

UNIVERSIDADE FEDERAL DA PARAÍBA
CENTRO DE CIÊNCIAS E TECNOLOGIA
DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA AGRÍCOLA
LABORATÓRIO ASSOCIADO DE SENSORIAMENTO REMOTO

ESTUDO DOS RECURSOS HÍDRICOS DA PARAÍBA A PARTIR
DE IMAGENS LANDSAT

CAMPINA GRANDE--PARAÍBA

FEVEREIRO-1993



Biblioteca Setorial do CDSA. Abril de 2021.

Sumé - PB

ELETISANDA DAS NEVES

JACQUELINE HENRIQUE

Relatório de Estágio Supervisionado
apresentado ao Curso de Engenharia
Agrícola UFPb/Campus II, como Pré-
Requisito para obtenção do Título
de Engenheiro Agrícola.

ÁREA: FOTOGRAMETRIA E FOTOINTERPRETAÇÃO

ORIENTADORA: Prof^ª. MARIA JOSÉ DOS SANTOS

ESTUDO DOS RECURSOS HÍDRICOS DA PARAÍBA A PARTIR DE IMAGENS
LANDSAT

ESTAGIÁRIAS: ELETISANDA DAS NEVES
JACQUELINE HENRIQUE

ORIENTADORA: MARIA JOSÉ DOS SANTOS

CAMPINA GRANDE - PARAÍBA

FEVEREIRO - 1993

R E S U M O

O presente trabalho foi realizado, tendo como fontes Cartas Topográficas e Imagens TM/LANDSAT.

Usando Cartas Topográficas foi extraído das mesmas as Coordenadas Geográficas e toda rede de Drenagem e Açudes. Como também foram traçados os Núcleos Urbanos e a rede viária principal, em OVERLAYS, posteriormente foi transportado para Imagem TM/LANDSAT com o objetivo de atualizar tais dados.

A partir da atualização dos mapas foi feita a Fotointerpretação das Imagens TM/LANDSAT, com o objetivo de confeccionar novos "OVERLAYS" limitando as Áreas Aluviais passíveis de irrigação.

Atualizados a rede de drenagem e açudes, foram localizados poços profundos e amazonas identificados por seu número de cadastro, pela vazão, pelo teor de resíduo seco e pela formação captada.

A partir de dados existentes em diversos órgãos (CDRM, DNOCS, CONESP, etc).

A região selecionada para o levantamento do projeto, foi todo o Estado da Paraíba.

CAPÍTULO 02

2- REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1- Sensoriamento Remoto

Sensoriamento Remoto é a detecção da natureza de um objeto sem que haja contato físico em que aviões e satélites são as plataformas mais comuns (GARCIA, 1982). Desse modo podemos encarar a visão como sendo a forma mais simples de sensoriamento remoto, e nossos olhos como o mais antigo aparelho de coleta de dados.

As técnicas de sensoriamento remoto englobam a união de modernos sensores, equipamentos de processamentos de dados, informações teóricas e práticas e veículos aéreos e espaciais para propósitos de levantamento da superfície terrestre. A função do sensoriamento remoto é coletar informações relevantes sobre todos os fenômenos da superfície da terra, estudando suas propriedades eletromagnéticas registradas a partir de veículos aéreos e espaciais (DAELS & ANTROP, 1977).*

Os parâmetros a serem medidos para identificação e medição de características físicas e ambientais no sensoriamento remoto pertencem a três fenômenos diferentes:

- . Variações nos campos de forças representados pelo magnetismo e gravidade;
- . Propagação de ondas acústicas;
- . Variação na distribuição da energia eletromagnética.

* APUD RAMOS (1983)

Os dois primeiros fenômenos não serão abordados neste trabalho, devido os mesmos fornecerem parâmetros para técnicas de sensoriamento remoto utilizadas pela geofísica. O terceiro fenômeno será de maior interesse, já que o mesmo fornece informações necessárias para o mapeamento e inventário de recursos naturais, utilizando técnicas de sensoriamento remoto.

2.1.1 - Energia Eletromagnética

A luz visível é a forma mais conhecida da energia eletromagnética, embora existam outras formas que também são familiares, tais como: raios ultravioletas, raio-x, ondas de rádio e calor. Todas as formas de energia eletromagnética são basicamente da mesma natureza e sua forma de propagação é explicada pela teoria ondulatória da luz. Esta teoria descreve a energia eletromagnética como uma feição sinuosa, harmônica, que se propaga na velocidade de 300.000 Km/s (velocidade da luz).

As ondas eletromagnéticas assumem valores que se repetem em determinados períodos, daí a imagem da palavra harmônica permitindo que se defina as duas mais importantes características das mesmas, que são: o comprimento de onda (λ) e a frequência (f).

O comprimento de onda (λ) é definido como a distância entre dois picos consecutivos das ondas eletromagnéticas. É medido em micrometros (μm). Um micrometro é igual a 1×10^{-6} m.

O número de picos que passam por um determinado ponto numa unidade de tempo, é definido como frequência (f). A frequên

cia é medida em Hertz (1 Hertz = 1 ciclo por segundo).

O comprimento de onda e a frequência estão relacionados pela seguinte equação:

$$C = \lambda \cdot f, \text{ onde: } C = \text{velocidade da luz} = 300.000 \text{ Km/s}$$

As diversas formas de energia eletromagnética, de acordo com o comprimento de onda, podem ser dispostas num gráfico denominado espectro eletromagnético.

Observa-se que a parte referente à energia eletromagnética visível é extremamente pequena (0,4 μm a 0,7 μm), quando comparada à totalidade do espectro. Dentro desse intervalo temos as cores que enxergamos, distribuídas da seguinte forma: 0,4 μm a 0,5 μm - azul, 0,5 μm a 0,6 μm - verde, 0,6 μm a 0,7 μm - vermