO NÃO CÁLCICO** vértico fase pedregosa caatinga hiperxerófila relevo suave ondulado.

Esta Unidade foi delimitada nas imagens como sendo a I1 e I14 e abrange uma área total de 195,6 Km<sup>2</sup>.

NC2 - Associação de: **BRUNO NÃO CÁLCICO** textura média + **SOLOS LITÓLICOS EUTRÓFICOS** textura arenosa e/ou média substrato gnaisse + **BRUNO NÃO CÁLCICO** vértico, todos A fraco fase pedregosa e rochosa caatinga hiperxerófila relevo ondulado e suave ondulado.

**Percentagem dos componentes: 50 - 30 - 20%**

- Inclusões:**
- **VERTISSOLO** fase caatinga hiperxerófila relevo suave ondulado.
  - **GRUPAMENTO INDISCRIMINADO** de: (**SOLONETZ SOLODIZADO + PLANOSSOLO SOLÓDICO**), ambos A fraco

textura arenosa e média/argilosa fase pedregosa caatinga hiperxerófila relevo plano e suave ondulado.

- *AFLORAMENTOS DE ROCHA.*
- *BRUNO NÃO CÁLCICO* vértico textura argilosa fase pedregosa caatinga hiperxerófila relevo suave ondulado.

Esta Unidade foi delimitada nas imagens como sendo a I13 e abrange uma área total de 106,5 Km<sup>2</sup>.

**NC3** - Associação de: **BRUNO NÃO CÁLCICO** textura média/argilosa e média + **BRUNO NÃO CÁLCICO** vértico + **SOLOS LITÓLICOS EUTRÓFICOS** textura média e/ou argilosa substrato gnaisse, todos A fraco fase pedregosa caatinga hiperxerófila relevo suave ondulado e ondulado.

**Percentagem dos componentes: 50 - 30 - 20%**

- Inclusões:** - *GRUPAMENTO INDISCRIMINADO* de: (*SOLONETZ SOLODIZADO + PLANOSSOLO SOLÓDICO*), ambos A fraco textura arenosa e média/argilosa fase pedregosa caatinga hiperxerófila relevo suave ondulado.
- *AFLORAMENTOS DE ROCHA.*

Esta Unidade foi delimitada nas imagens como sendo a I17 e I16.

**NC4** - Associação de **BRUNO NÃO CÁLCICO** vértico + **BRUNO NÃO CÁLCICO** textura média, ambos fase pedregosa caatinga hiperxerófila relevo suave ondulado.

**Percentagem dos componentes: 70 - 30%**

- Inclusões:** - *GRUPAMENTO INDISCRIMINADO* de: (*SOLONETZ SOLODIZADO + PLANOSSOLO SOLÓDICO*), ambos A fraco textura arenosa e média/argilosa fase pedregosa caatinga hiperxerófila relevo plano e suave ondulado.



---

- **AFLORAMENTOS DE ROCHA**

Esta Unidade foi delimitada nas imagens como sendo a 17 e 19 e abrange uma área total de 107,3 Km<sup>2</sup>.

**NC5** - Associação de: **BRUNO NÃO CÁLCICO** vértico + **BRUNO NÃO CÁLCICO** textura média + **SOLOS LITÓLICOS EUTRÓFICOS** substrato gnaíse, todos A fraco fase pedregosa e rochosa caatinga hiperxerófila relevo suave ondulado e ondulado.

**Percentagem dos componentes: 50 - 30 -20%**

**Inclusões:** - **GRUPAMENTO INDISCRIMINADO** de: (**SOLONETZ SOLODIZADO + PLANOSSOLO SOLÓDICO**), ambos A fraco textura arenosa e média/argilosa fase pedregosa caatinga hiperxerófila relevo plano e suave ondulado.

- **AFLORAMENTOS DE ROCHA**

Esta Unidade foi delimitada nas imagens como sendo a 12 e abrange uma área total de 105,8 Km<sup>2</sup>.

• **Solos Pouco Desenvolvidos (Não Hidromórficos)**

**SOLOS ALUVIAIS EUTRÓFICOS - Ae**

**Ae** - **SOLOS ALUVIAIS EUTRÓFICOS** textura Indiscriminada fase caatinga hiperxerófila relevo plano + **GRUPAMENTO INDISCRIMINADO** de: (**SOLONETZ SOLODIZADO + PLANOSSOLO SOLÓDICO**), ambos A fraco textura arenosa e média/argilosa fase pedregosa caatinga hiperxerófila relevo plano e suave ondulado.

**Proporção dos componentes: 60 - 40%**

Esta Unidade foi delimitada nas imagens como sendo a 10 e abrange uma área total de 54,1 Km<sup>2</sup>.

**SOLOS LITÓLICOS EUTRÓFICOS - Re**

Re1 - Associação de: **SOLOS LITÓLICOS** textura arenosa fase pedregosa substrato granito + **REGOSSOLO** com/sem fragipan, ambos **EUTRÓFICOS** A fraco fase caatinga hiperxerófila relevo suave ondulado + **AFLORAMENTOS DE ROCHA**.

**Percentagem dos componentes: 50 - 35 - 15%**

**Inclusões:** - **GRUPAMENTO INDISCRIMINADO** de: (**PLANOSSOLO SOLÓDICO** + **SOLONETZ SOLODIZADO**), ambos A fraco textura arenosa e média/argilosa fase pedregosa caatinga hiperxerófila relevo plano.

Esta Unidade foi delimitada nas imagens como sendo a I6 e abrange uma área total de 40,9 Km<sup>2</sup>.

Re2 - Associação de: **SOLOS LITÓLICOS** substrato granito + **REGOSSOLO** com/sem fragipan, ambos **EUTRÓFICOS** A fraco fase pedregosa caatinga hiperxerófila relevo ondulado e suave ondulado + **AFLORAMENTOS DE ROCHA**.

**Percentagem dos componentes: 60 - 25 - 15%**

**Inclusões:** - **SOLOS ALUVIAIS EUTRÓFICOS** A fraco textura indiscriminada fase caatinga hiperxerófila relevo plano.

Esta Unidade foi delimitada nas imagens como sendo a I10a e abrange uma área total de 69,7 Km<sup>2</sup>.

Re3 - Associação de: **SOLOS LITÓLICOS EUTRÓFICOS** A fraco fase pedregosa e rochosa substrato granito caatinga hiperxerófila relevo suave ondulado e ondulado + **AFLORAMENTOS DE ROCHA**.

**Percentagem dos componentes: 85 - 15%**

- Inclusões:** - **GRUPAMENTO INDISCRIMINADO** de: (**SOLONETZ SOLODIZADO + PLANOSSOLO SOLÓDICO**), ambos A fraco textura arenosa e média/ argilosa fase pedregosa caatinga hiperxerófila relevo plano.
- **BRUNO NÃO CÁLCICO** vértico fase pedregosa caatinga hiperxerófila relevo suave ondulado.

Esta Unidade foi delimitada nas imagens como sendo a I3 e abrange uma área total de 15,3 Km<sup>2</sup>.

**Re4** - Associação de: **SOLOS LITÓLICOS EUTRÓFICOS** A fraco textura arenosa e/ou média fase pedregosa e rochosa substrato granito caatinga hiperxerófila relevo ondulado e forte ondulado + **AFLORAMENTOS DE ROCHA**.

**Porcentagem dos componentes: 85 - 15%**

- Inclusões:** - **BRUNO NÃO CÁLCICO** textura média/argilosa fase pedregosa caatinga hiperxerófila relevo suave ondulado e ondulado.
- **BRUNO NÃO CÁLCICO** vértico textura argilosa fase pedregosa caatinga hiperxerófila relevo suave ondulado.

Esta Unidade foi delimitada nas imagens como sendo a I15 e abrange uma área total de 81,7 Km<sup>2</sup>.

**Re5** - Associação de: **SOLOS LITÓLICOS EUTRÓFICOS** A fraco textura arenosa e/ou média fase pedregosa e rochosa substrato granito relevo forte ondulado e montanhoso, ambos A fraco caatinga hipoxerófila + **AFLORAMENTOS DE ROCHA**.

**Porcentagem dos componentes: 80 - 20%**

**Inclusões:** não foram observadas inclusões significativas nesta associação.

Esta Unidade foi delimitada nas imagens como sendo a I4 e I5 e abrange uma área total de 31,2 Km<sup>2</sup>.

Re6 - Associação complexa de: **SOLOS LITÓLICOS EUTRÓFICOS** A fraco textura arenosa fase pedregosa e rochosa substrato granito caatinga hipoxerófila relevo forte ondulado e montanhoso + **AFLORAMENTOS DE ROCHA** + **PODZÓLICO VERMELHO AMARELO EUTRÓFICO** Tb A fraco textura média casca/henta caatinga hipoxerófila relevo ondulado.

**Percentagem dos componentes:** como é uma associação complexa não foi possível identificar a proporção exata dos componentes.

**Inclusões:** - **GRUPAMENTO INDISCRIMINADO** de: (**SOLONETZ SOLODIZADO** + **PLANOSSOLO SOLÓDICO**), ambos A fraco textura arenosa/argilosa e média/argilosa fase pedregosa caatinga hipoxerófila relevo plano e suave ondulado.

Esta Unidade foi delimitada nas imagens como sendo a 119 e abrange uma área total de 20,5 Km<sup>2</sup>.

Re7 - Associação complexa de: **SOLOS LITÓLICOS EUTRÓFICOS** A fraco textura arenosa fase pedregosa e rochosa substrato granito caatinga hiperxerófila relevo ondulado e forte onduiado + **AFLORAMENTOS DE ROCHA**.

**Percentagem dos componentes:** por se tratar de uma associação complexa de solos não foi possível identificar a proporção exata dos componentes.

**Inclusões:** - **GRUPAMENTO INDISCRIMINADO** de: (**SOLONETZ SOLODIZADO** + **PLANOSSOLO SOLÓDICO**), ambos A fraco textura arenosa/argilosa e média/argilosa fase pedregosa caatinga hiperxerófila relevo plano a suave ondulado.

- **BRUNO NÃO CÁLCICO** vértico fase pedregosa caatinga hiperxerófila relevo suave ondulado.

Esta Unidade foi delimitada nas imagens como sendo a I8 e abrange uma área total de 77,5 Km<sup>2</sup>.

### **REGOSSOLO EUTRÓFICO - REe**

REe - Associação de: **REGOSSOLO** com/sem fragipan + **SOLOS LITÓLICOS EUTRÓFICOS**, ambos A fraco fase fase pedregosa caatinga hiperxerófila relevo suave ondulado + **AFLORAMENTOS DE ROCHA**.

**Percentagem dos componentes:** 40 - 35 - 25%

**Inclusões:** - **GRUPAMENTO INDISCRIMINADO** de: (**SOLONETZ SOLODIZADO + PLANOSSOLO SOLÓDICO**), ambos A fraco textura arenosa/argilosa e média/argilosa fase pedregosa caatinga hiperxerófila relevo plano e suave ondulado.

Esta Unidade foi delimitada nas imagens como sendo a I10 e abrange uma área total de 14,5 Km<sup>2</sup>.

### **AFLORAMENTOS DE ROCHA - AR**

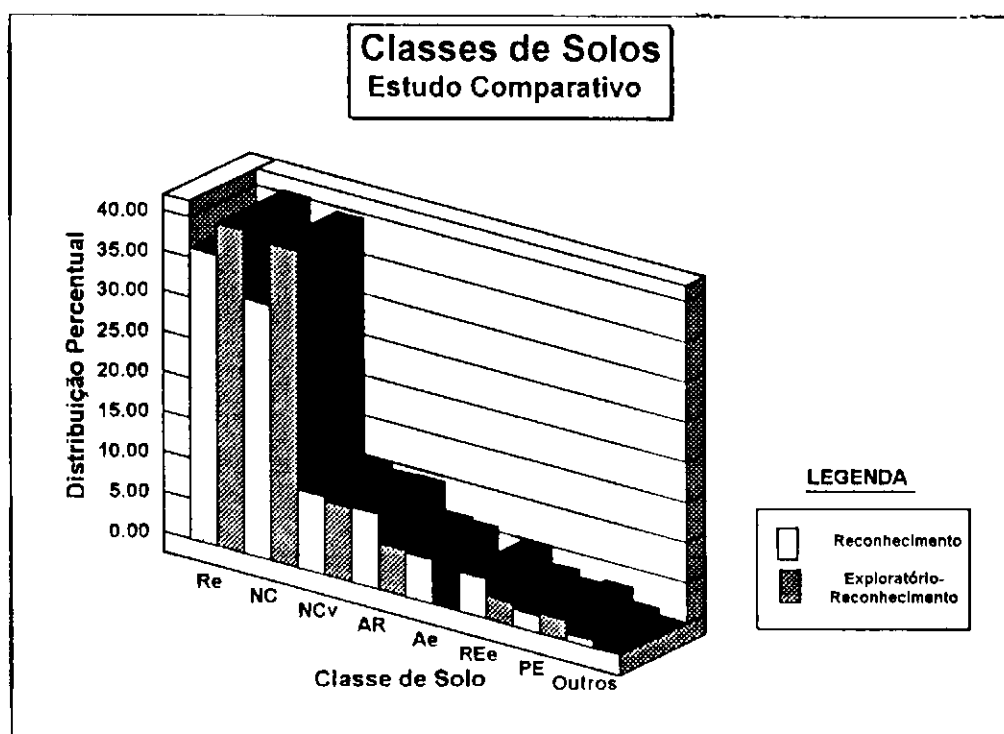
**AR - AFLORAMENTOS DE ROCHA:** esta Unidade foi delimitada nas imagens com a designação de I0a e abrange uma área total de 11,2 Km<sup>2</sup>.

#### **4.2.3 COMPARAÇÃO ENTRE OS LEVANTAMENTOS PEDOLÓGICOS**

Analisando-se os dados do levantamento Exploratório-Reconhecimento com o de Reconhecimento (Alta Intensidade), confeccionou-se o gráfico comparativo da Figura 4.7, onde verifica-se que não houveram mudanças significativas dos percentuais das Classes de solo.

Neste estudo comparativo verifica-se também, que apesar das **classes de solo** serem as mesmas identificadas e apresentarem percentuais próximos, o aumento do número de **Unidades de Mapeamento** de 6 para 16, no Levantamento

de Reconhecimento (Alta Intensidade) só foi possível, devido à obtenção dos limites das Unidades através da fotointerpretação das imagens TM/LANDSAT-5, gerando com isto a identificação de ambientes em um nível mais detalhado.



**Figura 4.7 - Estudo Comparativo entre as Classes de Solo Obtidas nos Levantamentos de Reconhecimento (Alta Intensidade) e Exploratório-Reconhecimento de Solos.**

### 4.3 Ocupação da Terra

A grande maioria das terras da área de estudo, são ocupadas por um pequeno número de propriedades rurais de grande porte (>300 ha), predominando em maior número os imóveis rurais de porte médio (de 30 a 300 ha) e uma pequena porcentagem é ocupada por imóveis de pequeno porte (<30 ha), como pode ser constatado nas viagens à área e no formato destas propriedades nas imagens TM/LANDSAT-5

Com base na análise das imagens TM/LANDSAT-5 e nas observações de campo, foram identificadas duas (02) Classes de Ocupação da Terra (ANEXO C6),

---

assim definidas: Classe de Propriedades Cultivadas e a Classe de Propriedades com Predominância de Vegetação Natural.

A Classe Propriedades Cultivadas foi subdividida em duas Sub-classes de acordo com o tamanho das propriedades, sendo descritas como sendo:

- Propriedades Pequenas Cultivadas - PPC (172,2 Km<sup>2</sup>)
- Propriedades Médias Cultivadas - PMC (62,2 Km<sup>2</sup>)
- Propriedades Grandes Cultivadas - PGC (299,3 Km<sup>2</sup>)

A Classe Propriedades com Predominância de Vegetação Natural foi subdividida em duas Sub-classes de acordo com o tamanho das propriedades, sendo descritas da seguinte forma:

- Propriedades Pequenas com Predominância de Vegetação Natural - PPV (1,3 Km<sup>2</sup>)
- Propriedades Médias com Predominância de Vegetação Natural - PMV (4,3 Km<sup>2</sup>)
- Propriedades Grandes com Predominância de Vegetação Natural - PGV (432,8 Km<sup>2</sup>)

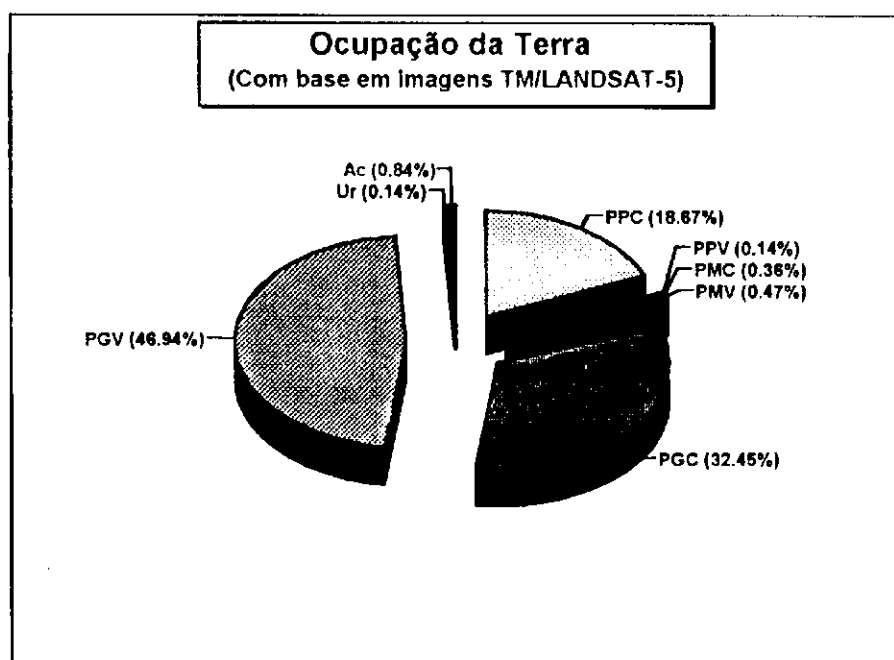
A Classe Propriedades Cultivadas (ANEXO C5), ocorre predominantemente nas áreas de solos com maior potencialidade agrícola (REGOSSOLOS, PODZÓLICOS e BRUNOS NÃO CÁLCICOS). Observa-se nas imagens TM/LANDSAT-5 que as áreas desmatadas estão relacionadas principalmente com as propriedades de médio e grande porte.

A Sub-classe Propriedades Pequenas (ANEXO C5), ocorre na região de Olho d' Água do Padre, ao norte/nordeste da cidade de Sumé; na região de Olho d' Água Branco, a leste de Pio X; na região do distrito de Amparo; a nordeste e sul da cidade de Prata, na região de Santa Catarina.

A Sub-classe Propriedades Médias (ANEXO C5), ocorre ao sul e ao norte de Sumé; na região da cidade de Prata e na região de Ouro Velho.

A Sub-classe Propriedades Grandes (ANEXO C5), ocorre ao norte e à 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; à leste e à sudoeste da cidade de Prata e sul do Distrito de Amparo.

A Figura 4.8 ilustra graficamente a percentagem das diferentes formas de ocupação da terra.



**Figura 4.8 - Percentual das Classes de Ocupação da Terra na Região do Alto Rio Sucuru.**

Com relação a análise dos dados da Figura 4.8 constata-se que 438,4 km<sup>2</sup> (44,69%) são representadas por Propriedades com Predominância de Vegetação Natural e que 33,7 km<sup>2</sup> (54,39%) por Propriedades Cultivadas.

As pequenas propriedades cultivadas ocupam uma área de 172,2 km<sup>2</sup> (17,55%), englobando praticamente todas as áreas dos PODZÓLICOS VERMELHO AMARELO EUTRÓFICOS, SOLOS ALUVIAIS EUTRÓFICOS e REGOSSOLOS EUTRÓFICOS 122,4 km<sup>2</sup> (12,47%), e parte da área dos BRUNOS NÃO CÁLCICOS (48,8 km<sup>2</sup>) nas proximidades da cidade de Sumé.



EUTRÓFICOS 122,4 km<sup>2</sup> (12,47%), e parte da área dos BRUNOS NÃO CÁLCICOS (48,8 km<sup>2</sup>) nas proximidades da cidade de Sumé.

Correlacionando os dados das áreas cultivadas (54,39%) com os dados do Levantamento de Reconhecimento (Alta Intensidade) de Solo, verifica-se uma correspondência com as áreas ocupadas pelas Classes de solos PODZÓLICOS VERMELHO AMARELO EUTRÓFICOS, REGOSSOLOS EUTRÓFICOS, SOLOS ALUVIAIS e BRUNO NÃO CÁLCICO (44,69%) que são os solos de maiores potencialidades agrícolas.

#### 4.4 Características Fotomórficas das Unidades de Mapeamento

As principais características fotointerpretadas da rede de drenagem das 16 Unidades de Mapeamento do Levantamento de Reconhecimento (Alta Intensidade) de Solos da Região do Alto Rio Sucuru estão resumidas na Tabela 4.3.

A Tabela 4.3 apresenta o resumo das características das Unidades de Mapeamento, estudadas nas imagens orbitais e no campo. Nas imagens, as características qualitativas da área de estudo, bem como as fotográficas (textura fotográfica e tonalidade de cinza) não são suficientes para a identificação das Unidades de Mapeamento, porquanto elas apresentam pequenas diferenças para uma mesma Unidade de Mapeamento, o que exige uma análise mais apurada dos dados da imagem, que possibilite a confirmação destas Unidades.

Esta análise é mostrada na Tabela 4.3, através do estudo quantitativo da rede de drenagem, que reforça as pequenas diferenças, dando um maior grau de confiabilidade na identificação das Unidades de Mapeamento.

No campo, os aspectos estudados permitiram a confirmação das Unidades de Mapeamento, além da obtenção de algumas características não definidas na imagem, como textura predominante, coloração da superfície do solo e o relevo da área.

UNIDADE DE IMAGEM	UNIDADE DE MAPEAMENTO	CARACTERÍSTICAS FOTOMÓRFICAS DA IMAGEM														CARACTERÍSTICAS DO CAMPO					
		RELEVO		CARACTERÍSTICAS DA REDE DE DRENAGEM							TEXTURA FOTOGRÁFICA	TONALIDADE FOTOGRÁFICA		USO DA TERRA			TEXTURA DO SOLO	VEGETAÇÃO	COLORAÇÃO DA SUPERFÍCIE DO SOLO	PEDREGOSIDADE E/OU ROCHOSIDADE	RELEVO
		GRAU DE DISSECAÇÃO	LINHA DE CRISTA	QUALITATIVAS		QUANTITATIVAS				BANDA-3		BANDA-4	TAMANHO	TIPO	INTENSIDADE DE SOLO						
				PADRÃO	GRAU DE UNIFORMIDADE	Dd	R	Tt	Cm												
I18	PE	b	d	dendrítico	e	1,38	1,41	1,17	0,74	m/g	c/m	m/c	p	c	a	média	cultura de subsistência	amarelo avermelhado	pedregoso	ond./f.ond.	
I1, I14	NC1	mb/b	d	dendrítico	m	1,56	2,06	1,21	0,80	m	c/m	m	g	c/v	m	média	cultura de subsistência/caatinga	cinza avermelhado	pedregoso	suave.ondulado	
I13	NC2	m	d	dendrítico	m	1,74	2,33	1,48	0,75	ff/m	m/e	e	g	v	b	média/argilosa	caatinga	amarelo claro e acinzentado	pedregoso e rochoso	ond./suave.ond.	
I17, I16	NC3	b	d	dendrítico	m	1,82	2,05	0,97	0,90	m	m/c	m	p	c/v	m	média/argilosa	cultura de subsistência/caatinga	amarelo acinzentado	pedregoso	suave.ond./ond.	
I7, I9	NC4	b	d	dendrítico	m	2,23	2,54	1,27	0,88	m	m	m	g	v	b	argilosa	caatinga/cultivado	vermelho acinzentado	pedregoso	suave/ondulado	
I2	NC5	b	d	dendrítico	e	1,65	2,44	1,17	0,69	m	e	m	g/m	c/v	m	média	caatinga/cultivado	cinza avermelhado	pedregoso e rochoso	ondulado	
8	Ae	mb	e	dendrítico	e	6,61	—	—	—	f	c	c	g	c/v	m/a	média argilosa	caatinga/cultivado	amarelo acinzentado	pouco pedregoso	plano	
I6	Re1	m	d	dendrítico	m	1,52	1,56	0,81	0,99	m	m/c	m	g	c/v	m	arenosa	caatinga/cultivado	cinza claro	pedregoso	suave.ondulado	
I10o	Re2	b	e	dendrítico	e	1,52	1,47	1,10	1,04	m/g	m/c	c/m	p/m	c/v	a	arenosa	caatinga/cultivado	cinza claro	pedregoso	ondulado	
I3	Re3	m	d	dendrítico	e	1,54	2,18	0,92	0,71	m/g	c/m	m	p/m	c/v	b	arenosa média	caatinga/cultivado	amarelo avermelhado	pedregoso	suave.ond./ond.	
I15	Re4	a	n	dendrítico modificado	m	1,51	1,74	1,16	0,87	m	m/e	m	g	c/v	b	média	caatinga	cinza esverdeado	pedregoso	ond./f.ondulado	
I4, I5	Re5	a	n	—	—	1,19	1,86	0,52	0,66	m	e	e	g	v	b	média arenosa	caatinga	cinza alaranjado	pedregoso	ond./f.ondulado	
I19	Re6	a	e	dendrítico	m	1,75	2,78	1,18	0,63	m	m	m/e	g	c/v	m	média	caatinga/cultivado	avermelhado	pedregoso	ondulado	
I8	Re7	e	d	dendrítico	m	1,83	2,35	1,33	0,80	g	m/c	m/c	p/g	v	b	arenosa	caatinga	cinza claro	pedregoso	ond./f.ondulado	
I10	REo	mb	e	dendrítico	b	1,07	0,97	0,78	1,11	g	c	c	p	c	a	arenosa	cultivado	cinza claro e branco	—	suave.ondulado	
AR	AR	—	—	—	—	0,43	1,11	0,26	—	m	c	c	—	—	—	—	—	branco	rochoso	ond./f.ondulado	

TABELA 4.3 - Características Fotomórficas das Unidades de Mapeamento da Região do Alto Rio Sucuru.

As características qualitativas da rede de drenagem das Unidades de Mapeamento são:

**Padrão** - Dendrítico com excessão da Unidade de mapeamento **Re4** que apresentou uma forma modificada do padrão paralelo.

**Grau de Uniformidade** - Alto (a): verificado nas Unidades **PE, NC5, Ae, Re2 e Re3**.

Médio (m): Verificado nas Unidades **NC1, NC2, NC3, NC4, Re4, Re6 e Re7**

Baixo (b): **REe**

**Grau de dissecção** - Muito baixo (mb): verificada nas Unidades **NC1, Ae e REe**.

Baixo (b): verificada nas Unidades **Pe, NC3, NC4, NCR2**.

Médio (m): verificado nas Unidades **NC2, Re1 e Re3**.

Alto (a): verificado nas Unidades **Re4, Re5, Re6 e Re7**.

#### **4.5 Análise da Rede de Drenagem das Unidades de Mapeamento**

Os dados tabulados para esta análise encontram-se nos ANEXOS B1. Os resultados obtidos para a densidade de drenagem (Dd1), frequência de rios (Fr1), textura topográfica (Tt1) e comprimento médio de rios (Cm1) das Unidades de Mapeamento da Região do Alto Rio Sucuru, estão apresentados no ANEXO B3. A Tabela 4.4 resume os resultados médios destes parâmetros para as diferentes Unidades de Mapeamento. Na confecção da Tabela 4.4 analisaram-se somente manchas cuja média das áreas foram maiores que 3,5 Km<sup>2</sup>, devido à escala do trabalho. Assim sendo, os parâmetros quantitativos da Unidade AR não foram levados em conta como também os da Unidade Ae que apresenta-se muito estreita, dificultando a contagem de rios.

**TABELA 4.4 - Valores Médios de Densidade de Drenagem ( $D_{dt}$ ), Freqüência de Rios ( $F_{r1}$ ), Textura Topográfica ( $T_{t1}$ ) e Comprimento Médio de Rios ( $C_{m1}$ ) das Unidades de Mapeamento da Região de Estudo, Obtidos Através das Imagens TM/LANDSAT-5.**

UNIDADE DE MAPEAMENTO	PARÂMETROS (médios)			
	$D_{dt}$	$F_{r1}$	$T_{t1}$	$C_{m1}$
<b>PE</b>	<b>1,38</b>	<b>1,41</b>	<b>1,17</b>	<b>0,74</b>
<b>NC1</b>	<b>1,56</b>	<b>2,06</b>	<b>1,21</b>	<b>0,80</b>
NC2	1,74	2,33	1,48	0,75
NC3	1,82	2,05	0,97	0,90
NC4	2,23	2,54	1,27	0,88
NC5	1,65	2,44	1,17	0,69
<b>Re1</b>	<b>1,52</b>	<b>1,56</b>	<b>0,81</b>	<b>0,99</b>
<b>Re2</b>	<b>1,52</b>	<b>1,47</b>	<b>1,1^</b>	<b>1,04</b>
Re3	1,54	2,18	0,92	0,71
Re4	1,51	1,74	1,16	0,87
Re5	1,19	1,86	0,52	0,66
Re6	1,75	2,78	1,18	0,63
Re7	1,83	2,35	1,33	0,80
<b>REe</b>	<b>1,07</b>	<b>0,97</b>	<b>0,78</b>	<b>1,11</b>

As análises dos dados de parâmetros da rede de drenagem da TABELA 4.4 estão descritos a seguir:

**Densidade de drenagem ( $D_{dt}$ ):** Os maiores valores estão relacionados às Unidades de mapeamento NC4 (BRUNO NÃO CÁLCICO vértico) e seguidos pela Unidades Re7, Re1, Re2. Os valores mais baixos referem-se às Unidades PE e REe. Isto deve-se ao fato da Unidade NC4 apresentar como primeiro constituinte o solo BRUNO NÃO CÁLCICO vértico, que apresenta uma baixa taxa de infiltração d'água, proporcionando um maior desenvolvimento da rede de drenagem. Os solos PODZÓLICOS e os REGOSSOLOS (primeiros constituintes das Unidades PE e REe, respectivamente), por possuírem altas taxas de infiltração d'água, apresentam uma rede de drenagem pouco desenvolvida (baixa densidade de drenagem).



**Frequência de rios ( $F_R$ ):** como a textura topográfica representa o número de canais por unidade de área, observou-se o mesmo comportamento, verificado para a densidade de drenagem, confirmando os aspectos de desenvolvimento da rede drenagem em função da relação inflúvio/deflúvio das Unidades analisadas.

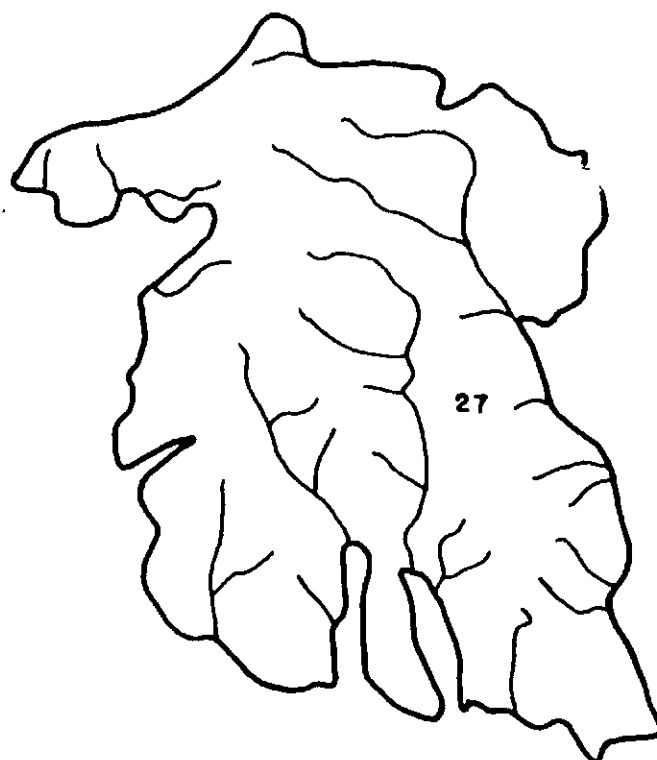
**Textura Topográfica ( $T_H$ ):** observou-se uma tendência de correlação linear entre a densidade de drenagem e a textura topográfica, confirmando as observações feitas por LEÃO (1973).

**Comprimento médio de rios ( $C_m$ ):** verifica-se que onde predomina a textura arenosa (REe), os valores são maiores. Os menores valores de comprimento médio de rios foram verificados nas Unidades de Mapeamento que apresentam o relevo mais acidentado (PE, Re4, Re5, Re6 e Re7) e nas Unidades onde o principal constituinte é o BRUNO NÃO CÁLCICO vértico (NC5). Valores Intermediários foram obtidos para os solos BRUNO NÃO CÁLCICO e os PODZÓLICOS, ambos de textura média. A explicação para tal fato, deve-se ao menor número de pequenos rios nas áreas arenosas devido à alta infiltração destes solos, proporcionando uma rede de drenagem pouco desenvolvida.

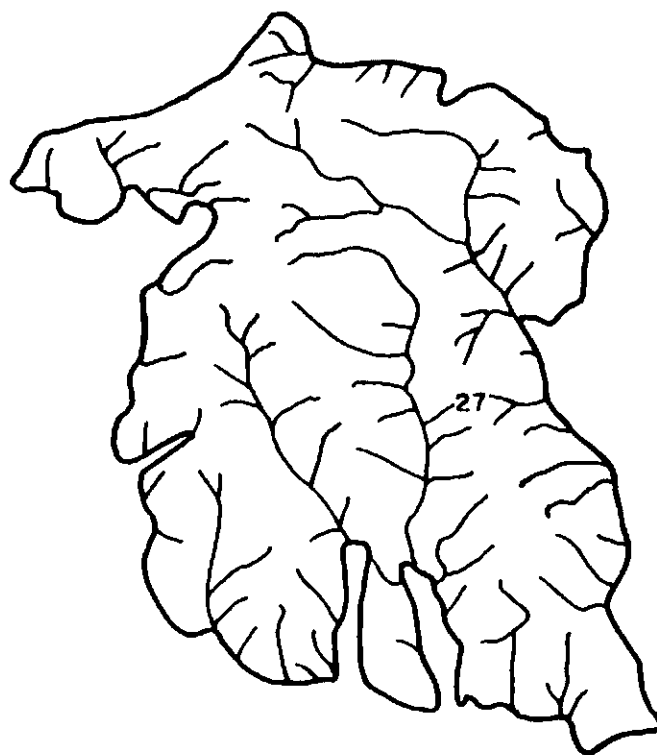
## **4.6 Testes de Aplicação da Metodologia Proposta**

### **4.6.1 Teste de Aplicação da Metodologia Proposta na Região do Alto Rio Sucuru**

A aplicação da metodologia proposta a partir da análise dos parâmetros de drenagem nas Unidades de Mapeamento foi realizada sobre as cartas topográficas elaboradas pela SUDENE, sendo obtidos os dados tabulados no ANEXO B2. O cálculo da densidade de drenagem ( $Dd_2$ ), frequência de rios ( $Fr_2$ ), textura topográfica ( $Tt_2$ ) e comprimento médio de rios ( $Cm_2$ ) das Unidades de Mapeamento da Região do Alto Rio Sucuru, estão tabulados no ANEXO B4. Como exemplo a Fig. 4.9 mostra a rede de drenagem da Unidade de Mapeamento NC1 extraída da carta topográfica da SUDENE e a Fig. 4.10 mostra a rede de drenagem desta mesma Unidade de Mapeamento obtida através das imagens TM/LANDSAT-5.



**Fig. 4.9 - Rede de Drenagem da Unidade de Mapeamento NC1, Extraída da Carta Topográfica da SUDENE(Mancha Número 27 do ANEXO C4)**



**Fig. 4.10 - Rede de Drenagem da Unidade de Mapeamento NC1, Obtida das Imagens TM/LANDSAT-5 (Mancha Número 27 do ANEXO C4)**

---

Como se pode observar, existe uma diferença marcante entre o número total de rios e o comprimento total dos rios quando se analisam as Figuras obtidas pela carta topográfica da SUDENE e as imagens, respectivamente, e como mostram os dados das Tabelas B1 e B2.

Os valores médios dos diferentes parâmetros quantitativos obtidos para as Unidades de Mapeamento, utilizando-se as cartas topográficas da SUDENE, estão resumidos na Tabela 4.5. As Figuras 4.11, 4.12, 4.13 e 4.14 ilustram graficamente os resultados do estudo comparativo da densidade de drenagem, frequência de rios, textura topográfica e comprimento médio de rios. Para esta análise também não foram incluídos os dados das Unidades Ae e AR, pois o primeiro é muito estreito e o segundo apresenta média das áreas das manchas inferior a  $3,5 \text{ Km}^2$ , dificultando a análise.

Como podemos observar nas Figuras 4.11, 4.12 e 4.13, os valores obtidos foram sempre maiores para a drenagem obtida das imagens TM/LANDSAT-5, este fato deve-se a um maior número e comprimento total de rios, no entanto, na Figura 4.14 o comprimento médio dos rios por Unidade de Mapeamento é maior nas cartas da SUDENE do que para as imagens TM/LANDSAT-5, pois as imagens fornecem um maior número de rios de ordem inferiores, que as cartas topográficas. Assim temos, que o comprimento médio de rios mostra-se inversamente proporcional à densidade de drenagem, frequência de rios e textura topográfica.

Observou-se a mesma tendência dos dados de densidade de drenagem, frequência de rios, textura topográfica e comprimento médio de rios extraídos das cartas topográficas das Unidades de Mapeamento com os obtidos das imagens TM/LANDSAT-5. Para isto aplicou-se uma análise de regressão simples para verificação das Unidades de Mapeamento que apresentasse uma melhor correspondência entre os parâmetros quantitativos da rede de drenagem extraídos das cartas topográficas e das imagens TM/LANDSAT-5.

TABELA 4.5 - Valores Médios de Densidade de Drenagem ( $D_{d2}$ ), Frequência de Rios ( $F_{r2}$ ), Textura Topográfica ( $T_{t2}$ ) e Comprimento Médio e Rios ( $C_{m2}$ ) das Unidades de Mapeamento da Região de Estudo, extraídos das Cartas Topográfica da SUDENE.

UNIDADE DE MAPEAMENTO	PARÂMETROS (valores médios)			
	$D_{d2}$	$F_{r2}$	$T_{t2}$	$C_{m2}$
PE	0,74	0,59	0,49	1,25
NC1	0,82	0,89	0,49	1,01
NC2	0,68	0,73	0,44	0,90
NC3	0,78	0,75	0,36	1,09
NC4	1,00	0,92	0,46	1,08
NC5	0,76	0,75	0,36	-
Re1	0,79	0,64	0,35	1,22
Re2	0,82	0,68	0,49	1,22
Re3	0,11	0,19	0,08	0,57
Re4	0,56	0,55	0,40	1,01
Re5	0,34	0,39	0,15	-
Re6	0,63	1,33	0,43	0,80
Re7	0,60	0,54	0,28	1,21
REe	0,72	0,34	0,28	2,10

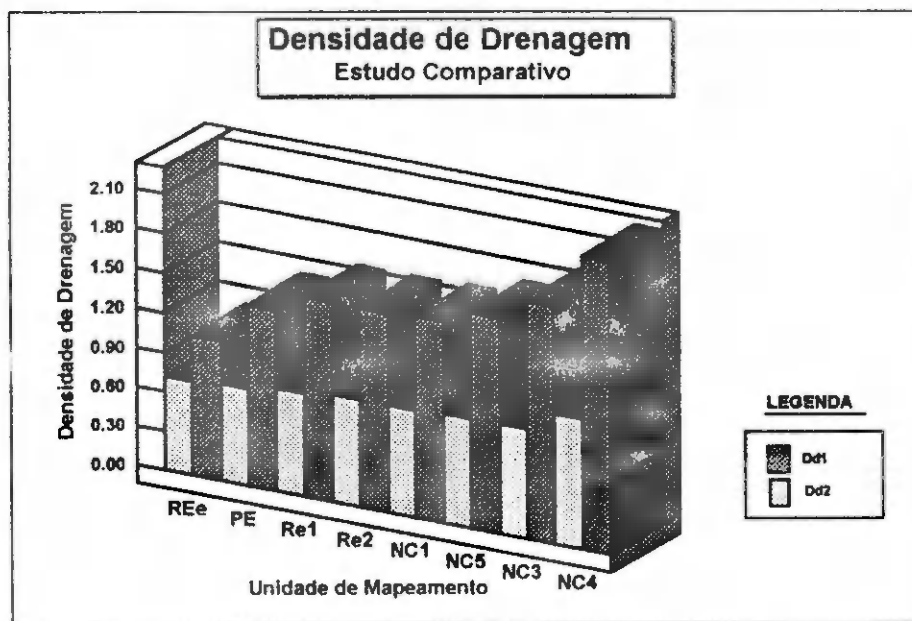


Fig. 4.11 - Estudo Comparativo da Densidade de Drenagem Obtida das imagens TM/LANDSAT-5 (Dd1) e a Densidade de Drenagem Extraída das Cartas Topográficas da SUDENE (Dd2) das Unidades de Mapeamento.



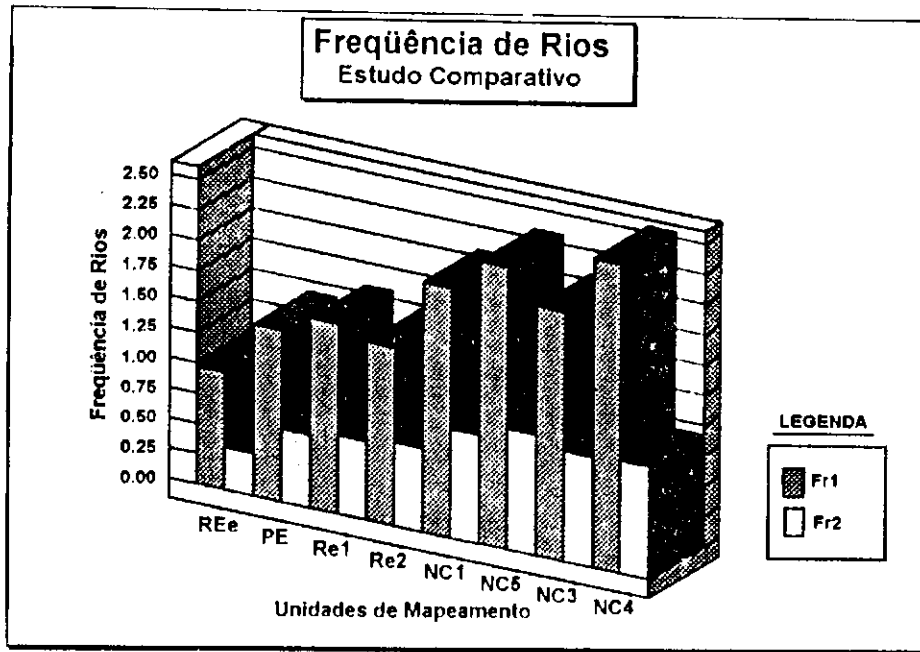


Fig. 4.12 - Estudo Comparativo da Frequência de Rios Obtida das Imagens TM/LANDSAT-5 (Fr1) e a Frequência de Rios Extraída das Cartas Topográficas da SUDENE (Fr2) das Unidades de Mapeamento.

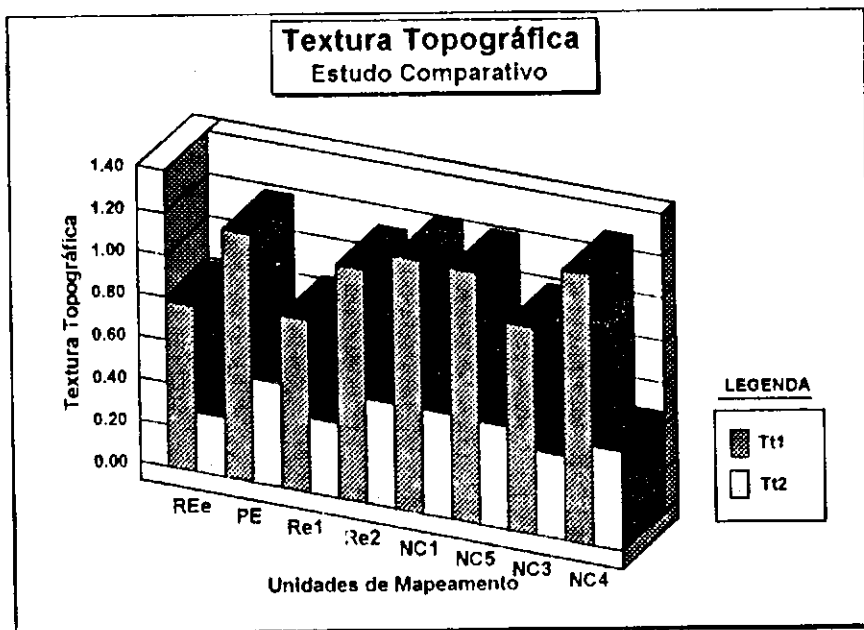
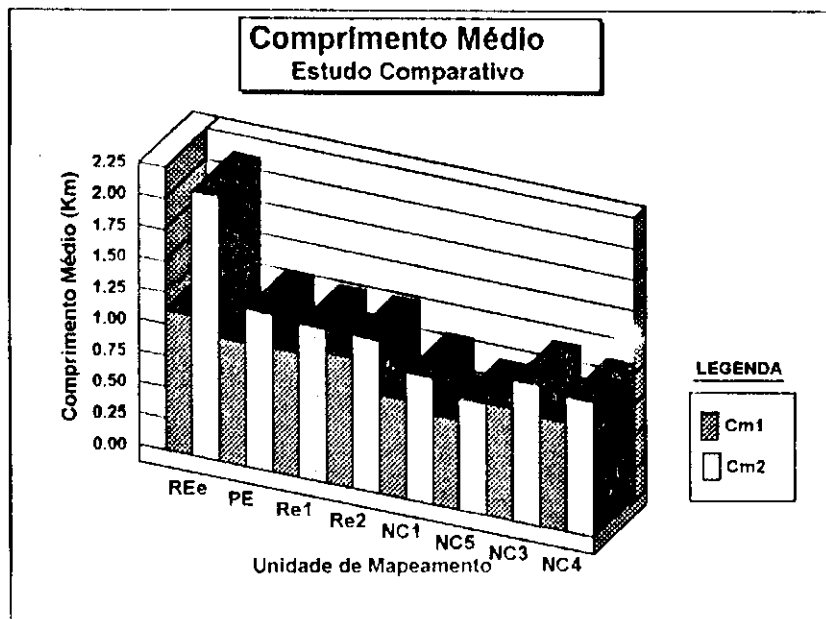


Fig. 4.13 - Estudo Comparativo da Textura Topográfica Obtida das Imagens TM/LANDSAT-5 (T<sub>1</sub>) e a Textura Topográfica Extraída das Cartas Topográficas da SUDENE (T<sub>2</sub>) das Unidades de Mapeamento.



**Fig. 4.14 - Estudo Comparativo do Comprimento Médio de Rios Obtidos das Imagens TM/LANDSAT-5 ( $C_{m1}$ ) e o Comprimento Médio de Rios das Cartas Topográficas da SUDENE ( $C_{m2}$ ), Unidades de Mapeamento.**

Com os dados das Tabelas B2 e B4 das Unidades de Mapeamento que apresentaram melhores resultados (Tabelas 4.3 e 4.4), aplicou-se uma análise de regressão simples, com a finalidade de verificar a correspondência ou não entre os parâmetros quantitativos (Densidade de drenagem, Frequência de rios, Textura topográfica e Comprimento médio de rios) da rede de drenagem obtida nas Imagens TM/LANDSAT e as extraídas das cartas topográficas para que estas unidades pudessem ser testadas em outras áreas de comportamento semelhante com o auxílio das cartas topográficas da SUDENE.

A Tabela 4.6 apresenta os valores dos coeficientes de determinação ( $R^2$ ) da análise de regressão dos dados de densidade de drenagem ( $D_{d1}$  e  $D_{d2}$ ), frequência de rios ( $F_{r1}$  e  $F_{r2}$ ), textura topográfica ( $T_{t1}$  e  $T_{t2}$ ) e comprimento médio de rios ( $C_{m1}$  e  $C_{m2}$ ) das Unidades de Mapeamento do Levantamento de Reconhecimento (Alta Intensidade) de Solos da área de estudo, obtidos neste teste de aplicação da metodologia, que apresentaram os melhores resultados da aplicação da metodologia proposta.

**TABELA 4.6 - Resultados Obtidos na Análise de Regressão Linear Simples ( $R^2$ ) das Unidades de Mapeamento do Levantamento de Reconhecimento (Alta Intensidade) de Solos da Região do Alto Rio Sucuru.**

UNIDADE	$D_{d1}$	$D_{d2}$	$F_{r1}$	$F_{r2}$	$T_{t1}$	$T_{t2}$	$C_{m1}$	$C_{m2}$
PE	1,38	0,74	1,41	0,59	1,17	0,49	0,98	1,25
NC1	1,56	0,82	2,08	0,89	1,21	0,49	0,80	1,01
NC3	1,82	0,78	2,05	0,75	0,97	0,36	0,90	1,09
NC4	2,23	1,00	2,54	0,92	1,27	0,46	0,88	1,08
NC5	1,65	0,76	2,44	0,75	1,17	0,36	0,69	-
Re1	1,52	0,79	1,56	0,64	0,81	0,35	0,99	1,22
Re2	1,52	0,82	1,47	0,68	1,10	0,49	1,04	1,22
REe	1,07	0,72	0,97	0,34	0,78	0,28	1,11	2,10
$(R^2)$	0,92		0,91		0,84		0,64	

A análise destes dados revelou um alto grau de associação linear para os dados de densidade de drenagem e frequência de rios. As Unidades de Mapeamento apresentaram coeficientes de determinação entre as redes de drenagem de **0,92** para a densidade de drenagem ( $D_d$ ), **0,84** para a textura topográfica ( $T_t$ ), **0,64** para o comprimento médio de segmentos de rios e **0,91** para a frequência de rios ( $F_r$ ). Os coeficientes obtidos para a densidade de drenagem e frequência de rios mostrou que houve uma boa correspondência entre os dados obtidos para as cartas topográficas e das imagens TM/LANDSAT-5.

As demais Unidades (NC2, Re3, Re4, Re5, Re6, Re7, Ae e AR) não foram incluídas nesta Tabela por apresentarem baixos coeficientes de determinação ( $R^2$ ), inferiores a 40%. As causas que proporcionaram este fato são as seguintes:

- A Unidade NC2, por exemplo, apresentou uma variação muito grande nos parâmetros quantitativos devido a ocorrência de manchas (Unidades de Mapeamento) na área centro-leste da área de estudo onde há deficiência de rede de drenagem nas cartas topográficas, em uma região de relevo predominantemente ondulado.
- A Unidade Re3, por ocorrer, também nesta mesma região da área de estudo e ser constituída por uma única mancha de solo.

- A Unidade Re4 é uma Unidade que também ocorre em um relevo muito acidentado e apresenta um padrão de drenagem dentrítico com modificações resultantes de um forte controle geológico, não sendo expressos os canais de drenagem de ordens inferiores nas cartas topográficas da SUDENE.

As Unidades Re4 e Re5 também por apresentarem manchas com dimensões inferiores a 3,5 km<sup>2</sup> e a Unidade Re6, em áreas de relevo forte ondulado, não apresentou uma boa correlação entre a drenagem obtida nas imagens e a extraída das cartas topográficas.

As Unidades REe e PE apesar de cada uma ser representada por uma única mancha, apresentaram uma boa correlação entre as duas redes de drenagem, além dos resultados de densidade de drenagem mostrarem valores compatíveis com estas Unidades de Mapeamento. Os valores de densidade de drenagem obtidos das imagens TM/LANDSAT-5 foram bem próximos dos obtidos por CADIER (1993) na Bacia Representativa-Experimental de Sumé (Gangorra), onde estão inclusas as sub-bacias de Jatobá e Umburana, como ilustrado no gráfico da Figura 4.15.

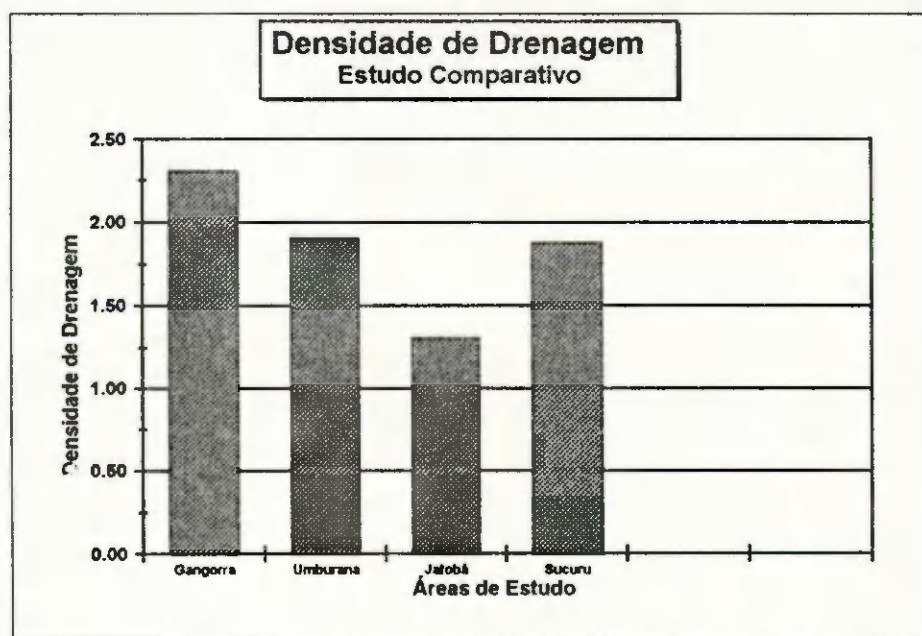


Fig. 4.15 - Resultados de Densidade de Drenagem Obtidos na Bacia Representativa-Experimental de Sumé.

Na sub-bacia do Jatobá a maior predominância dos solos é de PODZÓLICO VERMELHO AMARELO EUTRÓFICO associado a SOLOS LITÓLICOS e AFLORAMENTOS DE ROCHA, o que proporciona uma densidade de drenagem de 1,3 comparativamente semelhante à Unidade de Mapeamento PE que apresentou uma densidade de drenagem de 1,38.

A sub-bacia de Umburana apresentou uma densidade de drenagem um pouco superior às obtidas pelas Unidades NC1 e NC3. Este fato deve-se à inclusão da Unidade Ae (SOLOS ALUVIAIS com densidade de drenagem de 6,61) nesta sub-bacia, o que não ocorreu no estudo da Região do Alto Rio Sucuru.

A não diferenciação marcante de densidade de drenagem entre associações de SOLOS LITÓLICOS e BRUNO NÃO CÁLCICO e vice-versa e que os resultados obtidos por LEPRUN et al. (1983) mostram que estes solos apresentam uma velocidade de infiltração muito próximas, refletindo na relação inflúvio/deflúvio, não sendo observados valores com diferenças marcantes de densidade de drenagem.

A Tabela 4.7 resume os valores dos parâmetros de drenagem obtidos nas cartas topográficas da SUDENE e das imagens imagens TM/LANDSAT-5.

**TABELA 4.7 - Fatores de Conversão Entre as Características Quantitativas Extraídas das Cartas Topográficas da SUDENE e Obtidas nas Imagens TM/LANDSAT-5 Para Diferentes Unidades de Mapeamento.**

CARACTERÍSTICAS QUANTITATIVAS	UNIDADES DE MAPEAMENTO								
	REe	PE	Re1	Re2	Re4	NC1	NC3	NC4	NC5
<b>Dd1 (média)</b>	1,07	1,38	1,52	1,52	1,51	1,54	1,82	2,23	1,65
<b>Dd2 (média)</b>	0,72	0,74	0,79	0,82	0,56	0,82	0,84	1,00	0,84
<b>Fator (Dd1/Dd2)</b>	<b>1,49</b>	<b>1,88</b>	<b>1,92</b>	<b>1,85</b>	<b>2,69</b>	<b>1,88</b>	<b>2,17</b>	<b>2,23</b>	<b>1,96</b>
<b>Tt1(média)</b>	0,78	1,17	0,81	1,10	1,16	1,19	0,97	1,27	1,18
<b>Tt2 (média)</b>	0,28	0,49	0,35	0,49	0,40	0,49	0,39	0,46	0,48
<b>Fator (Tt1/Tt2)</b>	<b>2,79</b>	<b>2,39</b>	<b>2,31</b>	<b>2,24</b>	<b>2,9</b>	<b>2,43</b>	<b>3,43</b>	<b>2,76</b>	<b>2,51</b>
<b>Cm1(média)</b>	1,11	0,98	0,99	1,04	0,87	0,79	0,90	0,88	0,72
<b>Cm2 (média)</b>	2,10	1,25	1,22	1,22	1,01	1,01	1,13	1,08	0,89
<b>Fator (Cm1/Cm2)</b>	<b>0,53</b>	<b>0,78</b>	<b>0,81</b>	<b>0,85</b>	<b>0,86</b>	<b>0,78</b>	<b>0,84</b>	<b>0,81</b>	<b>0,84</b>
<b>Fr1(média)</b>	0,97	1,41	1,56	1,47	1,74	2,05	2,05	2,54	2,32
<b>Fr2 (média)</b>	0,34	0,59	0,64	0,68	0,55	0,89	0,80	0,92	0,99
<b>Fator (Fr1/Fr2)</b>	<b>2,85</b>	<b>2,39</b>	<b>2,44</b>	<b>2,16</b>	<b>3,16</b>	<b>2,30</b>	<b>2,85</b>	<b>2,76</b>	<b>2,51</b>

Analisando os dados da Tabela 4.7, observa-se um fator de ajuste entre os parâmetros quantitativos das redes de drenagem extraída das cartas topográficas da SUDENE e a das imagens TM/LANDSAT-5 das Unidades de Mapeamento analisadas, que possibilitariam obter-se os valores obtidos nas imagens, multiplicando-se os valores extraídos nas cartas topográficas pelo fator correspondente. Como verificamos anteriormente este fator só deverá ser aplicado nas Unidades que melhor apresentaram coeficientes de determinação (Tabela 4.7).

#### 4.6.2 Teste de Aplicação da Metodologia Proposta em Outras Áreas de Comportamento Semelhante

A Tabela 4.8 apresenta os resultados de **densidade de drenagem média** obtidos com a aplicação da metodologia proposta em áreas de ocorrência de Unidades de Mapeamento que apresentam características hidropedológicas semelhantes. As Unidades designadas, neste trabalho, pela letra Z, seguida por um índice numérico, correspondem às Unidades de Mapeamento do Zoneamento Agroecológico do Estado de Pernambuco (EMBRAPA, 1994) que, por não ter sido ainda concluído, não apresenta as legendas das Unidades de Mapeamento de forma definitiva.

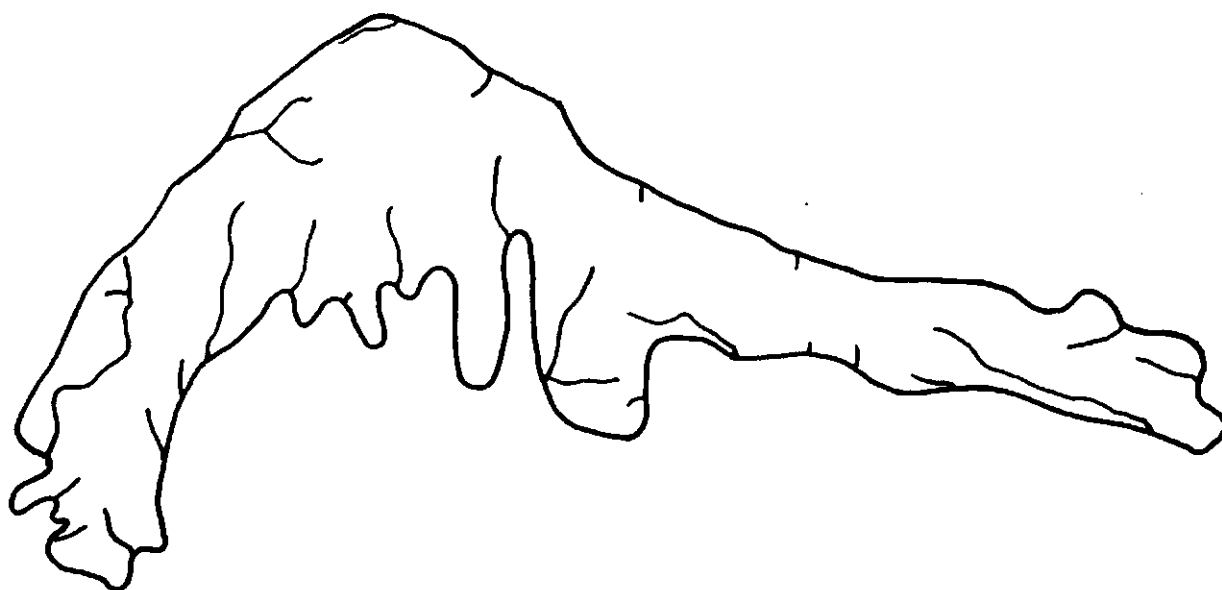
**TABELA 4.8 - Resultados de Densidade de Drenagem Média Extraídas das Cartas Topográficas da SUDENE obtidas no Teste de Aplicação da Metodologia.**

<b>UNIDADE DE MAPEAMENTO (COMPONENTES)</b>	<b>LOCAL</b>	<b>Dd2</b>
<b>Z16 (REe/Re/SS/PL)</b>	Tupanaci	<b>0,69</b>
<b>REe (REe/Re/AR)</b>	Sumé	<b>0,72</b>
<b>* Z29 (Re/PE/AR)</b>	Bodocó	<b>0,69</b>
<b>* Re6(Re/AR/PE)</b>	Sumé	<b>0,97</b>
<b>* Z41 (Re/PE/PLS)</b>	Bodocó	<b>0,61</b>
<b>** NC2 (NC/Re)</b>	Itaporanga	<b>1,09</b>
<b>** NC1 (NC/Re/NCv)</b>	Sumé	<b>0,83</b>
<b>*** PE1 (PE/Re)</b>	Serra Talhada	<b>0,69</b>
<b>*** PE (PE/Re/AR)</b>	Sumé	<b>0,74</b>

A análise dos dados da Tabela 4.8 mostrou que as Unidades onde ocorrem solos de textura arenosa, como os REGOSSOLOS, os valores de densidade de drenagem foram os mais baixos. Nos locais de predominância de PODZÓLICOS VERMELHO AMARELO Tb medianamente profundos e profundos, o comportamento da densidade de drenagem foi um pouco superior, mesmo ocorrendo em um relevo ondulado, no entanto, a velocidade de infiltração destes solos é elevada conforme observação de LEPRUN et al. (1983). Os Solos com teores mais elevados de argila como os BRUNOS NÃO CÁLCICOS e BRUNOS NÃO CÁLCICOS vérticos foram os que apresentaram os maiores valores de densidade de drenagem neste estudo.

Verificou-se que, para solos com alta capacidade de infiltração (PODZÓLICOS e REGOSSOLOS), a densidade de drenagem teve um valor médio de 0,69 com variações de mais ou menos 10%. Para os solos com média a baixa capacidade de infiltração (BRUNO NÃO CÁLCICOS) a densidade de drenagem apresentou um valor médio de 0,96 com variações de mais ou menos 10%.

Por exemplo, a Unidade Z16 (Figura 4.16) da região de Tupanaci (EMBRAPA, 1994) que é constituída em sua maior parte por REGOSSOLOS (REe), da mesma forma que a Unidade de Mapeamento REe da Região do Alto Rio Sucuru (Figura 4.17), apresentam valores próximos, como apresentado na Tabela 4.8.



**Fig. 4.16 - Rede de Drenagem Extraída da Carta Topográfica da SUDENE da Unidade de Mapeamento Z16 (EMBRAPA, 1994)**



**Fig. 4.17- Rede de Drenagem Extraída da Carta Topográfica da SUDENE da Unidade de Mapeamento REe da Região do Alto Rio Sucuru (Mancha Número 48)**

Pode-se observar nas Figuras 4.16 e 4.17, que embora ambas representem Unidades de Mapeamento semelhantes, constituídas de REGOSSOLO (REe), estas possuem configurações e dimensões diferentes. Aplicando-se a metodologia proposta, ambas as Unidades mostraram uma densidade de drenagem muito próximas como pode ser verificado na Tabela 4.8.

A Figura 4.18 mostra a configuração da Unidade de Mapeamento Z29 (EMBRAPA, 1994) constituída em sua maior parte por SOLOS LITÓLICOS EUTRÓFICOS (Re) que têm características semelhantes às da Unidade de Mapeamento Re6 da Região do Alto Rio Sucuru (Figura 4.19).



**Fig. 4.18 - Rede de Drenagem Extraída da Carta Topográfica da SUDENE da Unidade de Mapeamento Z29 (EMBRAPA, 1994)**

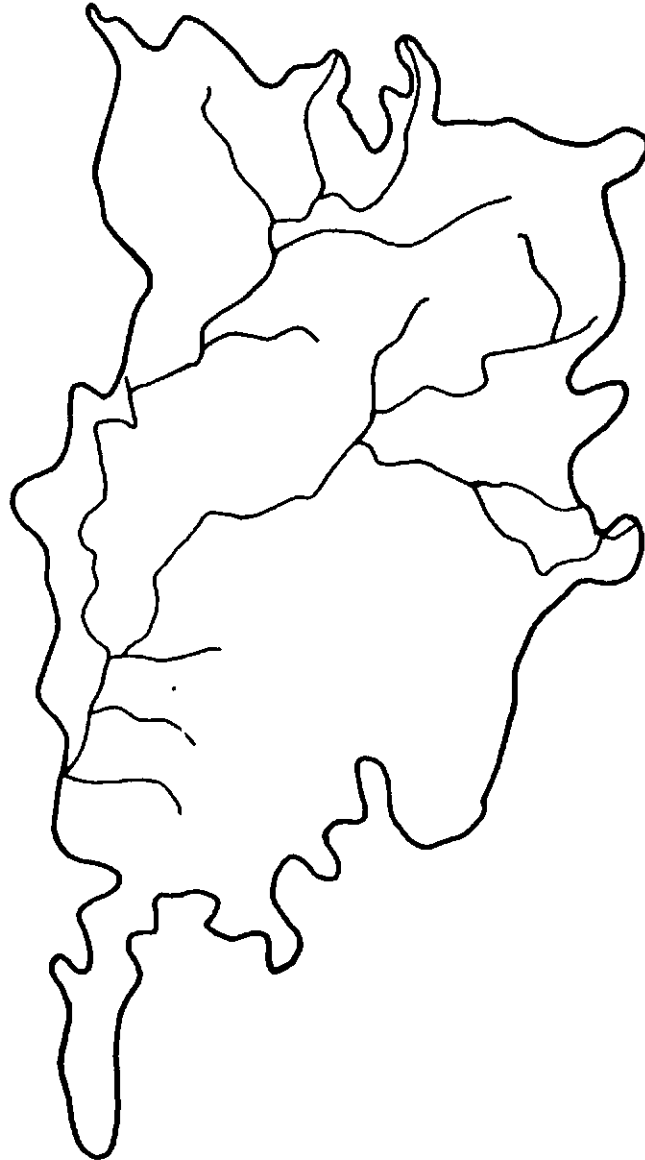




**Fig. 4.19 - Rede de Drenagem Extraída da Carta Topográfica da SUDENE da Unidade de Mapeamento Re6 da Região do Alto Rio Sucuru (Mancha Número 14).**

Estas duas manchas de solos, embora muito semelhantes quanto à composição, não apresentaram uma boa correlação como mostra a Tabela 4.7. Este fato decorre da distribuição dos componentes da associação. A Unidade Z29 possui mais PODZÓLICO (PE) do que AFLORAMENTOS DE ROCHA (AR), enquanto que a Unidade Re6 possui mais AR do que PE, além de que os PODZÓLICOS da Unidade Z29, são rasos; o que explica o afastamento do valor médio para maior.

Quando a Unidade Z29 foi comparada com a Unidade Z41 (Figura 4.20), verificou-se que os seus valores de densidade de drenagem ficaram próximos (Tabela 4.8), embora os últimos constituintes de cada uma delas, pertençam a classes de solo diferentes; no entanto, possuem comportamentos hídricos semelhante.

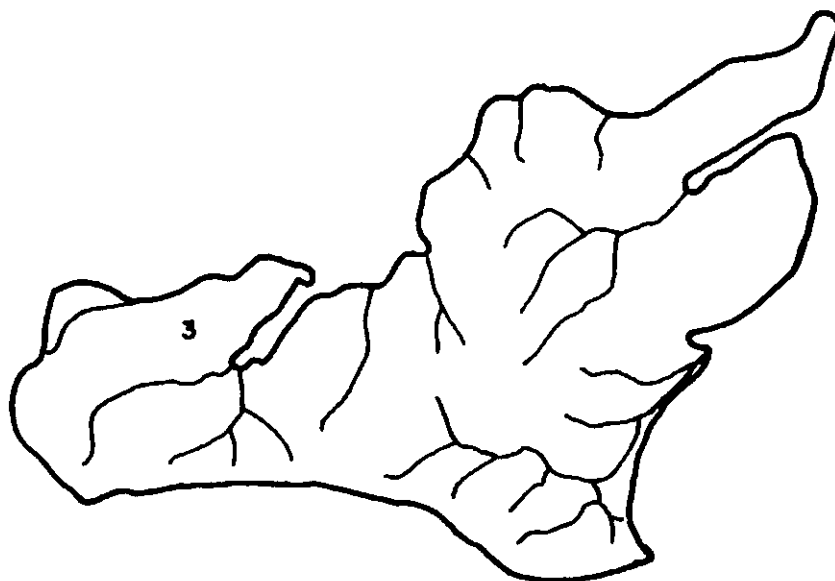


**Fig. 4.20 - Rede de Drenagem Extraída da Carta Topográfica da SUDENE da Unidade de Mapeamento Z41 (EMBRAPA,1994)**

A Fig. 4.21 mostra a configuração da Unidade NC2 (SANTOS et al.,1988) da região de Itaporanga e a Fig. 4.22 a Unidade NC1 da Região do Alto Rio Sucuru.



**Fig. 4.21 - Rede de Drenagem Extraída da Carta Topográfica da SUDENE da Unidade de Mapeamento NC2 (SANTOS et al., 1988)**



**Fig. 4.22 - Rede de Drenagem Extraída da Carta Topográfica da SUDENE da Unidade de Mapeamento da Região do Alto Rio Sucuru NC1 (Mancha Número 03).**

Estas duas Unidades são bem semelhantes entre si. Como podemos observar na Tabela 4.8 a densidade de drenagem (Dd2) para elas apresentam valores próximos da média (0,96), para solos de média a baixa capacidade de infiltração.

A Figura 4.23 mostra a configuração da Unidade PE1 (SANTOS et al., 1988), semelhante a Unidade PE (Figura 4.24) da Região do Alto Rio Sucuru (mancha número 01).



**Fig. 4.23 - Rede de Drenagem Extraída da Carta Topográfica da SUDENE da Unidade de Mapeamento PE1 (SANTOS et al., 1988)**



**Fig. 4.24 - Rede de Drenagem Extraída da Carta Topográfica da SUDENE da Unidade de Mapeamento PE da Região do Alto Rio Sucuru (Mancha Número 01 ).**

Observando-se os dados da Tabela 4.8, verifica-se que ambas apresentam valores de densidade de drenagem ( $Dd_2$ ) próximos ao valor médio de 0,69 para Unidades com alta capacidade de infiltração. O valor maior da Unidade PE da Região do Alto Rio Sucuru deve-se ao fato da presença de AFLORAMENTOS DE ROCHA (AR).

#### **4.6.3 Análise em Amostras Circulares**

A comparação dos dados do estudo da rede de drenagem a partir das Unidades de Mapeamentos e Amostras Circulares foi realizada tomando por base algumas Unidades de Mapeamento da Região do Alto Rio Sucuru e de outras Unidades de Mapeamento com comportamentos hidropedológicos semelhantes. Os resultados estão no ANEXO B5. A Figura 4.25 ilustra o traçado desta Amostra Circular na Unidade de Mapeamento NC1 da Região do Alto Rio Sucuru (mancha número 03) e a Figura 4.26 ilustra graficamente a variação das densidades de drenagem obtidas por ambos os métodos para diversas Unidades de Mapeamento testadas.

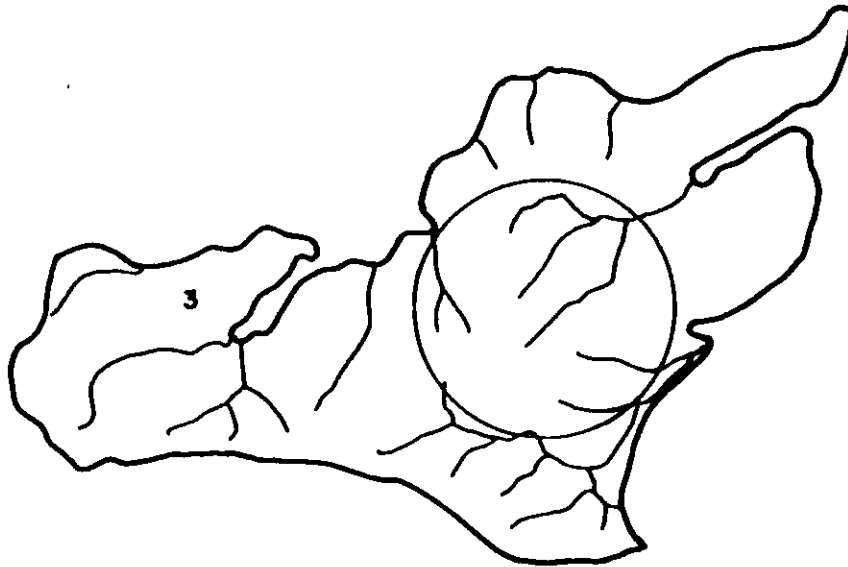


Fig. 25 - Exemplo do Traçado da Amostra Circular na Unidade de Mapeamento da Região do Alto Rio Sucuru NC1 (Mancha Número 03).

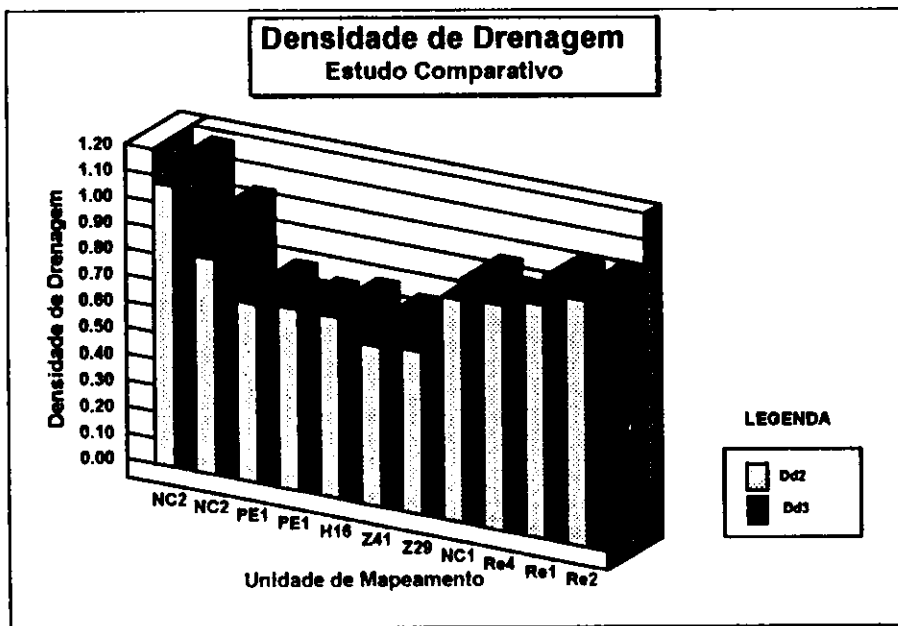
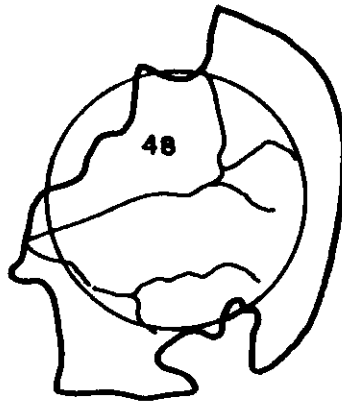


Fig. 4.26 - Estudo Comparativo Entre a Densidade de Drenagem Obtida pelo Método da Unidade de Mapeamento ( $D_{d2}$ ) e Pelo Método Proposto de Amostras Circulares ( $D_{d3}$ ).

O resultado obtido na análise de regressão dos dados da Tabela 4.8, revelou um coeficiente de determinação ( $R^2$ ) de 0,90; demonstrando com isto uma correlação bastante significativa entre os dois métodos de obtenção da densidade de drenagem. No entanto, verificou-se que as Amostras Circulares apresentaram certas limitações para o seu uso como mostra a Figura 4.27, referente a Unidade REe da Região do Alto Rio Sucuru e a Figura 4.28, referente a Unidade NC3 também da Região do Alto Rio Sucuru, onde as manchas pelas características de suas formas não puderam ser amostradas, ou seja a amostra circular, nestes casos, extrapola os limites das manchas.

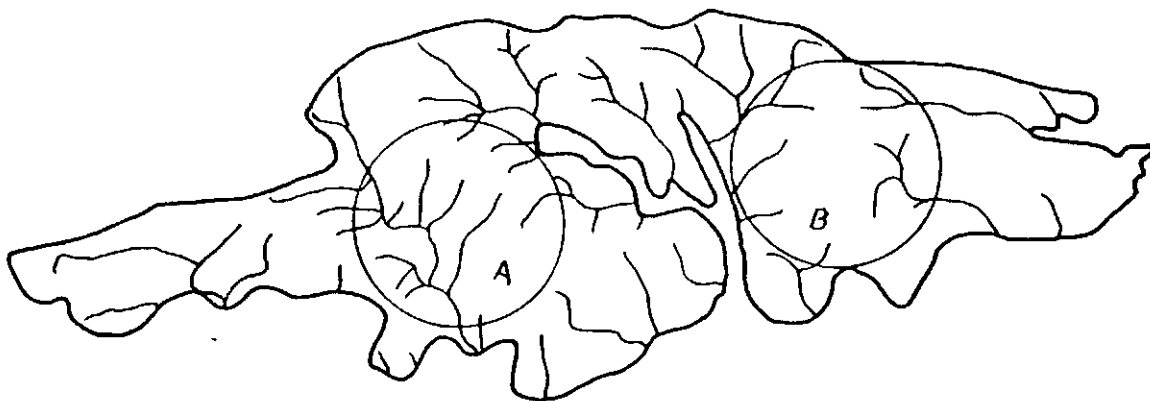


**Fig. 4.27 - Uso da Amostra Circular na Unidade REe da Região do Alto Rio Sucuru.**



**Fig. 4.28 - Uso da Amostra Circular na Unidade NC3 da Região do Alto Rio Sucuru.**

Em outros casos, como ilustra a Figura 4.29, verificou-se que a drenagem não tinha um comportamento uniforme. Assim quando a amostra circular foi locada em A, onde temos um maior número de canais de drenagem, a densidade de drenagem apresentou o valor 1,48. Quando a amostra foi deslocada para B, onde temos um menor número de rios, este valor decresceu para 0,85. A média deste resultado forneceu o valor de 1,17, que esta bem além do valor médio para solos de média a baixa capacidade de infiltração. Quando esta mesma Unidade foi analisada pelo método proposto da Unidade de Mapeamento o valor foi de 1,01, aproximando-se do valor médio para este tipo de solo.



**Fig. 29 - Uso da Amostra Circular na Unidade NC2 da Região de Itaporanga (SANTOS et al., 1988) em uma Área de Alta Densidade de Drenagem (A) e em uma Área com mais Baixa Densidade de Drenagem (B).**



# Capítulo 5

## Conclusões

1. A utilização das imagens TM/LANDSAT-5, associada a dados bibliográficos pré-existentes e aos dados obtidos no campo, atendeu aos objetivos propostos no trabalho.
2. A visão sinóptica do terreno que as imagens TM/LANDSAT-5 oferecem permitiu uma interpretação mais geral do conjunto de alvos de interesse, como por exemplo: a pedologia, a geologia, a ocupação da terra, o relevo, os corpos d'água, a rede de drenagem, etc.
3. A fotointerpretação das Imagens TM/LANDSAT-5, para a realização do Levantamento de Reconhecimento (Alta Intensidade) de Solos na escala 1:100.000, proporcionou uma redução substancial de tempo e de gastos para a realização de estudos desta natureza.
4. O uso das imagens TM/LANDSAT-5 permitiu um maior detalhamento pedológico da área, aumentando o número de Unidades de Mapeamento de 6 (Levantamento Exploratório-Reconhecimento de Solo) para 16 no presente trabalho.
5. As características qualitativas da rede de drenagem, bem como as fotográficas (textura fotográfica e tonalidade de cinza) não foram suficientes para a identificação das Unidades de Mapeamento, porquanto elas apresentaram com pequenas diferenças para uma mesma Unidade de Mapeamento, o que exigiu uma análise mais apurada dos dados das imagens.
6. O controle de campo auxiliou a interpretação dos aspectos estudados nas Imagens TM/LANDSAT-5 e permitiu a confirmação das Unidades de Mapeamento, além da obtenção de algumas características não definidas na

---

imagem, como textura predominante, coloração da superfície do solo e o relevo da área.

7. O nível de detalhe da rede de drenagem obtido através de imagens TM/LANDSAT-5 na escala 1:100.000 foi equivalente ao obtido por fotografias aéreas na escala aproximada de 1:70.000.
8. A rede de drenagem extraída das cartas topográficas da SUDENE, quando comparada com as obtidas das imagens TM/LANDSAT-5, apresentou uma redução substancial no número e no comprimento de rios. Esta redução foi verificada principalmente em:
  - Áreas com relevo fortemente ondulado e montanhoso, onde os rios de ordens inferiores não estão indicados; e
  - Áreas próximas a açudes, cidades, etc.
9. Os parâmetros quantitativos da rede de drenagem, obtidos de imagens TM/LANDSAT-5 e das cartas topográficas, mostraram uma correlação direta (densidade de drenagem, de frequência de rios, da textura topográfica e do comprimento médio de rios, definidos neste trabalho).
10. A análise quantitativa foi mais eficiente na caracterização no estudo da rede de drenagem, com destaque para a densidade de drenagem, frequência de rios e textura topográfica, não se verificando o mesmo para o comprimento médio de rios.
11. A comparação dos resultados obtidos da composição e das características do padrão de drenagem variaram com a natureza do solo, com a posição topográfica em que eles ocorrem e com a profundidade do substrato rochoso.
12. A constatação de ocorrência de áreas com relevo acidentado e áreas de AFLORAMENTOS DE ROCHA proporciona um decréscimo da densidade de drenagem.

- 
13. A aplicação da metodologia de obtenção de parâmetros de drenagem a partir do Método de Amostras Circulares utilizado neste estudo apresentou resultados comparáveis ao do método de Unidades de Mapeamento proposto, sendo que este último mostrou como vantagens a sua aplicabilidade independentemente da morfologia, estrutura e formato das Unidades de Mapeamento estudadas.
  14. Os resultados obtidos em manchas muito pequenas (inferiores a 3,5 km<sup>2</sup>, por exemplo, as manchas de AFLORAMENTOS DE ROCHA) não apresentaram confiabilidade neste trabalho; embora, possam ser identificadas nas imagens TM/LANDSAT-5 pela tonalidade de cinza escura e pelo relevo ondulado a fortemente ondulado.

## Referências Bibliográficas

- ALBUQUERQUE, J.P.T. **Os Recursos de Água Subterrânea do Trópico Semi-Árido do Estado da Paraíba**. UFPB. Campina Grande-PB. 1984. 195 p. (Tese de Mestrado)
- ALLUM, J.A.E. **Photogeology and Regional Mapping** - Pergamon Press. London. 1969. 108 p.
- ANDERSON, J.R.; HARDY, E.E.; ROACH, J.T. & WITNER, R.E. **A Land Use and Land Cover Classification System for Use with Remote Sensor Data**. Washington, DC. U.S. Geological Survey, (Paper nº 964). 1976.
- ANGULO FILHO, R.A. **Variações de Características de Redes de Drenagem em Função das Fotografias Aéreas Verticais Obtidas em Épocas Diferentes**. Piracicaba, ESALQ/USP, 1981. 128 p. (Tese M.S.).
- AVERY, T.E. **Interpretation of Aerial Photographs**. 2ª ed., Mineapolis. Burgess Publishing Company. 1969. 324 p.
- BARBOSA, M.P. **Estudo do Relacionamento Genético de Feições Geológicas na Região do Espinhaço Meridional e Adjacências (MG)**. São Paulo, USP. 1988 (Tese de Doutorado).
- BAUER, M.E. L.L.; BIEHL, L.L.; DAUGHTRY, C.S.J. et al. **Final Report Agricultural Scene Understanding and Supporting Field Research**; prepared by LARS, Purdue University for NASA, contract Report Nº 112879. 1979.

- BAUNGARDNER, M.F.; KRISTOF, S.I.; JOHANNSEN, C.J. et al. **Effects of Organic Matter on Multispectral Properties of Soils**. Proc. Ind. Acad. Sci. (79): 1970p. 413-422.
- BLOOM, A.L. **Superfície da Terra**. Tradução e comentários por Setembrino Petri e Reinholt Ellert. Ed. Edgard Blücher Ltda. São Paulo, USP. 1970. 184 p.
- BOWERS, S.S, & HANKS, R.J. Reflection of Radiant Energy from Soils. **Soil Sci.** (100):1965. p. 130-138.
- BRASIL. MINISTÉRIO da AGRICULTURA; **I - Levantamento Exploratório-Reconhecimento de Solos do Estado da Paraíba. II - Interpretação Para Uso Agrícola dos Solos do Estado da Paraíba**. M.A./CONTAP/USAID/BRASIL. (Boletim DPFS. EPE-MA, 15 - Pedologia, 8). Rio de Janeiro. 1972. 683 p.
- BURINGH, P. The Applications of Aerial Photographs in Soil Surveys. In: American Society of Photogrammetry, **Manual of Photographic Interpretation**. Washington. Cap. 11: 1960. p. 633-666.
- CADIER, E. & FREITAS, R.J. **Bacia Representativa de Sumé. Primeira Estimativa dos Recursos de Água. Campanhas de 1973 a 1980**. Recife, SUDENE-DRN, 1982. 180 p. (Brasil. SUDENE. Série Hidrologia, 14). "Convênio SUDENE-ORSTOM".
- CADIER, E.; FREITAS, B.J. de & LEPRUN, J.C. **Bacia Representativa de Sumé: Instalação e Primeiros Resultados**. Recife, SUDENE, 1983. 87 p.
- CADIER, E. **Método de Avaliação dos Escoamentos nas Pequenas Bacias do Semi-Árido**. Recife, SUDENE, 1984. 75 p. (Série Hidrologia, 21).
- CADIER, E. **Hidrologie des Petits Bassins du Nordeste Brésilien Semi-Aride: Transposition à des Bassins non Étudiés**. ORSTOM-Institut Français de Recherche Scientifique pour le développement en coopération. Paris. 1993. 414 p. (Collection ÉTUDES et THÈSES).

- 
- CAMPOS, S.; BARROS, Z.X. de & CARDOSO, L. G. Alguns Parâmetros Quantitativos do Padrão de Drenagem na Caracterização e Diferenciação de Unidades de Solos da Bacia do Rio Capivara - Botucatu - SP. In: XXIII Congresso Brasileiro de Engenharia Agrícola. Campinas, São Paulo, 1994. N/numerado (**separata**).
- CARDOSO, L. G.; PIEDADE, G.C.R.; BARROS, Z.X. de; CURY, S. Análise Multivariada Aplicada á Variáveis da Rede de Drenagem de Amostras Circulares. In: XIII Congresso Brasileiro de Engenharia Agrícola. Campinas, São Paulo, 1994. N/numerado (**separata**).
- CARVALHO, W. A. **Fotointerpretação de Bacias Hidrográficas em Amostras Circulares de Redes de Drenagem de Solos com Horizonte B Textural**. Piracicaba, ESALQ/USP. 1977. 126 p. (Tese de Doutorado).
- CHAVES, I.B.; SILVA, I.F.; CAVALCANTI, L.F. Cobertura de Pedras e seus Efeitos nas Perdas de Solo e Água. In: Encontro Nacional de Pesquisa sobre Conservação do Solo. Recife, 1980. **Anal...** Recife, Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 1981. p. 301 (**resumo**).
- CHRISTOFOLETTI, A. Análise Morfométrica das Bacias Hidrográficas. **Notícias Geomorfológicas**, Campinas, (9): 1969. p. 35-64.
- COLWELL, R.N. Photographic Interpretation for Civil Purposes. In: American Society of Photogrammetry. **Manual of Photogrammetry**. 2ª ed. Washington, 1952. p. 535-602.
- CORRÊA, J.C. Alguns Padrões Aerofotográficos de Três Pequenas Bacias Hidrográficas no Município de Independência-Ceará. In: XXII Congresso Brasileiro de Ciência do Solo. Recife, 1989. p. 83 (**Resumo**).
- COSTA, W.D. Roteiro de Excursão: Hidrologia no Cristalino: Região Monteiro-Sumé, PB. In: XVII Congresso Nacional de Geologia. Recife/PE, nov. 1963. 22 p. ilustr.

- DANTAS, J.R.A.; CAÚLA, J.A.L.; NEVES, B.B. de L. & PEDROSA, I.L. **Mapa Geológico do Estado da Paraíba; Texto Explicativo**. Campina Grande, CDRM. 1982. 134 p.
- DEMÉTRIO, V.A. **Variação de Características de Redes de Drenagem em Função da Escala das Fotografias Aéreas Verticais**. Piracicaba. ESALQ/USP, 1977. 107 p. (Tese M.S.).
- DONZELI, P.L.; VALÉRIO FILHO, M.; NOGUEIRA, F.P.; PEREZ FILHO, A. & KOFFLER, N.F. Imagens Orbitais e de Radar na Definição de Padrões Fisiográficos Aplicados a Solos. **Rev. Bras. de Ci. Solo**, Campinas, vol. 7(1): 1983. p. 89-84, jan./abr. EMBRAPA. Serviço Nacional de Levantamento e Conservação de Solos.
- DUNBAR, R.A. Problems of Interpretation in Tropical Regions. In: **Aerial Photographic Interpretation: Principles and Applications**. New York, McGraw-Hill. 1959. p. 426-427.
- EMBRAPA. **Crítérios para Distinção de Classes de Solos e de Fases de Unidades de Mapeamento**: Normas em Uso pelo SNLCS. Rio de Janeiro. 1988a. 67 p. (Documento, 11).
- . **Definição e Notação de Horizontes e Camadas do Solo**. 2 ed<sup>a</sup> rev. atual. Rio de Janeiro. 1988b. 54 p. (Documento, 3).
- . **Manual de Métodos de Análise do Solo**. Rio de Janeiro. 1979a. Não paginado.
- . REUNIÃO TÉCNICA DE LEVANTAMENTOS DE SOLOS. Rio de Janeiro. **Súmula...** Rio de Janeiro: EMBRAPA-SNLCS. 1979b. 83 p. (EMBRAPA. SNLCS. Documentos, 10).
- . **Zoneamento Agroecológico do Estado de Pernambuco**. No prelo. CNPS - Recife. 1994.

- FADEL, H. **Fotointerpretação de Bacias e de Redes de Drenagem de Três Séries de Solos da Fazenda Ipanema. Município de Araçoiaba da Serra (SP).** Piracicaba, ESALQ/USP. 1972. 92 p. (Tese M.S.).
- FRANÇA, G.V. **Interpretação Fotográfica de Bacias e de Redes de Drenagem Aplicada a Solos da Região de Piracicaba.** Piracicaba, ESALQ/USP. 1968. 151 p. (Tese de Doutorado).
- FRANÇA, G.V. de & DEMATÊ, J.A.M. Interpretação Fotográfica dos Padrões de Drenagem Desenvolvidos em Solos Originados do Arenito Bauru. In: XXIII Congresso Brasileiro de Ciência do Solo. Porto Alegre-RS. 1991. p. 121 (Resumo).
- FREIRE, J.C. **Fotointerpretação de Redes de Drenagem dos Três Solos da Região de Altinópolis, Minas Gerais.** Piracicaba, ESALQ/USP. 1977. 136 p. (Tese de Doutorado).
- FREITAS, R. O. **Textura de Drenagem e sua Aplicação Geomórfica.** Bol. Paul. Geogr., São Paulo. 11: 1952. p. 53-57.
- FROST, R.E. Photo Interpretation of Soil. In: American Society of Photogrammetry. **Manual of Photographic Interpretation.** Washington. Cap. 5: 1960. p. 343-402.
- GANDOLFI, N. Análise Morfométrica de Drenagem na Bacia do Rio Mogi-Guaçu. **Not. Geom.,** Campinas. 11 (21): 1971. p. 23-40.
- GARCEZ, L.N. & ALVAREZ, G.A. **Hidrologia.** São Paulo. Editora Edgard Blücher Ltda. 2ª ed. 1988. 291 p.
- GEVAERD, I. **Parâmetros Fotoanalíticos de Três Unidades de Solo da Região Nordeste Paranaense.** Piracicaba, ESALQ/USP. 1974. 110 p. (Tese de M.S.).
- GOOSEN, D. **Interpretation de Fotos Aereas y su Importancia en Levantamiento de Suelos.** Roma, Organizacion de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentacion. 1968. 58 p. (Boletim sobre Suelos, 6).



- GUY, M. Quelques Principes e Quelques Expériences sur la Methodologie de la Photointerprétation. In: Simpósium International de Photointerprétation, 2. Acte. V.1. 1966. p. 21-24. Paris.
- HORTON, R.E. Erosional Development of Streams and their Drainage Basins: Hydrophysical Approach to Quantitative Morphology. In: **Bul. Geol. Soc. Amer.** (56): 1945. p. 275-370.
- KOFFLER, N.F. **Análise Aerofotográfica da Área de Amostragem Circular na Caracterização Quantitativa do Padrão de Drenagem.** São José dos Campos, SP. INPE. 1976a. 20 p.
- KOFFLER, N.F. **Utilização de Imagens Aerofotográficas e Orbitais no Estudo do Padrão de Drenagem em Solos Originados do Arenito Bauru.** São José dos Campos, S.Paulo. INPE. 1976b. 167 p. (Dissertação de mestrado).
- LEÃO, S.R.F. **Interpretação Fotográfica dos Padrões de Drenagem Desenvolvidos em Dois Solos do Distrito Federal.** Piracicaba, ESALQ/USP. 1973. 110 p. (Tese de M.S.).
- LEMOS, R. C. de & SANTOS, R. D. dos. **Manual de Descrição e Coleta de Solo no Campo.** 2ª ed. Campinas. SBCS. 1984. 46 p.
- LEPRUN, J.C.; ASSUNÇÃO, M.S. & CADIER, E. **Avaliação dos Recursos Hídricos das Pequenas Bacias do Nordeste Semi-Árido. Características Físico-Climáticas. (Primeira Síntese dos Resultados Obtidos).** Recife, SUDENE-DRN-HME, 1983. 71 p. il. mapas. (Brasil. SUDENE. Hidrologia, 15). "Convênio SUDENE/ORSTOM".
- LOBO, F.L.L. **Caracterização Espectral de Solos Afetados por Sais da Ilha de Assunção-PE com Base nos Dados do TM LANDSAT-5.** Campina Grande, UFPB. 1992. 84 p. (Tese M.S.).
- LUEDER, D. J. **Aerial Photographic Interpretation: - Principles and Applications.** N. York. McGraw-Hill. 1959. 162 p.

- LUZ, L.R.Q.P. da; SANTOS, M.C.D. & MERMUT, A.R. Pedogênese em uma Topossequência do Semi-Árido de Pernambuco. **Rev. Bras. Ci. Solo**, 16(1): jan. 1992. p. 95-102.
- MARCHETTI, D.A.B. **Fotointerpretação de Atributos de Relevo Aplicada a Solos da Região de Piracicaba**. Piracicaba, ESALQ/USP. 1969. 58 p. (Tese de Doutorado).
- MARCHETTI, D.A.B. & GARCIA, G.J. **Sensoriamento Remoto: Princípios e Interpretação de Imagens**. Edit. Nobel. 1986. 357 p. São Paulo.
- MAXWELL, J.C. **The Bifurcation Ratio in Horton's Law Streams Numbers**. Trans. Am. Geophys. Un, Washington, 1955. 36: 520 p. (resumos).
- MILLER, V.C. **Photogeology**. McGraw-Hill Book Co. Inc. New York- Toronto-London, 1961. 248 p.
- MOLINIER, M.; AUDRY, P.; DESCONNETS, J. C. & LEPRUN, J. C. **Projeto: "Dinâmica da Água e das Matérias em um Ecossistema Representativo do Nordeste Brasileiro. Condições de Extrapolação Espacial na Escala Regional"**. Relatório final. Recife, ATP-PIREN, ORSTOM, 1989a. 27 p. anexos.
- MOLINIER, M.; AUDRY, P. & LEPRUN, J. C. Modelagem do Escoamento e da Infiltração de um Solo BRUNO NÃO CÁLCICO do Nordeste Semi-Árido. In: VIII Simpósio Brasileiro de Recursos Hídricos, **Anais**. Foz do Iguaçu, 1989b. ABRH, vol. 1, p. 432-443.
- MOLLE, F. & CADIER, E. **Manual do Pequeno Açude**. SUDENE, Coopération Française/ORSTOM, 1992. 521 p. il.
- MOREIRA, M.A. & ASSUNÇÃO, G.V. **Princípios Básicos, Metodológicos e Aplicação de Sensoriamento Remoto na Agricultura**. INPE. 3199-MD/027. 1984. 70 p.
- "MUNSELL SOIL COLOR CHARTS"**. Baltimore, Maryland, USA. 1946.

- 
- NOGUEIRA, F. de P. **Utilização de Fotografias Aéreas em Três Escalas no Estudo de Redes de Drenagem em Diferentes Unidades de Solo.** Piracicaba, ESALQ/USP. 1979. 110 p. (Tese M.S.).
- NOVO, E.M.L.M. **Sensoriamento Remoto: Princípios e Aplicações.** Editora Edgard Blücher Ltda - São Paulo. 1989.
- NOVO, E.M.L.M.; KUX, H.J.; PINTO, S. dos A.F.; SAUSEN, T.M. **Curso de Treinamento: Introdução às Técnicas de Sensoriamento Remoto e Aplicações.** INPE-1869-MD/004. 1980.
- NOUVELOT, J.F. **Planificação da Implantação de Bacias Representativas; Aplicação a Área da SUDENE.** Recife, 1974. Convênio SUDENE-ORSTOM. 91 P.
- ORLOV, D.S. **Quantitative Patterns of Light Reflection on Soil: I . Influence of Particle (Aggregate) Size on Reflectivity;** Diklady. Soil Sci. 13. 1966. Supplement.
- PARAÍBA. Projeto Canaã. **Plano Diretor da Bacia do Rio Paraíba. Fase I - Diagnóstico. Potencialidades em Solo.** Secretaria de Recursos Hídricos. Diretoria de Programação. 1984. 80p.
- PARVIS, M. **Drainage Pattern Significance in Airphoto Identification of Soil and Bedrocks.** Photogrammetryc Engineering, 16 (3): jun. 1950. 387-408.
- POLITANO, W.; FERRAUDO, A.S.; LOPES, L.R.; CORSINI, P.C. & AMARAL, C. **Comparação entre Bacias de 3ª, 2ª e 1ª Ordens de Magnitude na Diferenciação de Áreas de Solos pela Análise Morfométrica de Bacias Hidrográficas.** In: XXIII Congresso Brasileiro de Engenharia Agrícola. Campinas, São Paulo. 1994. N/numerado (**separata**).
- QUEIROZ, J.E.R. de & BARROS, M.A. **Processamento Digital de Imagens Multiespectrais.** Laboratório Associado de Sensoriamento Remoto. Campina Grande. Publicação interna. 1992.

- RABBEN, E.L. Fundamentals of Photointerpretation. In: American Society of Photogrammetry. **Manual of Photographic Interpretation**. Cap. 3: 1960. p. 99-186.
- RAMOS, C.R. de L. **Classificação dos Solos no Semi-Árido Paraibano Através de Imagem MSS-LANDSAT**. Areia, UFPB. 1983. 163 p. (Tese M.S.).
- RANZANI, G. **Manual de Levantamento de Solos**. 2ª ed. São Paulo, editora da USP. 1969. 167 p.
- RAY, R.G. **Fotografias Aéreas na Interpretação e Mapeamento Geológicos**. (Traduzido por Jenuino Felicissimo Jr). São Paulo. Inst. Geográfico e Geológico. 1963. 88 p. 75 fotografias.
- RAY, R.G. & FISCHER, W.A. Quantitative Photographic: A Geologic Research Tool. In: **Photogramm. Engng**. (26): 1960. 143-150.
- RICCI, M.; PETRI, S. **Princípios de Aerofotogrametria e Interpretação Geológica**. Co. Edit. Nacional. São Paulo. 1965. 226 p.
- RIVERAU, J. C. **Notas de Aula do Curso de Fotointerpretação**. Sociedade de Intercâmbio Cultural e Estudos Geológicos. XI Semana de Estudos. Ouro Preto/MG. 1972.
- ROURKE, J.D. & AUSTIN, M.E. The Use of Air-Photos for Soil Classification and Mapping in the Field. In: **Separata de Photogramm. Engng**. (17): 1951. p. 738-745.
- SANTOS, A. P. dos; FORESTI, C.; NOVO, E.M.L. de M.; NIERO, M. & LOMBARDO, M.A. **Metodologia de Interpretação de Dados de Sensoriamento Remoto e Aplicações no Uso da Terra**. INPE-2261-MD/061. 1981.
- SANTOS, A.R. dos. **Estudos Sobre Tectônica de Fraturamento da Região do Quadrilátero Ferrífero e em Partes do Complexo Migmatítico-Granulítico de Minas Gerais com Base em Sensoriamento Remoto**. USP. São Paulo. 1986. (Tese de Doutorado).

- SANTOS, M.J. dos; RAMOS, C.R.L. & FERNANDES, M. de F. **Levantamento, Planejamento, Manejo e Uso da Terra da Região Semi-Árida do Estado da Paraíba**. Projeto PB-37 UFPB/CCT/INPE-LASER. Relatório Parcial - Campina Grande/PB. 1988.
- SHOCKLEY, W.G.; KNIGHT, S.T. & KIPSCOMB, E.B. Identifying Soil Parameters with an Infrared Spectrometer. In: Proc. 2 and Symp. on Remote Sens. of Environ. Ann Arbor. Univ. of Michigan. 1962.
- SILVA NETO, A.F. da. **Avaliação dos Recursos Hídricos e Uso da Terra na Bacia do Alto Rio Sucuru, com Base em Imagens TM/LANDSAT-5**. Campina Grande, UFPB. 1993. 155 p. (Tese M.S.).
- SILVA, F.B.R.e; RICÉ, G.R.; TONNEAU, J.P.; SOUZA NETO, N.C. de; BRITO, L.T. de L.; CORREIA, R.C.; CAVALCANTI, A.C.; SILVA, F.H.B.B.da & SILVA, J.C. de A.da. **Zoneamento Agroecológico do Nordeste; Diagnóstico do Quadro Natural e Agrossocioeconômico**. Petrolina/PE: EMBRAPA-CPATSA/Recife: EMBRAPA/ CNPS. Coord. Regional Nordeste. 2v. II. 1993.
- SMITH, K.G. Standards for Grading Texture of Erosional Topography. In: **Amer.J. Sci.** (248): 1950. p. 655-688.
- SOARES, P.C. & FIORI, A.P. **Lógica e Sistemática na Análise e Interpretação de Fotografias Aéreas em Geologia**. Nat. Geomorfol. Nº16 (32): 1976. p. 71-104. Campinas. São Paulo.
- SOLOMON, S.I. & KLOHN, W. Application of Remote Sensing to Assessment of Water Resources. In: Earth Observation from Space and Management of Planetary Resources. Paris. 1978. p. 49-61.
- SOUZA, A.R. de. **Caracterização e Interpretação de Solos Brunos Não Cálcicos para Uso Agrícola, no Sertão do Pajeú do Estado de Pernambuco**. Viçosa, UFV. 1986. 77 p. (Tese M.S.).

- SOUZA, M.L.P. **Fotointerpretação das Redes de Drenagem de Três Solos com Horizonte B Latossólico Ocorrentes no Município de Ponte Grossa - PR.** Piracicaba, ESALQ/USP. 1975. 135 p. (Dissertação de mestrado).
- STEFFEN, C.A.; LORENZETTI, J.A. & STECH, J.L. **Introdução às Técnicas de Sensoriamento Remoto e Aplicações - Curso de Treinamento.** INPE-1869-MD/004. 1980.
- STRAHLER, A.N. Hipsometric (area-altitude): Analysis of Erosional Topography. **Bul. Geol. Soc. Amer.** 63: 1952. p. 1117-1142.
- STRAHLER, A.N. Quantitative Analysis of Watershed-Geomorphology. In: **Trans. Amer. Geophys. Un. Washington.** (38): 1957. p. 913-920. SUDENE. **Folha Sumé (SB.24.Z.D.V).** Recife. Carta Topográfica. Escala 1:100.000. 1972.
- SUDENE. **Folha Prata (SB.24.Z.D.IV).** Recife. Carta Topográfica. Escala 1:100.000. 1972.
- SUDENE. **Folha Patos (SB.24.Z.D.I).** Recife. Carta Topográfica. Escala 1:100.000. 1972.
- SUDENE. **Folha Juazeirinho (SB.24.Z.D.II).** Recife. Carta Topográfica. Escala 1:100.000. 1972.
- SUDENE. **Folha Itaporanga (SB.24.Z-C-II).** Recife. Carta Topográfica. Escala 1:100.000. 1972.
- SUDENE. **Folha Serra Talhada (SB.24-Z-C-V).** Recife. Carta Topográfica. Escala 1:100.000. 1972.
- SUDENE. **Folha Tupanaci (SC.24-X-A-I).** Recife. Carta Topográfica. Escala 1:100.000. 1972.
- SUDENE. **Folha Bodocó (SB.24-Y-D-V).** Recife. Carta Topográfica. Escala 1:100.000. 1972.

- TATOR, B.A. Photointerpretation in Geology. In: **Manual of Photographic Interpretation**. Amer. Soc. Photog. Washington. 1960. p. 169-342.
- USGS/NOAA. **Geological Survey/National Oceanic and Atmospheric Administration. "LANDSAT-4 Data Users Handbook"**. Alexandria, USA. 1984.
- VALÉRIO FILHO, M.; EIPHANIO J.C.N. & FORMAGGIO, A.R. **Metodologia de Interpretação de Dados de Sensoriamento Remoto e Aplicações em Pedologia**. Publicação interna. INPE-2211-MD/008. 1981. 58 p.
- VASQUES FILHO, J. **Critérios Morfométricos Aplicados à Fotointerpretação de Redes de Drenagem em Três Unidades de Solos no Município de Piracicaba (SP)**. Piracicaba, ESALQ/USP. 1972. 113 p. (Tese de Doutorado).
- VASQUES FILHO, J. & FRANÇA, G.V. de. Fotointerpretação de Características Quantitativas de Redes de Drenagem em Levantamentos de Solos. In: XXIII Congresso Brasileiro de Ciência do Solo. Porto Alegre-RS. 1991. p. 123 .
- VENEZIANI, P. **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. 1986. (Tese de Doutorado).
- VENEZIANI, P. & ANJOS, C.E. dos. **Metodologia de Interpretação de Dados de Sensoriamento Remoto e Aplicações em Geologia**. INPE. São José dos Campos. 1982. 61 p.
- VILLAR, J.M.; ARÁM, M.D. & PORTA, J. **Teledetección de Suelos Afectados por Salinidad: Aspectos Metodológicos para su Inventario y Seguimiento**. Lérida, Departamento de Ciências del Suelo. (S.d.).
- ZINKE, P.J. Photointerpretation of Soil. In: American Society of Photogrammetry. **Manual of Photographic Interpretation**. Washington. Cap. 10. 1960. p. 539-560.

# Anexo A

## Perfis de Solo

### PERFIL NÚMERO: 01

UNIDADE: PE

CLASSIFICAÇÃO: *PODZÓLICO VERMELHO AMARELO EQUIVALENTE EUTRÓFICO* textura média cascalhenta fase caatinga

hipoxerófila relevo ondulado.

LOCALIZAÇÃO: Estrada que liga BR-412 a Prata. Município de Monteiro.

SITUAÇÃO E DECLIVIDADE: Terço médio de encosta com 3% de declividade.

FORMAÇÃO GEOLÓGICA: Pré-Cambriano (CD). Gnaisse.

MATERIAL ORIGINÁRIO: Saprolito da rocha acima citada, com influência de material pseudo-autóctone.

RELEVO: Ondulado.

DRENAGEM: Acentuadamente drenado.

EROSÃO: Laminar moderada a severa.

PEDREGOSIDADE: Alguns afloramentos.

VEGETAÇÃO: Caatinga hipoxerófila com marmeleiro, caatingueira, brauna, umburama.

USO ATUAL: Sem uso.

### DESCRIÇÃO MORFOLÓGICA

**A1** 0-25cm; bruno escuro (10 YR 3/3, seco); franco arenoso; fraca pequena blocos subangulares; poros muitos pequenos e comuns médios; ligeiramente duro, friável, ligeiramente plástico e ligeiramente pegajoso; transição gradual e plana.

**A3** 25-50cm; bruno acinzentado muito escuro (10 YR 3/2, úmido); franco arenoso; fraca média blocos subangulares; poros muito pequenos e poucos médios; ligeiramente duro, friável, plástico e pegajoso; transição clara e plana.

**B21t** 50-80cm bruno amarelado (10YR 5/6, úmido); franco argilo-arenoso cascalhento; fraca e moderada média blocos subangulares; poros muito pequenos e poucos médios; duro, friável, plástico e pegajoso.

**RAÍZES:** Comuns no A1.

**OBSERVAÇÃO:** Fonte: PARAÍBA (1984), Perfil número 06



**PERFIL NÚMERO: 02****UNIDADE:** NC2**CLASSIFICAÇÃO:** BRUNO NÃO CÁLCICO fase pedregosa caatinga hiperxerófila relevo suave ondulado.**LOCALIZAÇÃO:** Lado esquerdo da estrada Monteiro-Sumé. Município de Sumé.**SITUAÇÃO E DECLIVIDADE:** Corte de estrada em terço superior de pequena elevação com 5% de declividade.**FORMAÇÃO GEOLÓGICA:** Pré-Cambriano (CD). Biotita-gnaiss.**MATERIAL ORIGINÁRIO:** Saprolito da rocha supracitada e material pseudo-autóctone.**RELEVO:** Suave ondulado.**DRENAGEM:** Bem drenado.**EROSÃO:** Luminar ligeira a moderada.**PEDREGOSIDADE:** Calhaus na superfície do solo.**VEGETAÇÃO:** Caatinga hiperxerófila com marmeleiro, aroeira, pereiro e caatingueira.**USO ATUAL:** Algodão, milho e feijão.**DESCRIÇÃO MORFOLÓGICA**

- A<sub>1</sub>** 0-14cm; bruno escuro (10YR 3/3, úmido), bruno (10YR 4/3, seco); franco argiloso cascalhento; moderada muito pequena blocos subangulares e moderada muito pequena a pequena granular; muitos poros pequenos; macio, friável, plástico e pegajoso; transição clara e plana.
- IIB<sub>1t</sub>** 14-22cm; vermelho escuro (2,5YR 3/6, úmido); argila; forte muito pequena a pequena blocos subangulares; poros pequenos comuns e poucos médios; ligeiramente duro, firme, plástico e pegajoso; transição clara e plana.
- IIB<sub>2t</sub>** 22-46cm; vermelho amarelado (5YR 4/8, seco); argila; fraca média a grande prismática, composta de forte muito pequena blocos subangulares; poros pequenos comuns e poucos médios; duro, firme, muito plástico e muito pegajoso; transição clara e ondulada.
- IIIB<sub>3t</sub>** 46-70cm; bruno acinzentado escuro (10YR 4/2, úmido), bruno acinzentado (10YR 5/2, seco); mosqueado pequeno, comum e proeminente preto (10YR 2/1, úmido); franco argiloso; forte média a grande blocos angulares; muitos poros muito pequenos; extremamente duro, friável, plástico e pegajoso; transição clara e ondulada.
- IIIC** 70-85cm; rocha semi-decomposta.

**RAÍZES:** Muitas no A<sub>1</sub>; comuns no IIB<sub>1t</sub> e IIB<sub>2t</sub>; poucas no IIIB<sub>3t</sub> e IIIC.**OBSERVAÇÃO:** - Ocorrem cascalhos de quartzo arestados no IIB<sub>1t</sub> e IIB<sub>2t</sub>.  
- Fonte: PARAÍBA (1984), perfil número 07

**PERFIL NÚMERO: 03**

**DATA:** 13/04/78

**CLASSIFICAÇÃO:** BRUNO NÃO CÁLCICO *vértico* com A fraco textura argilosa caatinga hiperxerófila relevo suave ondulado.

**LOCALIZAÇÃO:** Lado direito da estrada Súme-Congo, a 11 km de Sumé.

**SITUAÇÃO E DECLIVIDADE:** Perfil em terço médio da encosta com 4% de declividade.

**FORMAÇÃO GEOLÓGICA E LITOLOGIA:** Pré-Cambriano (CD) - Gnaisse.

**MATERIAL ORIGINÁRIO:** Saprolito da rocha supracitada.

**RELEVO LOCAL:** Suave ondulado.

**RELEVO REGIONAL:** Suave ondulado.

**PEDREGOSIDADE:** Poucos calhaus na superfície.

**EROSÃO:** Laminar moderada, sulcos superficiais repetidos.

**VEGETAÇÃO LOCAL:** Jurema e marmeleiro.

**VEGETAÇÃO REGIONAL:** Caatinga hiperxerófila, arbórea-arbustiva.

**USO ATUAL:** Utilizado para pastagens e cultivos com algodão, milho e feijão.

**DESCRIÇÃO MORFOLÓGICA**

**A<sub>1</sub>** 0-10cm; Bruno avermelhado (5YR 4/4, úmido); franco arenoso; fraca média blocos subangulares; muitos poros pequenos; duro, friável, plástico e pegajoso; transição gradual e plana.

**IIB<sub>2t</sub>** 10-50cm; Bruno avermelhado escuro (5YR 3/3, úmido); franco argilo-arenoso; forte grande prismática, que se desfaz em moderada grande blocos subangulares; poucos poros pequenos; extremamente duro, muito firme, muito plástico e muito pegajoso.

**IIC** 50cm+; Gnaisse semi-intemperizado.

**RAÍZES:** Muitas no A<sub>1</sub> e comuns no IIB<sub>2t</sub> e IIC.

**OBSERVAÇÕES:** 1 - O perfil encontrava-se úmido.

2 - Fonte: CADIER, E. & FREITAS, R. J. (1982), Perfil número 74.

## ANÁLISES FÍSICAS

PERFIL N°: 03

HORIZONTE (símbolo)		A <sub>1</sub>	IIB <sub>2t</sub>
PROFUNDIDADE (cm)		0 - 10	10 - 50
CALHAUS (> 20 mm)		4,13	0,0
CASCALHO (20-2 mm)		8,27	1,5
EQUIVALENTE DE UMIDADE		-	-
UMIDADE a 1/3 atm		11,80	18,98
UMIDADE a 15 atm		5,76	8,35
ÁGUA DISPONÍVEL		6,04	10,63
DENSIDADE APARENTE (g/cm <sup>3</sup> )		1,39	1,80
DENSIDADE REAL (g/cm <sup>3</sup> )		2,71	2,73
POROSIDADE (%)		-	-
GRANULOMETRIA (%)	AREIA GROSSA (2-0,20 mm)	24	30
	AREIA FINA (0,20-0,05 mm)	32	21
	SILTE (0,05-0,002 mm)	25	16
	ARGILA TOTAL (< 0,002 mm)	18	33
	ARGILA NATURAL (%)	9	25
GRAU DE FLOCULAÇÃO (%)		50	24
RELAÇÃO SILTE/ARGILA TOTAL		1,4	0,5
RELAÇÃO TEXTURAL = 2,1			

## ANÁLISES QUÍMICAS

PERFIL Nº: 03

HORIZONTE (símbolo)		A <sub>1</sub>	IIB <sub>2t</sub>
PROFUNDIDADE (cm)		0 - 10	10 - 50
pH	KCl (1: 2,5)	6,0	4,1
	água (1:2,5)	6,3	5,7
PASTA SATURADA	CE	0,22	1,39
	ÁGUA (%)	-	-
SUSPENSÃO SOLO-ÁGUA (%)		-	-
ATAQUE POR H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> D = 1,47 (%)	SiO <sub>2</sub>	-	-
	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	-	-
	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	-	-
	TiO <sub>2</sub>	-	-
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> (mg/100 g de solo)		0,46	0,09
Ki		-	-
Kr		-	-
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> /Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>		-	-
CARBONATO DE CÁLCIO (QUALITATIVO)		-	-
COMPLEXO  SORTIVO  (mE/100 g)	Ca <sup>2+</sup>	7,03	7,88
	Mg <sup>2+</sup>	5,77	11,52
	K <sup>+</sup>	0,32	0,17
	Na <sup>+</sup>	0,63	1,82
	S (soma)	13,75	21,39
	Al <sup>3+</sup>	0,05	0,57
	H <sup>+</sup>	4,52	5,26
	T (soma)	18,32	27,22
V (sat. de bases - %)		75	79
SATURAÇÃO COM SÓDIO (100 Na <sup>+</sup> /T)		3,4	6,0
{100 Al <sup>3+</sup> / (Al <sup>3+</sup> + S)}		0,4	2,6
CARBONO ORGÂNICO (%)		0,72	0,42
N (%)		0,08	0,05
RELAÇÃO C/N		9,0	8,4

**PERFIL NÚMERO: 04**

**NÚMERO DE CAMPO:** 29 PB - (Zona do sertão do Oeste).

**DATA:** 15/09/67

**CLASSIFICAÇÃO:** SOLO LITÓLICO EUTRÓFICO com A fraco textura média fase pedregosa e rochosa caatinga hiperxerófila relevo ondulado substrato granito.

**LOCALIZAÇÃO:** Lado direito da estrada Bonito de Santa Fé-Conceição, distando 6 km desta. Município de Conceição.

**SITUAÇÃO E DECLIVIDADE:** Corte de estrada em terço superior de elevação com 10% de declividade.

**FORMAÇÃO GEOLÓGICA E LITOLOGIA:** Rochas graníticas. Constatou-se na área o tonalito.

**MATERIAL ORIGINÁRIO:** Saprolito da rocha supracitada.

**RELEVO LOCAL:** Ondulado.

**RELEVO REGIONAL:** Ondulado, com inclusão de pequenas áreas de relevo forte ondulado.

**ALTITUDE:** 420 metros.

**DRENAGEM:** Moderadamente drenado.

**PEDREGOSIDADE:** Presença de grande quantidade de cascalhos na superfície do solo.

**EROSÃO:** Laminar moderada, existindo áreas com erosão lamina severa.

**VEGETAÇÃO LOCAL:** Cultura de algodão, consorciada com milho.

**VEGETAÇÃO REGIONAL:** Caatinga hiperxerófila arbórea-arbustiva pouco densa e arbustiva.

**USO ATUAL:** Cultivado com algodão, milho e feijão.

**DESCRIÇÃO MORFOLÓGICA**

**A1** 0-9cm; bruno (10YR 4/3, úmido e úmido amassado), bruno amarelado (10YR 5/4, seco e seco pulverizado); franco cascalhento; fraca pequena blocos subangulares e fraca pequena granular; muitos poros muito pequenos e pequenos; ligeiramente duro, friável, ligeiramente plástico e pegajoso; transição clara e plana.

**II(B)** 9-34cm; bruno amarelado escuro (10YR 4/4, úmido), franco cascalhento; moderada pequena blocos subangulares e fraca pequena granular; muitos poros muito pequenos e pequenos; ligeiramente duro, friável, ligeiramente plástico e pegajoso; transição clara e plana.

**IIC** 34-40cm+; horizonte constituído por rocha semi-decomposta franco arenoso cascalhento.

**RAÍZES:** Comuns no A1.

**OBSERVAÇÕES:** - Ocorrência de muitos AFLORAMENTOS DE ROCHA na área desta unidade, em forma de "boulders".

- Fonte: BRASIL (1972), Perfil número 55.

## ANÁLISES FÍSICAS

PERFIL N°: 04

HORIZONTE (símbolo)	A1	II(B)	IIC	
PROFUNDIDADE (cm)	0 - 9	9 - 34	34 - 40+	
CALHAUS (> 20 mm)	0	0	0	
CASCALHO (20-2 mm)	18	32	35	
EQUIVALENTE DE UMIDADE	19	19	19	
UMIDADE a 1/3 atm	-	-	-	
UMIDADE a 15 atm	-	-	-	
ÁGUA DISPONÍVEL	-	-	-	
DENSIDADE APARENTE (g/cm <sup>3</sup> )	-	-	-	
DENSIDADE REAL (g/cm <sup>3</sup> )	-	-	-	
POROSIDADE (%)	-	-	-	
GRANULOMETRIA (%)	AREIA GROSSA (2-0,20 mm)	28	26	52
	AREIA FINA (0,20-0,05 mm)	22	21	18
	SILTE (0,05-0,002 mm)	33	31	17
	ARGILA TOTAL (< 0,002 mm)	17	22	13
	ARGILA NATURAL (%)	14	18	9
GRAU DE FLOCULAÇÃO (%)	18	18	31	
RELAÇÃO SILTE/ARGILA TOTAL	1,94	1,41	1,31	
RELAÇÃO TEXTURAL =				

## ANÁLISES QUÍMICAS

PERFIL N°: 04

HORIZONTE (símbolo)		A1	II(B)	IIC
PROFUNDIDADE (cm)		0-9	9-34	34-40+
pH	KCl (1:2,5)	6,3	5,7	4,6
	água (1:2,5)	6,8	6,9	-
PASTA SATURADA	CE	-	-	6,4
	ÁGUA (%)	-	-	-
SUSPENSÃO SOLO-ÁGUA (%)		-	-	-
ATAQUE POR H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> D = 1,17 (%)	SiO <sub>2</sub>	13,5	15,8	18,3
	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	6,9	8,3	8,8
	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	7,4	7,6	9,5
	TiO <sub>2</sub>	1,59	1,59	1,49
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> (%)		0,32	0,28	0,39
K <sub>i</sub>		3,33	3,24	3,53
K <sub>r</sub>		1,97	2,04	2,09
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> /Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>		1,46	1,71	1,45
CARBONATO DE CÁLCIO (QUALITATIVO)		-	-	-
COMPLEXO  SORTIVO  (mE/100 g)	Ca <sup>2+</sup>	11,1	9,5	8,1
	Mg <sup>2+</sup>	2,4	1,7	1,3
	K <sup>+</sup>	0,33	0,25	0,16
	Na <sup>+</sup>	0,22	0,26	0,34
	S (soma)	14,0	17,7	9,9
	Al <sup>3+</sup>	0	0	0
	H <sup>+</sup>	1,3	1,2	1,2
	T (soma)	15,3	12,9	11,1
V (sat. de bases - %)		92	91	89
SATURAÇÃO COM SÓDIO (100 Na <sup>+</sup> /T)		1	2	3
{100 Al <sup>3+</sup> / (Al <sup>3+</sup> + S)}		0	0	0
CARBONO ORGÂNICO (%)		1,18	0,45	0,23
N (%)		0,13	0,06	0,03
RELAÇÃO C/N		9	8	8

**PERFIL NÚMERO: 05**

**NÚMERO DE CAMPO** - 41 PB - (Zona da Borborema Central ou Cariri).

**DATA:** 29/11/67.

**CLASSIFICAÇÃO:** *BRUNO NÃO CÁLCICO* fase pedregosa caatinga hiperxerófila relevo suave ondulado.

**LOCALIZAÇÃO:** Lado esquerdo da estrada Monteiro-Sumé, distando 2,9 km de Monteiro. Município de Monteiro.

**SITUAÇÃO E DECLIVIDADE:** Perfil em terço superior de pequena elevação com 5% de declividade.

**FORMAÇÃO GEOLÓGICA E LITOLOGIA:** Pré-Cambriano (CD). Biotita-gnaisse com veios de pegmatito.

**MATERIAL ORIGINÁRIO:** Saprolito da rocha acima mencionada.

**RELEVO LOCAL:** Suave ondulado.

**RELEVO REGIONAL:** Suave ondulado com vertentes de dezenas a centenas de metros, elevações de topos arredondados e vales secos abertos.

**DRENAGEM:** Bem drenado.

**PEDREGOSIDADE:** Muitos calhaus e cascalhos de quartzo, desarestados e alguns arestados no A1 e muitos calhaus na superfície do solo.

**EROSÃO:** Laminar ligeira a moderada.

**VEGETAÇÃO LOCAL:** Caainga hiperxerófila arbustiva densa composta principalmente de marmeleiro, com muita aroeira, pereiro, e mandacaru.

**VEGETAÇÃO REGIONAL:** Caatinga hiperxerófila, arbustiva e arbórea-arbustiva densa.

**USO ATUAL:** Cultivos de algodão, milho, feijão e pastagem extensiva.

**DESCRIÇÃO MORFOLÓGICA**

**A<sub>1</sub>** 0-14cm; bruno escuro (10YR 3/3, úmido), bruno (10YR 4/3, seco); franco argiloso cascalhento; moderada muito pequena a pequena blocos subangulares e moderada muito pequena a pequena granular; muitos poros pequenos; macio, friável, plástico e pegajoso ; transição clara e plana.

**IIB<sub>1t</sub>** 14-22cm; vermelho escuro (2,5YR 3/6, úmido); argila; forte muito pequena a pequena blocos subangulares; poros pequenos comuns e poucos médios; ligeiramente duro, firme, plástico e pegajoso; transição clara e plana.

**IIB<sub>2t</sub>** 22-46cm; vermelho (2,5YR 4/6, úmido), vermelho (2,5 YR 4/8, seco pulverizado); argila; fraca média a grande prismática composta de forte muito pequena blocos subangulares; poros pequenos comuns e poucos médios; duro, firme, muito plástico e muito pegajoso; transição clara e ondulada (20-26cm).

**IIIB<sub>3t</sub>** 46-70cm; bruno acinzentado escuro (10YR 4/2, úmido), bruno acinzentado (10YR 5/2, seco), mosqueado pequeno, comum e proeminente preto (10YR



2/1, úmido); franco argiloso; forte média a grande blocos angulares; muitos poros muito pequenos; extremamente duro, friável, plástico e pegajoso; transição clara e ondulada (13-26cm).

IIIC 70-85cm; rocha semi-decomposta.

**RAÍZES:** Muitas no A<sub>1</sub>; comuns no IIB<sub>1t</sub> e IIB<sub>2t</sub>; poucas no IIIB<sub>3t</sub> e IIIC.

**OBSERVAÇÕES:** (1) - Ocorrem cascalhos de quartzo arestados no IIB<sub>1t</sub> e IIB<sub>2t</sub>.

(2) - Alguns calhaus e cascalhos da superfície do solo, apresentam-se envernizados (róseo).

(3) - Fonte: BRASIL. (1972), Perfil número 25.

### ANÁLISES FÍSICAS

PERFIL Nº: 05

HORIZONTE (símbolo)	A <sub>1</sub>	IIB <sub>1t</sub>	IIB <sub>2t</sub>	IIIB <sub>3t</sub>	IIIB <sub>3t</sub>	
PROFUNDIDADE (cm)	0-14	14-22	22-46	46-70	70-85	
CALHAUS (> 20 mm)	47	0	2	0	0	
CASCALHO (20-2 mm)	24	5	6	3	3	
EQUIVALENTE DE UMIDADE	24	26	27	24	18	
UMIDADE a 1/3 atm	-	-	-	-	-	
UMIDADE a 15 atm	-	-	-	-	-	
ÁGUA DISPONÍVEL	-	-	-	-	-	
DENSIDADE APARENTE (g/cm <sup>3</sup> )	-	-	-	-	-	
DENSIDADE REAL (g/cm <sup>3</sup> )	-	-	-	-	-	
POROSIDADE (%)	-	-	-	-	-	
GRANULOMETRIA A (%)	AREIA GROSSA (2-0,20 mm)	24	22	20	21	34
	AREIA FINA (0,20-0,05 mm)	17	12	10	14	26
	SILTE (0,05-0,002 mm)	26	14	16	25	23
	ARGILA TOTAL (< 0,002 mm)	33	52	54	40	17
	ARGILA NATURAL (%)	22	39	43	32	16
GRAU DE FLOCULAÇÃO (%)	33	25	20	20	6	
RELAÇÃO SILTE/ARGILA TOTAL	0,79	0,27	0,30	0,63	1,35	
RELAÇÃO TEXTURAL =	1,6					

## ANÁLISES QUÍMICAS

PERFIL N°: 05

HORIZONTE (símbolo)		A1	II B1t	IIB2t	IIIB3t	IIIC
PROFUNDIDADE (cm)		0 -14	14 -22	22 -46	46 -70	70 -85
pH	KCl (1: 2,5)	5,5	4,6	4,2	4,0	4,1
	água (1:2,5)	6,2	5,6	5,1	5,1	5,5
PASTA SATURADA	CE	-	-	-	-	-
	ÁGUA (%)	-	-	-	-	-
SUSPENSÃO SOLO-ÁGUA (%)		-	-	-	-	-
ATAQUE POR H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> D = 1,47 (%)	SiO <sub>2</sub>	17,5	23,1	27,3	26,0	23,1
	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	11,1	15,7	17,5	16,6	12,3
	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	5,5	7,6	7,0	6,2	8,9
	TiO <sub>2</sub>	0,56	0,63	0,61	0,60	0,65
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> (%)		0,05	0,02	0,02	0,01	0,01
Ki		2,68	2,50	2,65	2,66	3,19
Kr		2,04	1,91	2,11	2,15	2,18
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> /Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>		3,17	3,24	3,92	4,20	2,17
CaCO <sub>3</sub> (QUALITATIVO)		-	-	-	-	-
COMPLEXO  SORTIVO  (mE/100 g)	Ca <sup>2+</sup>	11,0	6,8	5,3	6,4	6,8
	Mg <sup>2+</sup>	3,7	5,8	7,1	9,5	7,8
	K <sup>+</sup>	0,64	0,27	0,18	0,15	0,19
	Na <sup>+</sup>	0,09	0,08	0,09	0,19	0,27
	S (soma)	15,4	13,0	12,7	16,2	15,1
	Al <sup>3+</sup>	0,0	0,2	0,6	0,8	0,3
	H <sup>+</sup>	2,7	3,0	2,5	1,6	0,7
	T (soma)	18,1	16,2	15,8	18,6	16,1
V (sat. de bases - %)		85	80	80	87	94
SAT. COM SÓDIO (100 Na <sup>+</sup> /T)		<1	<1	<1	1	2
{100 Al <sup>3+</sup> / (Al <sup>3+</sup> + S)}		0	2	5	5	2
CARBONO ORGÂNICO (%)		2,33	1,36	0,99	0,37	0,21
N (%)		0,27	0,12	0,08	0,04	0,02
RELAÇÃO C/N		9	11	12	9	11

**PERFIL NÚMERO: 06**

**DATA:** 19/03/94

**CLASSIFICAÇÃO:** *REGOSSOLO EUTRÓFICO* com fragipan A fraco textura arenosa caatinga hiperxerófila relevo suave ondulado.

**UNIDADE DE MAPEAMENTO:** REe

**LOCALIZAÇÃO:** Lado direito da estrada que liga o município Sumé ao distrito de Cordeiro (PB-210) a 18,8 km de Sumé. Corte de estrada na localidade de ôlho d' água do Padre.

**SITUAÇÃO E DECLIVIDADE:** Perfil em terço inferior da encosta com 4% de declividade.

**FORMAÇÃO GEOLÓGICA E LITOLOGIA:** Pré-Cambriano (CD) - granito.

**MATERIAL ORIGINÁRIO:** Saprolito da rocha supracitada.

**RELEVO LOCAL:** Suave ondulado.

**RELEVO REGIONAL:** Suave ondulado.

**DRENAGEM:** Fortemente drenado.

**PEDREGOSIDADE:** Poucos calhaus na superfície.

**EROSÃO:** Laminar ligeira.

**VEGETAÇÃO LOCAL:** Poucas espécies de aroeira, marmeleiro, umbuzeiro, mofumbo  
e umburana.

**VEGETAÇÃO REGIONAL:** Caatinga hiperxerófila, arbórea-arbustiva.

**USO ATUAL:** Utilizado com culturas de subsistência e fruteiras.

**DESCRIÇÃO MORFOLÓGICA**

- A<sub>p</sub>** 0-18cm; bruno escuro (10YR 4/3, úmido), bruno (10YR 5/3, seco); areia franca; grãos simples; muitos poros médios e poucos pequenos; solto, muito friável, não plástico e não pegajoso; transição difusa e plana.
- C<sub>1</sub>** 18-46cm; bruno amarelado (10YR 5/4, úmido), bruno muito claro acinzentado (10YR 7/3, seco); areia franca; grãos simples; muitos poros médios; macio, muito friável, não plástico e não pegajoso; transição difusa e plana.
- C<sub>2</sub>** 46-90cm; bruno amarelado (10YR 5/4, úmido), bruno muito claro acinzentado (10YR 7/3, seco); areia franca; grãos simples; muitos poros médios e pequenos; macio, muito friável, não plástico e não pegajoso; transição clara e plana.
- C<sub>3x</sub>** 90-110cm; horizonte de ocorrência do fragipan.
- C<sub>3x</sub>/R** 110cm +; rocha semi-decomposta.

**RAÍZES:** Comuns e finas no A<sub>p</sub>, poucas e finas no C<sub>1</sub>, e raras e finas nos demais horizontes do solo.

- OBSERVAÇÕES:** - O horizonte C<sub>3x</sub> não foi coletado.
- Na área ocorre inselbergues com a presença de muitos afloramentos granitóides.
  - O perfil encontrava-se úmido.
  - O perfil foi coletado para a realização desse trabalho.

## ANÁLISES FÍSICAS

PERFIL N°: 06

HORIZONTE (símbolo)	Ap	C1	C2	
PROFUNDIDADE (cm)	0 - 18	18 - 46	46 - 90	
CALHAUS (> 20 mm)	-	-	-	
CASCALHO (20-2 mm)	-	-	-	
EQUIVALENTE DE UMIDADE	-	-	-	
UMIDADE a 1/3 atm	6,74	7,22	6,42	
UMIDADE a 15 atm	2,15	1,15	1,15	
ÁGUA DISPONÍVEL	4,59	6,07	5,27	
DENSIDADE APARENTE (g/cm <sup>3</sup> )	1,52	1,71	1,72	
DENSIDADE REAL (g/cm <sup>3</sup> )	2,55	2,56	2,53	
POROSIDADE (%)	40,39	33,20	32,02	
GRANULOMETRIA (%)	AREIA (2-0,05 mm)	84,24	81,32	79,32
	SILTE (0,05-0,002 mm)	6,96	8,92	10,92
	ARGILA TOTAL (< 0,002 mm)	8,8	9,76	9,76
	ARGILA NATURAL (%)	-	-	-
CLASSIFICAÇÃO TEXTURAL	areia franca	areia franca	areia franca	
GRAU DE FLOCULAÇÃO (%)	-	-	-	
RELAÇÃO SILTE/ARGILA TOTAL	0,79	0,91	1,12	
RELAÇÃO TEXTURAL =				

## ANÁLISES QUÍMICAS

PERFIL N<sup>o</sup>: 06

HORIZONTE (símbolo)		Ap	C1	C2
PROFUNDIDADE (cm)		0 - 18	18 - 46	46 - 90
pH	KCl (1: 2,5)	-	-	-
	água (1:2,5)	5,15	4,62	8,85
PASTA SATURADA	CE (mmhos/cm)	-	-	-
	ÁGUA (%)	-	-	-
ATAQUE POR H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> D = 1,47 (%)	SiO <sub>2</sub>	-	-	-
	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	-	-	-
	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	-	-	-
	TiO <sub>2</sub>	-	-	-
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> assimil. (mg/100)		0,63	0,22	0,36
Ki		-	-	-
Kr		-	-	-
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> /Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>		-	-	-
CARBONATO DE CÁLCIO (QUALITATIVO)		ausente	ausente	ausente
COMPLEXO  SORTIVO  (mE/100 g)	Ca <sup>2+</sup>	1,63	1,10	1,02
	Mg <sup>2+</sup>	0,67	0,37	0,31
	K <sup>+</sup>	0,12	0,12	0,12
	Na <sup>+</sup>	0,005	0,005	0,005
	S (soma)	2,425	1,595	1,455
	Al <sup>3+</sup>	0,10	0,10	0,10
	H <sup>+</sup>	0,70	0,72	0,51
	T (soma)	3,225	2,415	2,065
V (sat. de bases - %)		75	66	70
SATURAÇÃO COM SÓDIO (100 Na <sup>+</sup> /T)		0,16	0,21	0,24
{100 Al <sup>3+</sup> / (Al <sup>3+</sup> + S)}		3,96	5,90	6,43
CARBONO ORGÂNICO (%)		0,37	0,18	0,03
N (%)		0,03	0,01	0,003
RELAÇÃO C/N		12	18	10

**PERFIL NÚMERO: 07**

**DATA:** 19/03/94

**CLASSIFICAÇÃO:** SOLOS LITÓLICOS EUTRÓFICOS A fraco textura média fase pedregosa caatinga hiperxerófila relevo suave ondulado.

**UNIDADE DE MAPEAMENTO:** NC3

**LOCALIZAÇÃO:** Corte de estrada do lado direito da estrada vicinal que liga Sumé-Amparo, passando por Poço do Boi e distando 22,2 km de Sumé.

**SITUAÇÃO E DECLIVIDADE:** Suave ondulado com 5% de declividade.

**FORMAÇÃO GEOLÓGICA E LITOLOGIA:** Pré-Cambriano (CD). Gnaisse.

**MATERIAL ORIGINÁRIO:** Saprolito da rocha acima mencionada.

**RELEVO LOCAL:** Suave ondulado.

**RELEVO REGIONAL:** Suave ondulado a ondulado.

**DRENAGEM:** bem a moderadamente drenado.

**PEDREGOSIDADE:** Pedregosidade comum na superfície do solo.

**EROSÃO:** Laminar moderada.

**VEGETAÇÃO E REGIONAL LOCAL:** Caatinga hiperxerófila com algumas espécies como a canafistula, aroeira, marmeleiro, catingueira, etc.

**USO ATUAL:** Pecuária extensiva e culturas de subsistência.

**DESCRIÇÃO MORFOLÓGICA**

**A<sub>1</sub>** 0-30cm; vermelho amarelado (5YR 4/6, úmido); franco argiloso; moderada pequena e média blocos angulares e subangulares; muitos poros muito pequenos; friável, plástico e pegajoso; transição clara e plana.

**C/R** 30cm+; rocha semi-decomposta.

**RAÍZES:** comuns, finas e médias no horizonte A1 e poucas nos demais.

**OBSERVAÇÃO:** O perfil encontrava-se úmido.

## ANÁLISES FÍSICAS

PERFIL N°: 07

HORIZONTE (símbolo)		A1
PROFUNDIDADE (cm)		0 -30
CALHAUS (> 20 mm)		-
CASCALHO (20-2 mm)		-
EQUIVALENTE DE UMIDADE		-
UMIDADE a 1/3 atm		16,82
UMIDADE a 15 atm		9,06
ÁGUA DISPONÍVEL		7,76
DENSIDADE APARENTE (g/cm <sup>3</sup> )		1,18
DENSIDADE REAL (g/cm <sup>3</sup> )		2,52
POROSIDADE (%)		53,17
GRANULOMETRIA (%)	AREIA (2-0,05 mm)	55,3
	SILTE (0,05-0,002 mm)	26,83
	ARGILA TOTAL (< 0,002 mm)	17,87
	ARGILA NATURAL (%)	-
CLASSIFICAÇÃO TEXTURAL		fr.arenoso
GRAU DE FLOCULAÇÃO (%)		-
RELAÇÃO SILTE/ARGILA TOTAL		1,5
RELAÇÃO TEXTURAL =		

## ANÁLISES QUÍMICAS

PERFIL Nº: 07

HORIZONTE (símbolo)		A1
PROFUNDIDADE (cm)		0 - 30
pH	KCl (1: 2,5)	-
	água (1:2,5)	6,0
PASTA SATURADA	CE (mmhos/cm)	0,13
	ÁGUA (%)	-
ATAQUE POR H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> D = 1,47 (%)	SiO <sub>2</sub>	-
	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	-
	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	-
	TiO <sub>2</sub>	-
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> assimil. (mg/100 g)		2,92
Ki		-
Kr		-
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> /Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>		-
CARBONATO DE CÁLCIO (QUALITATIVO)		ausente
COMPLEXO	Ca <sup>2+</sup>	8,67
	Mg <sup>2+</sup>	2,41
SORTIVO	K <sup>+</sup>	0,04
	Na <sup>+</sup>	0,20
(mE/100 g)	S (soma)	11,32
	Al <sup>3+</sup>	0,10
	H <sup>+</sup>	1,08
	T (soma)	12,50
	V (sat. de bases - %)	91
SATURAÇÃO COM SÓDIO (100 Na <sup>+</sup> /T)		1,6
{100 Al <sup>3+</sup> / (Al <sup>3+</sup> + S)}		0,88
CARBONO ORGÂNICO (%)		1,21
N (%)		0,12
RELAÇÃO C/N		10



**PERFIL NÚMERO: 08**

DATA: 19/03/94

**CLASSIFICAÇÃO:** *PODZÓLICO VERMELHO AMARELO EUTRÓFICO* Tb A fraco  
textura arenosa/média fase caatinga hipoxerófila relevo suave  
ondulado.

**UNIDADE DE MAPEAMENTO:** PE

**LOCALIZAÇÃO:** Trincheira do lado direito da estrada vicinal que liga Prata-Ouro  
velho, distando 7,8 km de Prata em direção a Ouro Velho.

**SITUAÇÃO E DECLIVIDADE:** trincheira na parte alta da área com 2% de declividade.

**FORMAÇÃO GEOLÓGICA E LITOLOGIA:** Pré- Cambriano (CD). Granito.

**MATERIAL ORIGINÁRIO:** Saprolito da rocha anteriormente citada.

**RELEVO LOCAL:** Suave ondulado.

**RELEVO REGIONAL:** Suave ondulado.

**DRENAGEM:** Bem drenado.

**PEDREGOSIDADE:** Poucos calhaus na superfície do solo.

**EROSÃO:** Laminar ligeira.

**VEGETAÇÃO LOCAL:** Caatinga hipoxerófila constituída de barauna, marmeleiro,  
jurema, predominantemente.

**VEGETAÇÃO REGIONAL:** Caatinga hipoxerófila arborea arbustiva.

**USO ATUAL:** Pecuária extensiva.

**DESCRIÇÃO MORFOLÓGICA**

- A<sub>1</sub>** 0-15cm; bruno forte (7,5YR 5/6, úmido); areia franca; fraca muito pequena a  
pequena granular; muitos poros médios e poucos pequenos; muito friável,  
não plástico e não pegajoso; transição difusa e plana.
- B<sub>1t</sub>** 15-32cm; vermelho amarelado (5YR 4/6, úmido); franco arenoso; fraca muito  
pequena e pequena granular; muitos poros pequenos e médios granular;  
muito friável, não plástico e não pegajoso; transição gradual e plana.
- B<sub>21t</sub>** 32-70cm; vermelho amarelado (7,5YR 5/6, úmido); franco arenoso; fraca  
pequena blocos subangulares e angulares; poros comuns pequenos e  
poucos médios; friável, ligeiramente plástico e ligeiramente pegajoso;  
transição difusa e plana.
- B<sub>22t</sub>** 70-120cm; bruno forte (7,5YR 5/8, úmido); franco arenoso; fraca a  
moderada blocos subangulares e angulares; poros comuns pequenos;  
friável, ligeiramente plástico e ligeiramente pegajoso; transição clara e  
plana.
- C/R** 120cm+; rocha semi-decomposta.

**RAÍZES:** Comuns e finas nos horizontes A<sub>1</sub> e no B<sub>1t</sub>, poucas finas e médias no B<sub>21t</sub> e poucas e finas no B<sub>22t</sub>.

**OBSERVAÇÕES:** - O perfil encontrava-se úmido.  
- Este solo está sendo utilizado como material de construção, segundo informações do proprietário.

### ANÁLISES FÍSICAS

PERFIL Nº: 08

HORIZONTE (símbolo)		A <sub>1</sub>	B <sub>1t</sub>	B <sub>21t</sub>	B <sub>22t</sub>
PROFUNDIDADE (cm)		0 - 15	15 - 32	32 - 70	70 - 120
CALHAUS (> 20 mm)		-	-	-	-
CASCALHO (20-2 mm)		-	-	-	-
EQUIVALENTE DE UMIDADE		-	-	-	-
UMIDADE a 1/3 atm		6,87	8,33	8,99	9,45
UMIDADE a 15 atm		2,00	2,64	3,46	3,93
ÁGUA DISPONÍVEL		4,87	5,69	5,53	5,52
DENSIDADE APARENTE (g/cm <sup>3</sup> )		1,57	1,51	1,42	1,40
DENSIDADE REAL (g/cm <sup>3</sup> )		2,60	2,58	2,58	2,54
POROSIDADE (%)		39,62	41,47	44,96	44,88
GRANULOMETRI A (%)	AREIA (2-0,05 mm)	80,68	72,18	75,20	71,03
	SILTE (0,05-0,002 mm)	8,00	13,99	10,97	15,07
	ARGILA TOTAL (< 0,002 mm)	11,32	13,83	13,83	13,90
	ARGILA NATURAL (%)	-	-	-	-
CLASSIFICAÇÃO TEXTURAL		areia franc a	franco aren.	franco aren.	franco aren.
GRAU DE FLOCULAÇÃO (%)		-	-	-	-
RELAÇÃO SILTE/ARGILA TOTAL		0,71	1,01	0,79	1,08
RELAÇÃO TEXTURAL = 1,22					

## ANÁLISES QUÍMICAS

PERFIL N°: 08

HORIZONTE (símbolo)		A <sub>1</sub>	B <sub>1t</sub>	B <sub>21t</sub>	B <sub>22t</sub>
PROFUNDIDADE (cm)		0 - 15	15 - 32	32 - 70	70 - 120
pH	KCl (1: 2,5)	-	-	-	-
	água (1:2,5)	5,20	5,22	5,30	5,70
PASTA SATURADA	CE (mmhos/cm)	0,12	0,09	0,11	0,11
	ÁGUA (%)	-	-	-	-
ATAQUE POR H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> D = 1,47 (%)	SiO <sub>2</sub>	-	-	-	-
	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	-	-	-	-
	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	-	-	-	-
	TiO <sub>2</sub>	-	-	-	-
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> assimil. (mg/100 g)		0,36	0,18	0,22	0,22
Ki		-	-	-	-
Kr		-	-	-	-
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> /Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>		-	-	-	-
CARBONATO DE CÁLCIO (QUALITATIVO)		ausente	ausente	ausente	ausente
COMPLEXO	Ca <sup>2+</sup>	1,45	1,72	2,31	2,33
	Mg <sup>2+</sup>	0,83	1,14	1,53	1,78
SORTIVO	K <sup>+</sup>	0,005	0,005	0,005	0,005
	Na <sup>+</sup>	0,14	0,12	0,14	0,12
(mE/100 g)	S (soma)	2,425	2,985	3,985	4,235
	Al <sup>3+</sup>	0,10	0,10	0,10	0,10
	H <sup>+</sup>	0,79	0,87	0,85	0,77
	T (soma)	3,315	3,955	4,935	5,105
	V (sat. de bases - %)	73	75	81	83
SATURAÇÃO COM SÓDIO (100 Na <sup>+</sup> /T)		4,22	3,03	2,84	2,35
{100 Al <sup>3+</sup> / (Al <sup>3+</sup> + S)}		3,96	3,24	2,45	2,31
CARBONO ORGÂNICO (%)		0,41	0,13	0,15	0,12
N (%)		0,04	0,01	0,01	0,01
RELAÇÃO C/N		10	13	15	12

**PERFIL NÚMERO: 09**

DATA: 19/03/94

**CLASSIFICAÇÃO:** SOLONETZ SOLODZADO Ta A fraco fase pedregosa caatinga hiperxerófila relevo plano a suave ondulado.

**UNIDADE DE MAPEAMENTO:** Ae

**LOCALIZAÇÃO:** Corte de estrada a 300 metros da escola na localidade de Terra Vermelha.

**SITUAÇÃO E DECLIVIDADE:** Corte de estrada situado na parte inferior de encosta com 1% de declividade.

**FORMAÇÃO GEOLÓGICA E LITOLOGIA:** Pré-Cambriano (CD). Gnaisse.

**MATERIAL ORIGINÁRIO:** Saprolito da rocha acima citada.

**RELEVO LOCAL:** Plano a suave ondulado

**RELEVO REGIONAL:** Suave Ondulado com alguns inselbergues.

**DRENAGEM:** Imperfeitamente drenado.

**PEDREGOSIDADE:** Pedregoso com alguns AFLORAMENTOS DE ROCHA.

**EROSÃO:** Laminar severa.

**VEGETAÇÃO LOCAL:** Caatinga hiperxerófila constituída de aroeira, quixabeira, angico marmeleiro, umbuzeiro, malva, etc.

**VEGETAÇÃO REGIONAL:** Caatinga hiperxerófila arbórea arbustiva de porte médio.

**USO ATUAL:** Pecuária extensiva.

**DESCRIÇÃO MORFOLÓGICA**

- A<sub>1</sub>** 0-10cm; bruno amarelado escuro (10YR 4/4, úmido), bruno muito claro acinzentado (10YR 7/4, seco); franco arenoso; grãos simples; muitos poros médios; macio, muito friável, não plástico e não pegajoso; transição abrupta e plana.
- IIB<sub>t</sub>** 10-45cm; bruno amarelado(10YR 5/6, úmido); amarelo brunado (10YR 6/6, seco); franco argilo-arenoso; moderada média e grande blocos angulares; muitos poros muito pequenos e pequenos, cerosidade comum e moderada; duro, firme, plástico e pegajoso; transição clara e plana.
- IIIC** 45-70cm; bruno (10YR 5/3, úmido e seco); franco; moderada média blocos angulares; muitos poros muito pequenos e pequenos; cerosidade comum e moderada; duro, firme, plástico e pegajoso; transição clara e plana.
- R** 70cm+; Gnaisse semi-decomposto.

**RAÍZES:** - Poucas e finas no horizonte A<sub>1</sub>, e raras e finas nos demais horizontes.

**OBSERVAÇÕES:** - No horizonte IIIC ocorre pontuações brancas de Feldspato.  
- O horizonte R é representado pelo Gnaisse.

## ANÁLISES FÍSICAS

PERFIL N°: 09

HORIZONTE (símbolo)		A1	IIBt	IIIC
PROFUNDIDADE (cm)		0 - 10	10 -45	45 -70
CALHAUS (> 20 mm)		-	-	-
CASCALHO (20-2 mm)		-	-	-
EQUIVALENTE DE UMIDADE		-	-	-
UMIDADE a 1/3 atm		12,27	22,09	28,48
UMIDADE a 15 atm		2,06	11,14	10,09
ÁGUA DISPONÍVEL		10,21	10,95	18,39
DENSIDADE APARENTE (g/cm <sup>3</sup> )		1,66	1,35	1,34
DENSIDADE REAL (g/cm <sup>3</sup> )		2,55	2,57	2,64
POROSIDADE (%)		34,90	47,47	49,24
	AREIA (2-0,05 mm)	71,18	49,49	53,64
GRANULOMETRI A	SILTE (0,05-0,002 mm)	19,01	23,78	27,93
(%)	ARGILA TOTAL (< 0,002 mm)	9,81	26,73	18,43
	ARGILA NATURAL (%)	-	-	-
GRAU DE FLOCULAÇÃO (%)		-	-	-
CLASSIFICAÇÃO TEXTURAL		franco aren.	franco argilo- arenoso	franco aren.
RELAÇÃO SILTE/ARGILA TOTAL		1,94	0,89	1,52
RELAÇÃO TEXTURAL = 2,72				

## ANÁLISES QUÍMICAS

PERFIL Nº: 09

HORIZONTE (símbolo)		A1	IIbt	IIIC
PROFUNDIDADE (cm)		0 - 10	10 - 45	45 - 70
pH	KCl (1: 2,5)	-	-	-
	água (1:2,5)	4,62	8,60	9,26
PASTA SATURADA	CE (mmhos/cm)	-	-	-
	ÁGUA (%)	-	-	-
ATAQUE POR H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> D = 1,47 (%)	SiO <sub>2</sub>	-	-	-
	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	-	-	-
	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	-	-	-
	TiO <sub>2</sub>	-	-	-
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> assimil. (mg/100)		2,05	1,50	4,25
Ki		-	-	-
Kr		-	-	-
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> /Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>		-	-	-
CARBONATO DE CÁLCIO (QUALITATIVO)		ausente	ausente	ausente
COMPLEXO  SORTIVO  (mE/100 g)	Ca <sup>2+</sup>	1,13	2,88	2,44
	Mg <sup>2+</sup>	1,04	2,23	2,44
	K <sup>+</sup>	0,01	0,005	0,005
	Na <sup>+</sup>	0,22	10,00	8,60
	S (soma)	2,40	15,115	14,865
	Al <sup>3+</sup>	0,30	0,00	0,00
	H <sup>+</sup>	1,48	0,00	0,00
	T (soma)	4,18	15,115	14,865
V (sat. de bases - %)		57	100	100
SATURAÇÃO COM SÓDIO (100 Na <sup>+</sup> /T)		5,26	66,16	57,85
{100 Al <sup>3+</sup> / (Al <sup>3+</sup> + S)}		11,11	0,00	0,00
CARBONO ORGÂNICO (%)		0,37	0,29	0,12
N (%)		0,03	0,02	0,01
RELAÇÃO C/N		12	15	12

# Anexo B

## Tabelas

**TABELA B1 - Dados dos parâmetros de Drenagem Obtidos Das Imagens TM/LANDSAT-5**

<b>NÚMERO DA MANCHA</b>	<b>UNIFOTO</b>	<b>UNIMAP</b>	<b>ÁREA (km<sup>2</sup>)</b>	<b>PERÍMETRO (km)</b>	<b>NR1 Unid</b>	<b>CR1 Km</b>
1	18	PE	26,9	32,5	38	37,2
2	14	NC1	13,3	23,0	28	21,3
3	14	NC3	39,5	40,5	82	64,5
4	13	NC2	69,4	96,0	151	119,5
5	2	NC5	7,2	20,0	18	12,0
6	13	NC2	8,5	18,0	21	14,5
7	2	NC5	7,2	24,5	17	11,5
8	7	NC4	13,0	26,0	33	29,0
9	2	NC5	22,5	38,5	61	36,0
10	2	NC5	9,6	24,0	24	16,0
11	AF	AR	1,8	6,0	4	2,0
12	19	Re6	1,0	5,0	3	1,8
13	AF	AR	1,4	5,5	3	1,0
14	19	Re6	19,5	28,5	50	33,2
15	2	NC5	7,8	26,0	17	13,5
16	14	NC1	15,0	40,0	40	23,0
17	8	Re	14,0	25,5	29	26,8
18	AF	AR	3,1	14,0	6	3,0
19	14	NC1	13,4	29,0	35	21,0
20	2	NC5	27,2	32,3	63	45,0
21	17	NC3	56,7	96,5	97	98,0
22	14	NC1	8,9	18,0	18	15,0
23	13	NC2	21,8	30,0	51	39,0
24	8	Re7	15,3	20,4	47	29,0
25	14	NC1	1,1	5,5	3	1,5
26	4	Re5	0,8	5,5	3	1,0
27	14	NC1	48,4	45,0	81	72,5
28	14	NC1	27,0	30,0	44	40,5
29	15	Re4	70,7	59,0	119	108,0
30	2	NC5	4,2	10,0	13	7,0
31	8	Re7	12,7	23,5	30	22,0
32	8	Re7	11,1	15,0	20	19,0
33	8	Re7	3,8	8,0	9	7,0
34	8	Re7	16,6	31,0	34	28,0
35	2	NC5	20,1	29,0	37	32,8
36	AF	AR	0,6	2,5	0	0,0

**UNIFOTO= Unidade FotoInterpretada**

**UNIMAP=Unidade de Mapeamento**

## CONTINUAÇÃO DA TABELA - B1

NÚMERO DA MANCHA	UNIFOTO	UNIMAP	ÁREA (km <sup>2</sup> )	PERÍMETRO (km)	NR1 Unid	CR1 Km
37	13	NC2	6,5	6,8	15	10,5
38	AF	AR	1,0	5,0	1	0,3
39	AF	AR	0,5	2,2	0	0,0
40	3	Re3	15,6	37,0	34	24,0
41	4	Re5	2,2	9,0	5	3,6
42	4	Re5	0,7	3,8	1	1,0
43	15	Re4	3,7	11,2	6	5,5
44	15	Re4	7,3	15,0	14	11,0
45	17	NC3	5,1	13,0	10	9,8
46	6	Re1	3,9	8,5	7	6,0
47	4	Re5	1,0	4,0	2	0,8
48	10	REe	14,5	18,0	14	15,5
49	6	Re1	8,2	18,5	13	13,0
50	17	NC3	7,1	19,0	16	12,5
51	17	NC3	4,9	12,0	8	9,8
52	15	Re4	4,2	11,0	7	6,5
53	4	Re5	6,8	12,0	12	12,0
54	4	Re5	5,4	10,5	14	9,8
55	14	NC1	18,8	21,0	26	32,0
56	10a	Re2	4,4	14,0	6	6,5
57	4	Re5	1,9	8,0	1	0,5
58	14	NC1	6,0	12,0	12	8,0
59	4	Re5	3,4	12,0	5	5,0
60	AF	AR	0,8	3,8	3	1,0
61	10a	Re2	65,3	58,0	103	102,0
62	AF	AR	0,6	3,0	0	0,0
63	17	NC3	29,1	51,0	58	52,0
64	4	Re5	2,2	13,0	4	2,0
65	17	NC3	4,1	9,0	7	4,0
66	17	NC3	5,2	11,0	12	9,8
67	6	Re1	29,1	42,0	38	42,0
68	AF	AR	0,8	4,0	0	0,0
69	4	Re5	0,9	3,5	1	0,3
70	4	Re5	1,0	9,5	2	0,6
71	AF	AR	0,6	4,5	0	0,0
72	8	Re7	4,1	12,0	10	7,8
73	Ae	Ae	54,1	-	-	357,7
74	Ac	Ac	7,8	-	-	-
75	Ur	Ur	1,3	-	-	-
<b>TOTAL</b>			<b>981,2</b>	<b>-</b>	<b>-</b>	<b>1834,9</b>

UNIFOTO=Unidade Fotointerpretada

UNIMAP=Unidade de Mapeamento



**TABELA B2 - Dados dos Parâmetros da Rede de Drenagem Extraídos das Cartas topográficas da SUDENE**

<b>NÚMERO DA MANCHA</b>	<b>UNIFOTO</b>	<b>UNIMAP</b>	<b>ÁREA (km<sup>2</sup>)</b>	<b>PERÍMETRO (km)</b>	<b>NR2 Unid</b>	<b>CR2 Km</b>
1	18	PE	26,9	32,5	16	20,0
2	14	NC1	13,3	23,0	13	11,3
3	14	NC3	39,5	40,5	24	33,5
4	13	NC2	69,4	96,0	55	61,0
5	2	NC5	7,2	20,0	11	7,0
6	13	NC2	8,5	18,0	10	7,0
7	2	NC5	7,2	24,5	8	5,0
8	7	NC4	13,0	26,0	12	13,0
9	2	NC5	22,5	38,5	22	23,2
10	2	NC5	9,6	24,0	10	9,8
11	AF	AR	1,8	6,0	1	1,1
12	19	Re6	1,0	5,0	2	0,3
13	AF	AR	1,4	5,5	0	0,0
14	19	Re6	19,5	28,5	13	18,9
15	2	NC5	7,8	26,0	7	7,4
16	14	NC1	15,0	40,0	16	11,3
17	8	Re	14,0	25,5	14	9,2
18	AF	AR	3,1	14,0	5	1,6
19	14	NC1	13,4	29,0	9	11,0
20	2	NC5	27,2	32,3	26	24,9
21	17	NC3	56,7	96,5	47	53,6
22	14	NC1	8,9	18,0	10	9,0
23	13	NC2	21,8	30,0	17	20,2
24	8	Re7	15,3	20,4	6	7,6
25	14	NC1	1,1	5,5	2	1,0
26	4	Re5	0,8	5,5	0	0,0
27	14	NC1	48,4	45,0	27	37,6
28	14	NC1	27,0	30,0	24	19,9
29	15	Re4	70,7	50,0	49	60,9
30	2	NC5	4,2	10,0	0	0,0
31	8	Re7	12,7	23,5	5	6,5
32	8	Re7	11,1	15,0	4	7,6
33	8	Re7	3,8	8,0	2	1,8
34	8	Re7	16,6	31,0	2	2,4
35	2	NC5	20,1	29,0	10	10,2
36	AF	AR	0,6	2,5	2	1,2

UNIFOTO=Unidade Fotointerpretativa

UNIMAP=Unidade de Mapeamento

## CONTINUAÇÃO DA TABELA - B2

NÚMERO DA MANCHA	UNIFOTO	UNIMAP	ÁREA (km <sup>2</sup> )	PERÍMETRO (km)	NR2 Unid	CR2 Km
37	13	NC2	6,8	6,8	1	0,6
38	AF	AR	1,0	1,0	0	0,0
39	AF	AR	0,5	0,5	0	0,0
40	3	Re3	15,6	15,6	3	1,7
41	4	Re5	2,2	2,2	1	1,0
42	4	Re5	0,7	0,7	0	0,0
43	15	Re4	3,7	3,7	2	1,2
44	15	Re4	7,3	7,3	3	3,6
45	17	NC3	5,1	5,1	7	5,4
46	6	Re1	3,9	3,9	2	2,1
47	4	Re5	1,0	1,0	0	0,0
48	10	REe	14,5	14,5	5	10,5
49	6	Re1	7,9	7,9	6	7,8
50	17	NC3	7,1	7,1	2	2,6
51	17	NC3	4,9	12,0	4	3,0
52	15	Re4	4,2	11,0	4	3,8
53	4	Re5	6,8	12,0	4	5,6
54	4	Re5	5,4	10,5	5	3,9
55	14	NC1	18,8	21,0	14	19,5
56	10a	Re2	4,4	14,0	3	3,1
57	4	Re5	1,9	8,0	0	0,0
58	14	NC1	6,0	12,0	2	2,0
59	4	Re5	3,4	12,0	5	2,7
60	AF	AR	0,8	3,8	0	0,0
61	10a	Re2	65,3	58,0	44	61,5
62	AF	AR	0,6	3,0	0	0,0
63	17	NC3	29,1	51,0	22	29,7
64	4	Re5	2,2	13,0	1	1,4
65	17	NC3	4,1	9,0	2	1,8
66	17	NC3	5,2	11,0	4	4,3
67	6	Re1	29,1	42,0	20	26,0
68	AF	AR	0,8	4,0	0	0,0
69	4	Re5	0,9	3,5	0	0,0
70	4	Re5	1,0	9,5	0	0,0
71	AF	AR	0,6	4,5	0	0,0
72	8	Re7	4,1	12,0	4	5,0
73	Ae	Ae	54,1	-	-	357,7
74	Ac	Ac	7,8	-	-	-
75	Ur	Ur	1,3	-	-	-
<b>TOTAL</b>			981,2	-	-	1083,5

UNIFOTO=Unidade FotoInterpretativa

UNIMAP=Unidade de Mapeamento

**TABELA B3 - Dados de Parâmetros da Rede de Drenagem Calculados a partir da Tabela B1, Obtidos das Imagens TM/LANDSAT-5**

NÚMERO DA MANCHA	UNIFOTO	UNIMAP	Dd1	Fr1	Tt1	Cm1
1	18	PE	1,38	1,41	1,14	0,98
2	14	NC1	1,60	2,11	0,98	0,76
3	14	NC3	1,63	2,08	1,59	0,79
4	13	NC2	1,72	2,18	1,24	0,79
5	2	NC5	1,67	2,50	0,60	0,67
6	13	NC2	1,71	2,47	0,81	0,69
7	2	NC5	1,60	2,36	0,47	0,68
8	7	NC4	2,23	2,54	1,12	0,88
9	2	NC5	1,60	2,71	0,94	0,59
10	2	NC5	1,67	2,50	0,67	0,67
11	AF	AR	1,11	2,22	0,33	0,50
12	19	Re6	1,80	3,00	0,36	0,60
13	AF	AR	1,71	2,14	0,18	0,33
14	19	Re6	1,70	2,56	1,16	0,66
15	2	NC5	1,73	2,18	0,52	0,79
16	14	NC1	1,53	2,67	0,58	0,58
17	8	Re	1,91	2,07	1,05	0,62
18	AF	AR	0,97	1,94	0,21	0,50
19	14	NC1	1,57	2,61	0,72	0,60
20	2	NC5	1,65	2,32	1,39	0,71
21	17	NC3	1,73	1,71	1,02	1,01
22	14	NC1	1,69	2,02	0,83	0,83
23	13	NC2	1,79	2,34	1,30	0,76
24	8	Re7	1,90	3,07	1,42	0,62
25	14	NC1	1,36	2,73	0,27	0,50
26	4	Re5	1,25	3,75	0,18	0,33
27	14	NC1	1,50	1,67	1,61	0,90
28	14	NC1	1,50	1,63	1,35	0,92
29	15	Re4	1,53	1,68	1,83	0,90
30	2	NC5	1,67	3,10	0,70	0,54
31	8	Re7	1,73	2,36	0,94	0,73
32	8	Re7	1,71	1,80	1,27	0,95
33	8	Re7	1,84	2,37	0,88	0,78
34	8	Re7	1,63	2,53	0,87	0,64
35	2	NC5	1,63	1,84	1,13	0,89
36	AF	AR	0,00	0,00	0,00	ERR

UNIFOTO=Unidade Fotointerpretativa  
UNIMAP=Unidade de Mapeamento

## CONTINUAÇÃO DA TABELA - B3

<b>NÚMERO DA MANCHA</b>	<b>UNIFOTO</b>	<b>UNIMAP</b>	<b>Dd1</b>	<b>Fr1</b>	<b>Tt1</b>	<b>Cm1</b>
37	13	NC2	1,25	2,06	0,50	0,61
38	AF	AR	0,30	1,00	0,06	0,30
39	AF	AR	0,00	0,00	0,00	ERR
40	3	Re3	1,54	2,18	0,65	0,71
41	4	Re5	1,64	2,27	0,40	0,72
42	4	Re5	1,43	1,41	0,26	1,00
43	15	Re4	1,49	1,62	0,49	0,92
44	15	Re4	1,51	1,92	0,73	0,79
45	17	NC3	1,92	1,96	0,75	0,98
46	6	Re1	1,54	1,79	0,71	0,86
47	4	Re5	0,80	2,00	0,20	0,40
48	10	REe	1,07	0,97	0,86	1,11
49	6	Re1	1,77	0,61	0,76	1,08
50	17	NC3	1,48	1,69	0,55	0,88
51	17	NC3	2,00	1,63	0,82	1,23
52	15	Re4	1,55	1,67	0,59	0,93
53	4	Re5	1,76	1,76	1,00	1,00
54	4	Re5	1,81	2,59	0,93	0,70
55	14	NC1	1,70	1,38	1,52	1,23
56	10a	Re2	1,48	1,36	0,46	1,08
57	4	Re5	0,26	0,53	0,06	0,50
58	14	NC1	1,33	2,00	0,67	0,67
59	4	Re5	1,47	1,47	0,42	1,00
60	AF	AR	1,25	3,75	0,26	0,33
61	10a	Re2	1,56	1,59	1,76	0,99
62	AF	AR	0,00	0,00	0,00	ERR
63	17	NC3	1,79	1,99	1,02	0,90
64	4	Re5	0,91	1,82	0,15	0,50
65	17	NC3	0,98	1,71	0,44	0,57
66	17	NC3	1,88	2,31	0,89	0,82
67	6	Re1	1,44	1,31	1,00	1,11
68	AF	AR	0,00	0,00	0,00	ERR
69	4	Re5	0,33	1,11	0,09	0,30
70	4	Re5	0,60	2,00	0,06	0,30
71	AF	AR	0,00	0,00	0,00	ERR
72	8	Re7	1,90	2,44	0,33	0,78
73	Ae	Ae	-	-	-	-
74	Ac	Ac	-	-	-	-
75	Ur	Ur	-	-	-	-

UNIFOTO=Unidade Fotointerpretada

UNIMAP=Unidade de Mapeamento

**TABELA B4 - Dados dos Parâmetros de drenagem Calculados a Partir da Tabela B2, Extraídos das Cartas topográficas da SUDENE**

NÚMERO DA MANCHA	UNIFOTO	UNIMAP	Dd2	Fr2	Tt2	Cm2
1	18	PE	0,74	0,59	0,49	1,25
2	14	NC1	0,85	0,98	0,57	0,87
3	14	NC3	0,85	0,61	0,59	1,40
4	13	NC2	0,88	0,79	0,57	1,11
5	2	NC5	0,97	1,53	0,55	0,64
6	13	NC2	0,82	1,18	0,56	0,70
7	2	NC5	0,69	1,11	0,33	0,63
8	7	NC4	1,00	0,92	0,46	1,08
9	2	NC5	1,03	0,98	0,57	1,05
10	2	NC5	1,02	1,04	0,42	0,98
11	AF	AR	0,61	0,56	0,17	1,10
12	19	Re6	0,30	2,00	0,40	0,15
13	AF	AR	0,00	0,00	0,00	ERR
14	19	Re6	0,97	0,67	0,46	1,45
15	2	NC5	0,95	0,90	0,27	1,06
16	14	NC1	0,75	1,07	0,40	0,71
17	8	Re	0,66	1,00	0,55	0,66
18	AF	AR	0,52	1,61	0,36	0,32
19	14	NC1	0,82	0,67	0,31	1,22
20	2	NC5	0,92	0,96	0,80	0,96
21	17	NC3	0,95	0,83	0,49	1,14
22	14	NC1	1,01	1,12	0,56	0,90
23	13	NC2	0,93	0,78	0,57	1,19
24	8	Re7	0,50	0,39	0,29	1,27
25	14	NC1	0,91	1,82	0,36	0,50
26	4	Re5	0,00	0,00	0,00	ERR
27	14	NC1	0,78	0,56	0,60	1,39
28	14	NC1	0,74	0,89	0,80	0,83
29	15	Re4	0,86	0,69	0,83	1,24
30	2	NC5	0,00	0,00	0,00	ERR
31	8	Re7	0,51	0,39	0,21	1,30
32	8	Re7	0,68	0,36	0,27	1,90
33	8	Re7	0,47	0,53	0,25	0,90
34	8	Re7	0,14	0,12	0,06	1,20
35	2	NC5	0,51	0,50	0,34	1,02
36	AF	AR	2,00	3,33	0,80	0,60

**UNIFOTO=Unidade Fotointerpretada**  
**UNIMAP=Unidade de Mapeamento**

## CONTINUAÇÃO DA TABELA - B4

NÚMERO DA MANCHA	UNIORJ	UNIMAP	Dd2	Fr2	Tt2	Cm2
37	13	NC2	0,09	0,15	0,06	0,60
38	AF	AR	0,00	0,00	0,00	ERR
39	AF	AR	0,00	0,00	0,00	ERR
40	3	Re3	0,11	0,19	0,08	0,57
41	4	Re5	0,45	0,45	0,11	1,00
42	4	Re5	0,00	0,00	0,00	ERR
43	15	Re4	0,32	0,54	0,18	0,60
44	15	Re4	0,49	0,41	0,20	1,20
45	17	NC3	1,06	0,37	0,54	0,77
46	6	Re1	0,54	0,51	0,24	1,05
47	4	Re5	0,00	0,00	0,00	ERR
48	10	REe	0,72	0,34	0,28	2,10
49	6	Re1	0,99	0,76	0,32	1,30
50	17	NC3	0,37	0,28	0,11	1,30
51	17	NC3	0,61	0,82	0,33	0,75
52	15	Re4	0,90	0,95	0,36	0,95
53	4	Re5	0,82	0,59	0,33	1,40
54	4	Re5	0,72	0,93	0,48	0,78
55	14	NC1	1,04	0,74	0,67	1,39
56	10a	Re2	0,70	0,68	0,21	1,03
57	4	Re5	0,00	0,00	0,00	ERR
58	14	NC1	0,33	0,33	0,17	1,00
59	4	Re5	0,79	1,47	0,42	0,54
60	AF	AR	0,00	0,00	0,00	ERR
61	10a	Re2	0,94	0,67	0,76	1,40
62	AF	AR	0,00	0,00	0,00	ERR
63	17	NC3	1,02	0,76	0,43	1,35
64	4	Re5	0,64	0,45	0,08	1,40
65	17	NC3	0,44	0,49	0,22	0,90
66	17	NC3	0,83	0,77	0,36	1,08
67	6	Re1	0,89	0,69	0,48	1,30
68	AF	AR	0,00	0,00	0,00	ERR
69	4	Re5	0,00	0,00	0,00	ERR
70	4	Re5	0,00	0,00	0,00	ERR
71	AF	AR	0,00	0,00	0,00	ERR
72	8	Re7	1,22	0,98	0,33	1,25
73	Ae	Ae	-	-	-	-
74	Ac	Ac	-	-	-	-
75	Ur	Ur	-	-	-	-

UNIFOTO=Unidade Fotointerpretada

UNIMAP=Unidade de Mapeamento

**TABELA B5 - Parâmetros Quantitativos da Rede de Drenagem Extraídos das Cartas Topográficas da SUDENE e de Amostras Circulares**

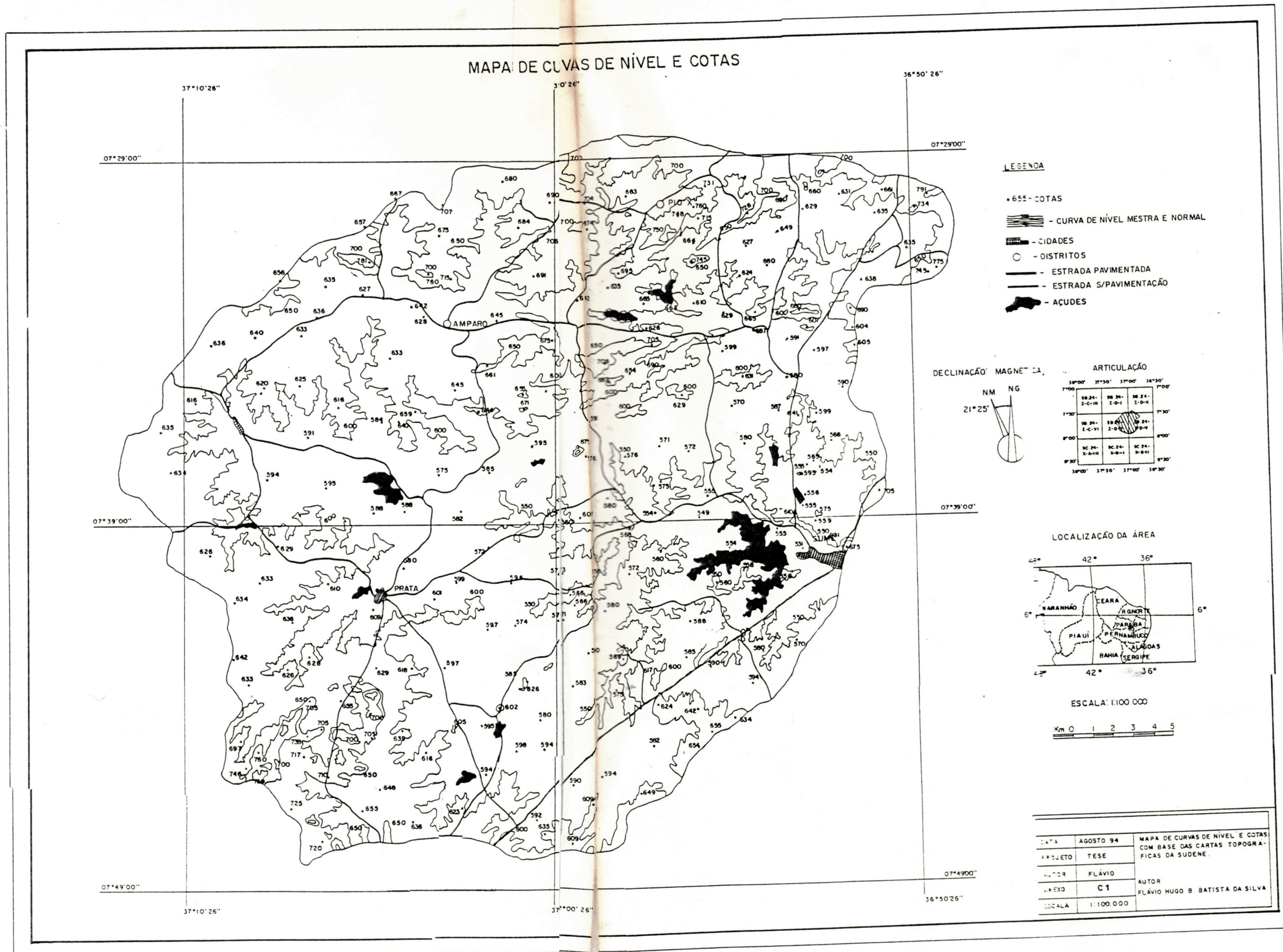
UNIDADE	LOCAL	ÁREA	PERÍMETRO	Cr2	Nr2	Dd2	Cr3	Nr3	Dd3
NC1	Sumé	39,5	40,5	33,5	24,0	0,85	9,3	7,0	0,9
NC2	Itaporanga	48,3	71,0	39,5	43,0	0,8	-	-	1,2
NC2	Itaporanga	48,3	71,0	39,5	43,0	0,8	10,7	13,0	1,0
Z16	Tupanaci	39,5	53,0	27,2	28,0	0,7	6,5	7,0	0,8
Z29	Bodocó	48,9	47,0	10,4	18,0	0,6	0,9	4,0	0,7
Z41	Bodocó	71,6	55,0	44,0	14,0	0,6	7,2	4,0	0,7
PE1	S.Talhada	82,6	110,0	56,0	56,0	0,7	7,6	8,0	0,8
PE1	S.Talhada	37,4	58,0	25,8	33,0	0,7	7,2	11,0	0,7
Re1	Sumé	29,1	42,0	26,0	20,0	0,9	10,0	5,0	1,0
Re2	Sumé	67,3	58,0	61,5	44,0	0,9	10,0	8,0	1,0
Re4	Sumé	70,0	59,0	60,9	49,0	0,9	8,3	10,0	0,8

**TABELA B6 - Características Fotomórficas das Unidades de Mapeamento**



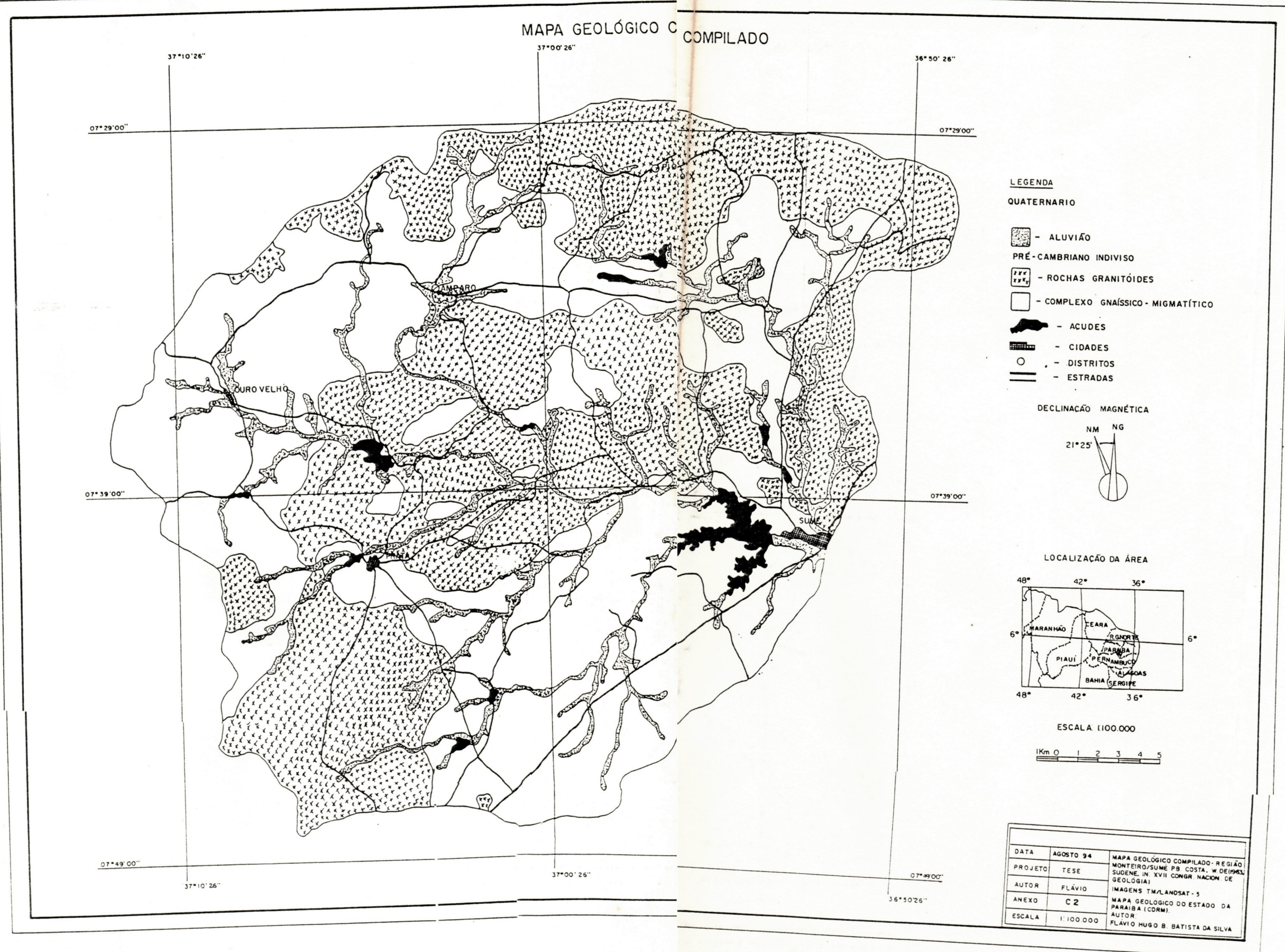
# Anexo C

## Mapas





MAPA GEOLÓGICO COMPILADO

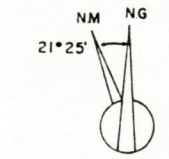


LEGENDA

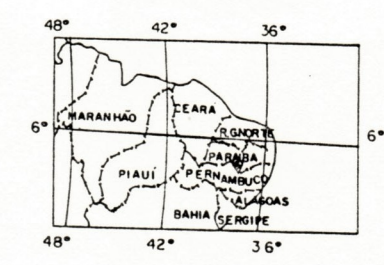
QUATERNARIO

- ALUVIÃO
- PRÉ-CAMBRIANO INDIVISO
- ROCHAS GRANITÓIDES
- COMPLEXO GNAÍSSICO - MIGMATÍTICO
- ACUDES
- CIDADES
- DISTRITOS
- ESTRADAS

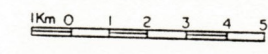
DECLINAÇÃO MAGNÉTICA



LOCALIZAÇÃO DA ÁREA



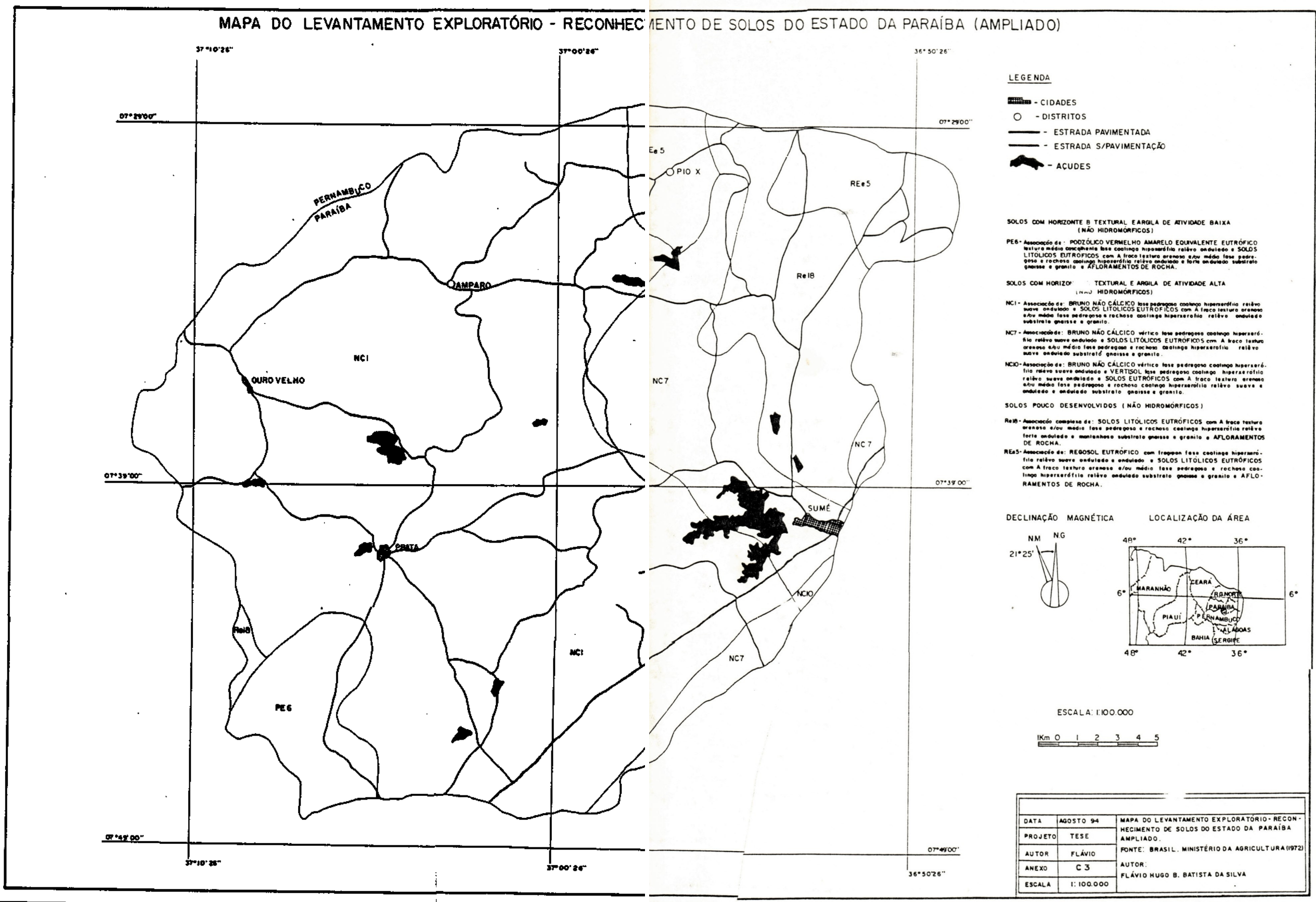
ESCALA 1:100.000



DATA	AGOSTO 94	MAPA GEOLÓGICO COMPILADO- REGIÃO MONTEIRO/SUME PB COSTA. W. DEIMAS, SUDENE. IN XVII CONGR. NACION. DE GEOLOGIA
PROJETO	TESE	
AUTOR	FLÁVIO	IMAGENS TM/LANDSAT- 5
ANEXO	C 2	MAPA GEOLÓGICO DO ESTADO DA PARAÍBA (CORM)
ESCALA	1:100.000	AUTOR: FLÁVIO HUGO B. BATISTA DA SILVA



MAPA DO LEVANTAMENTO EXPLORATÓRIO - RECONHECIMENTO DE SOLOS DO ESTADO DA PARAÍBA (AMPLIADO)



LEGENDA

- CIDADES
- DISTRITOS
- ESTRADA PAVIMENTADA
- ESTRADA S/PAVIMENTAÇÃO
- AÇUDES

SOLOS COM HORIZONTE B TEXTURAL E ARGILA DE ATIVIDADE BAIXA (NÃO HIDROMÓRFICOS)

PE6 - Associação de: PODZÓLIO VERMELHO AMARELO EQUIVALENTE EUTRÓFICO textura média com chernoseco e/ou cinza hiperarídica relevo ondulado e SOLOS LITÓLICOS EUTRÓFICOS com A fraca textura arenosa e/ou média fase pedregosa e rocha com cinza hiperarídica relevo ondulado substrato gneisso e granito e AFLORAMENTOS DE ROCHA.

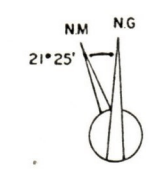
SOLOS COM HORIZONTE B TEXTURAL E ARGILA DE ATIVIDADE ALTA (NÃO HIDROMÓRFICOS)

- NC1 - Associação de: BRUNO NÃO CÁLCICO fase pedregosa cinza hiperarídica relevo suave ondulado e SOLOS LITÓLICOS EUTRÓFICOS com A fraca textura arenosa e/ou média fase pedregosa e rocha com cinza hiperarídica relevo ondulado substrato gneisso e granito.
- NC7 - Associação de: BRUNO NÃO CÁLCICO vértico fase pedregosa cinza hiperarídica relevo suave ondulado e SOLOS LITÓLICOS EUTRÓFICOS com A fraca textura arenosa e/ou média fase pedregosa e rocha com cinza hiperarídica relevo suave ondulado substrato gneisso e granito.
- NC10 - Associação de: BRUNO NÃO CÁLCICO vértico fase pedregosa cinza hiperarídica relevo suave ondulado e VERTISOL fase pedregosa cinza hiperarídica relevo suave ondulado e SOLOS EUTRÓFICOS com A fraca textura arenosa e/ou média fase pedregosa e rocha com cinza hiperarídica relevo suave e ondulado e ondulado substrato gneisso e granito.

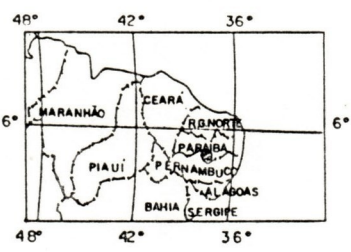
SOLOS POUCO DESENVOLVIDOS (NÃO HIDROMÓRFICOS)

- RE10 - Associação complexa de: SOLOS LITÓLICOS EUTRÓFICOS com A fraca textura arenosa e/ou média fase pedregosa e rocha com cinza hiperarídica relevo forte ondulado e mantimento substrato gneisso e granito e AFLORAMENTOS DE ROCHA.
- REe5 - Associação de: REGOSOL EUTRÓFICO com traposo fase cinza hiperarídica relevo suave ondulado e ondulado e SOLOS LITÓLICOS EUTRÓFICOS com A fraca textura arenosa e/ou média fase pedregosa e rocha com cinza hiperarídica relevo ondulado substrato gneisso e granito e AFLORAMENTOS DE ROCHA.

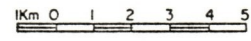
DECLINAÇÃO MAGNÉTICA



LOCALIZAÇÃO DA ÁREA



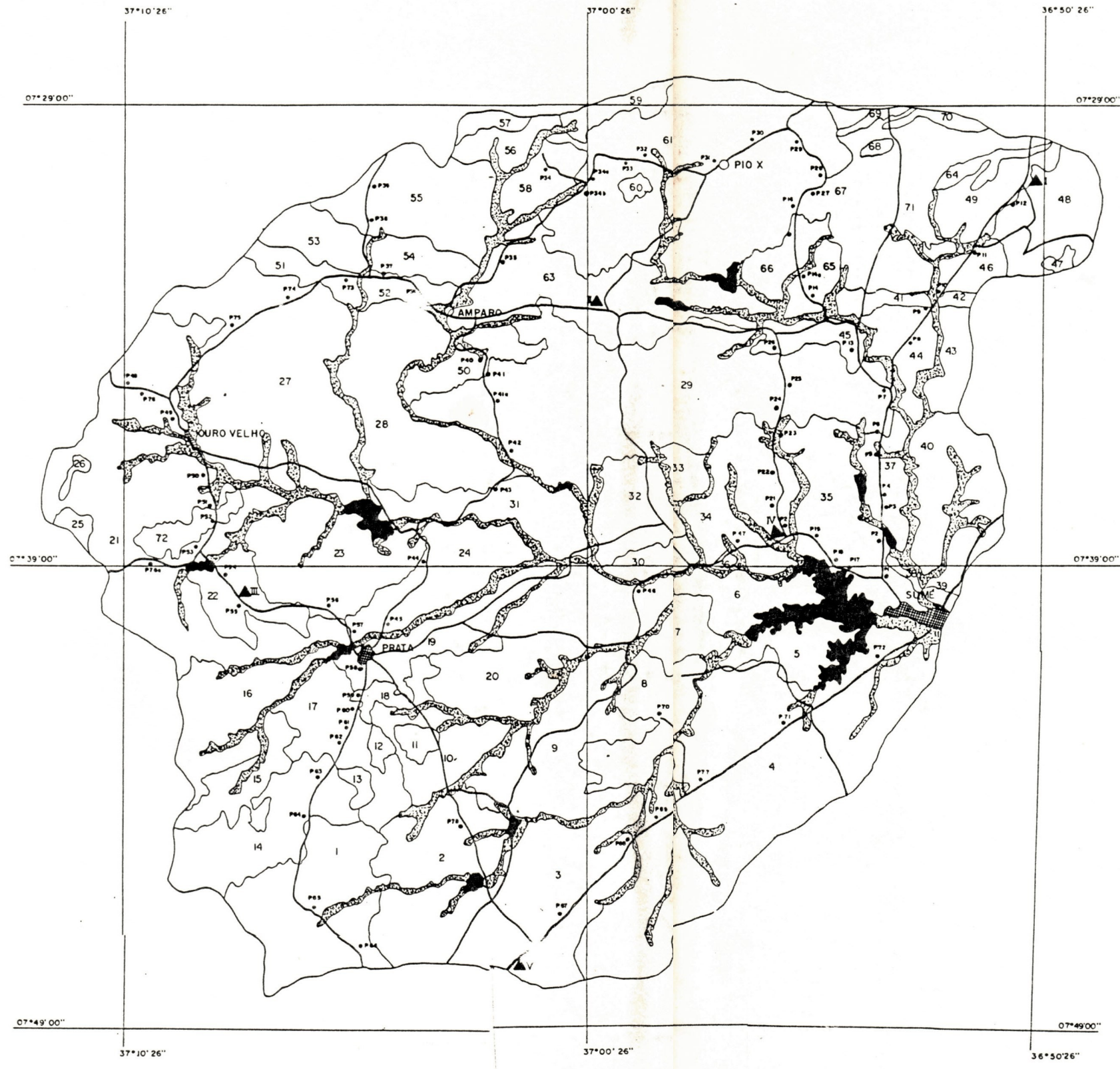
ESCALA: 1:100.000



DATA	AGOSTO 94	MAPA DO LEVANTAMENTO EXPLORATORIO - RECONHECIMENTO DE SOLOS DO ESTADO DA PARAÍBA AMPLIADO.
PROJETO	TESE	FONTE: BRASIL. MINISTERIO DA AGRICULTURA (1972)
AUTOR	FLÁVIO	AUTOR:
ANEXO	C 3	FLÁVIO HUGO B. BATISTA DA SILVA
ESCALA	1:100.000	



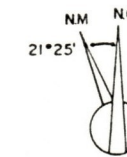
MAPA FOTOINTERPRETATIVO DE SOLOS



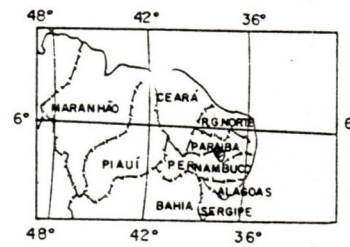
LEGENDA

- ▲ Nº - LOCAÇÃO DE PERFIL (Nº NÚMERO DE PERFIL)
- P. - PARADA DE OBSERVAÇÃO
- - Nº DA UNIDADE FOTOINTERPRETATIVA
- ▭ - CIDADES
- - DISTRITOS
- - ESTRADA PAVIMENTADA
- - - - - ESTRADA S/PAVIMENTAÇÃO
- ~ - ALUVIÃO
- - AÇUDES

DECLINAÇÃO MAGNÉTICA



LOCALIZAÇÃO DA ÁREA



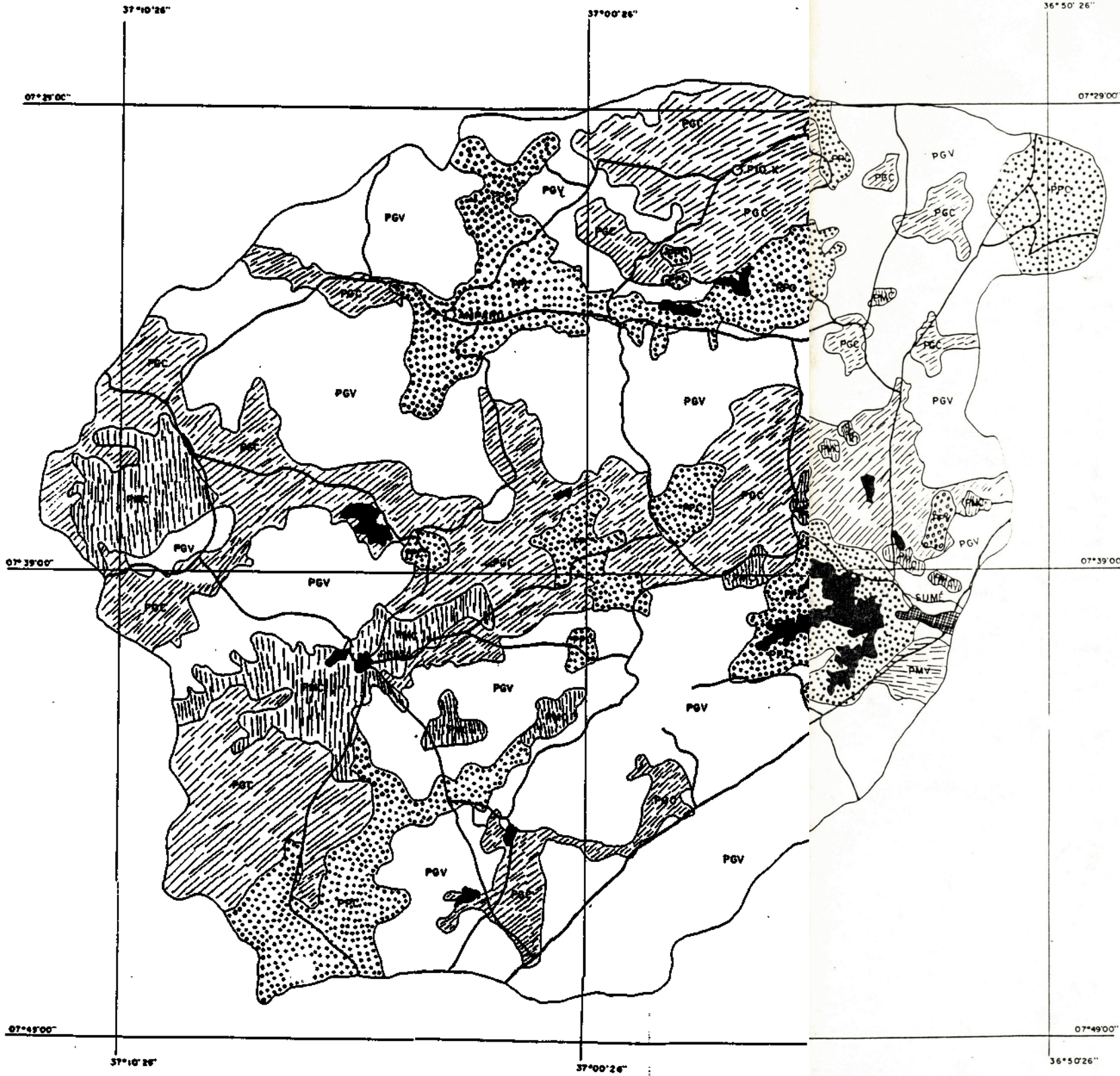
ESCALA: 1:100.000



DATA	AGOSTO 94	MAPA FOTOINTERPRETATIVO DE SOLOS
PROJETO	TESE	
AUTOR	FLÁVIO	
ANEXO	C 4	AUTOR: FLÁVIO HUGO B. BATISTA DA SILVA
ESCALA	1:100.000	



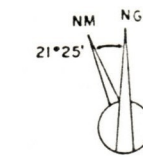
MAPA DE OCUPAÇÃO DA TERRA COM BASE NAS IMAGENS TM/LANDSAT-5



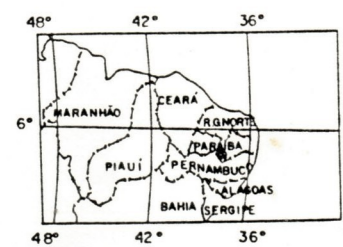
LEGENDA

- PROPRIEDADES PEQUENAS CULTIVADAS
- PROPRIEDADES PEQUENAS COM PREDOMINÂNCIA DE VEGETAÇÃO NATURAL
- PROPRIEDADES MÉDIAS CULTIVADAS
- PROPRIEDADES MÉDIAS COM PREDOMINÂNCIA DE VEGETAÇÃO NATURAL
- PROPRIEDADES GRANDES CULTIVADAS
- PROPRIEDADES GRANDES COM PREDOMINÂNCIA DE VEGETAÇÃO NATURAL
- CIDADES
- DISTRITOS
- ESTRADA PAVIMENTADA
- ESTRADA S/PAVIMENTAÇÃO
- AÇUDES

DECLINAÇÃO MAGNÉTICA



LOCALIZAÇÃO DA ÁREA



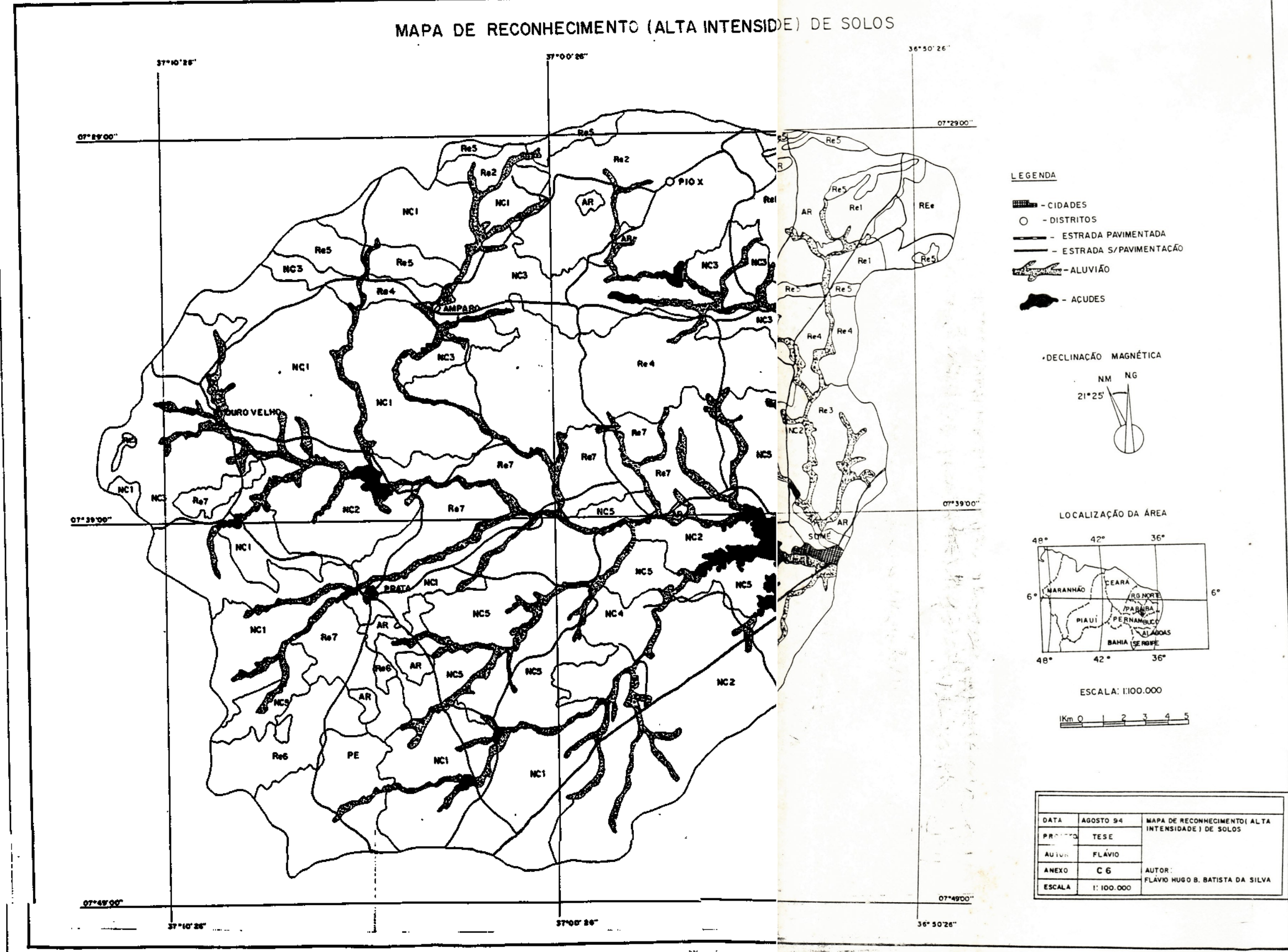
ESCALA: 1:100.000



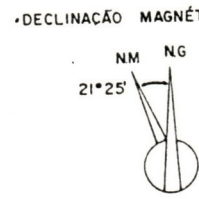
DATA	AGOSTO 94	MAPA DE OCUPAÇÃO DA TERRA COM BASE NAS IMAGENS
PROJETO	TESE	TM / LANDSAT - 5
AUTOR	FLÁVIO	(ORBITA 215 - PONTOS 5 - QUADRANTE C. 10/12/84)
ANEXO	C 5	AUTOR:
ESCALA	1:100.000	FLÁVIO HUGO B. BATISTA DA SILVA



MAPA DE RECONHECIMENTO (ALTA INTENSIDADE) DE SOLOS



**LEGENDA**  
 [Symbol] - CIDADES  
 [Symbol] - DISTRITOS  
 [Symbol] - ESTRADA PAVIMENTADA  
 [Symbol] - ESTRADA S/PAVIMENTAÇÃO  
 [Symbol] - ALUVIÃO  
 [Symbol] - ACUDES



DATA	AGOSTO 94	MAPA DE RECONHECIMENTO (ALTA INTENSIDADE) DE SOLOS
PROJETO	TESE	
AUTOR	FLÁVIO	
ANEXO	C 6	AUTOR: FLÁVIO HUGO B. BATISTA DA SILVA
ESCALA	1: 100.000	

**LEGENDA DE IDENTIFICAÇÃO DO MAPA DE SOLO**

**SOLOS COM HORIZONTE B TEXTURAL E ARGILA DE ATIVIDADE BAIXA**  
 PE - Associação de: POZOLITO VERMELHO AMARELO (s textura média ca- cobrindo relevo ondulado + SOLOS LÍTOLÓCOS substrato granítico, sem- EUTRÓFICOS A fraca fase pedregosa e rochas substrato granítico, relevo ondulado e forte ondulado substrato granítico + AFLORAMENTOS DE ROCHA.

**SOLOS COM HORIZONTE B TEXTURAL E ARGILA DE ATIVIDADE ALTA (NÃO HIDRÓMÓRFICOS)**  
 NC1 - Associação de: BRUNO NÃO CÁLCICO (textura média) + SOLOS LÍTOLÓCOS (textura arenosa e moderadamente desenvolvidos, pedregosa) com- ondulado.  
 NC2 - Associação de: BRUNO NÃO CÁLCICO (textura média) + SOLOS LÍTOLÓCOS (textura arenosa e moderadamente desenvolvidos, pedregosa) com- ondulado + REGOSSOLO (textura arenosa e moderadamente desenvolvidos, pedregosa) com- ondulado.  
 NC3 - Associação de: BRUNO NÃO CÁLCICO (textura arenosa e moderadamente desenvolvidos, pedregosa) com- ondulado + REGOSSOLO (textura arenosa e moderadamente desenvolvidos, pedregosa) com- ondulado.  
 NC4 - Associação de: BRUNO NÃO CÁLCICO (textura arenosa e moderadamente desenvolvidos, pedregosa) com- ondulado + REGOSSOLO (textura arenosa e moderadamente desenvolvidos, pedregosa) com- ondulado + AFLORAMENTOS DE ROCHA.

**SOLOS ALUVIAIS (NÃO HIDRÓMÓRFICOS)**  
 AR - Associação de: BRUNO NÃO CÁLCICO (textura arenosa e moderadamente desenvolvidos, pedregosa) com- ondulado + SOLOS LÍTOLÓCOS (textura arenosa e moderadamente desenvolvidos, pedregosa) com- ondulado + REGOSSOLO (textura arenosa e moderadamente desenvolvidos, pedregosa) com- ondulado + AFLORAMENTOS DE ROCHA.

**SOLOS POUCO DESENVOLVIDOS (NÃO HIDRÓMÓRFICOS)**  
 NC5 - Associação de: BRUNO NÃO CÁLCICO (textura arenosa e moderadamente desenvolvidos, pedregosa) com- ondulado + SOLOS LÍTOLÓCOS (textura arenosa e moderadamente desenvolvidos, pedregosa) com- ondulado + REGOSSOLO (textura arenosa e moderadamente desenvolvidos, pedregosa) com- ondulado + AFLORAMENTOS DE ROCHA.

**SOLOS ALUVIAIS (NÃO HIDRÓMÓRFICOS)**  
 AR - Associação de: BRUNO NÃO CÁLCICO (textura arenosa e moderadamente desenvolvidos, pedregosa) com- ondulado + SOLOS LÍTOLÓCOS (textura arenosa e moderadamente desenvolvidos, pedregosa) com- ondulado + REGOSSOLO (textura arenosa e moderadamente desenvolvidos, pedregosa) com- ondulado + AFLORAMENTOS DE ROCHA.

**SOLOS ALUVIAIS (NÃO HIDRÓMÓRFICOS)**  
 AR - Associação de: BRUNO NÃO CÁLCICO (textura arenosa e moderadamente desenvolvidos, pedregosa) com- ondulado + SOLOS LÍTOLÓCOS (textura arenosa e moderadamente desenvolvidos, pedregosa) com- ondulado + REGOSSOLO (textura arenosa e moderadamente desenvolvidos, pedregosa) com- ondulado + AFLORAMENTOS DE ROCHA.

**SOLOS ALUVIAIS (NÃO HIDRÓMÓRFICOS)**  
 AR - Associação de: BRUNO NÃO CÁLCICO (textura arenosa e moderadamente desenvolvidos, pedregosa) com- ondulado + SOLOS LÍTOLÓCOS (textura arenosa e moderadamente desenvolvidos, pedregosa) com- ondulado + REGOSSOLO (textura arenosa e moderadamente desenvolvidos, pedregosa) com- ondulado + AFLORAMENTOS DE ROCHA.

**SOLOS ALUVIAIS (NÃO HIDRÓMÓRFICOS)**  
 AR - Associação de: BRUNO NÃO CÁLCICO (textura arenosa e moderadamente desenvolvidos, pedregosa) com- ondulado + SOLOS LÍTOLÓCOS (textura arenosa e moderadamente desenvolvidos, pedregosa) com- ondulado + REGOSSOLO (textura arenosa e moderadamente desenvolvidos, pedregosa) com- ondulado + AFLORAMENTOS DE ROCHA.

**SOLOS ALUVIAIS (NÃO HIDRÓMÓRFICOS)**  
 AR - Associação de: BRUNO NÃO CÁLCICO (textura arenosa e moderadamente desenvolvidos, pedregosa) com- ondulado + SOLOS LÍTOLÓCOS (textura arenosa e moderadamente desenvolvidos, pedregosa) com- ondulado + REGOSSOLO (textura arenosa e moderadamente desenvolvidos, pedregosa) com- ondulado + AFLORAMENTOS DE ROCHA.



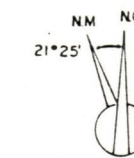
MAPA DA REDE DE DRENAGEM COM BASE NAS IMAGENS TM/LANDSAT - 5



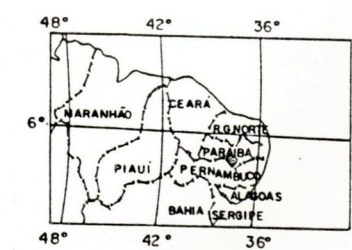
LEGENDA

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

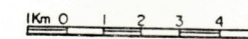
DECLINAÇÃO MAGNÉTICA



LOCALIZAÇÃO DA ÁREA



ESCALA: 1:100.000



DATA	AGOSTO 94	MAPA DA REDE DE DRENAGEM COM BASE NAS IMAGENS TM/LANDSAT - 5 (ORBITA 215 - PONTO 65 - QUADRANTE C, DATA: 10/12/1984)
PROJETO	TESE	
AUTOR	FLÁVIO	
ANEXO	C 7	AUTOR: FLÁVIO HUGO B. BATISTA DA SILVA
ESCALA	1:100.000	



MAPA DA REDE DE DRENAGEM EXTRAÍDO DAS CARTAS TOPOGRÁFICAS DA SUDENE

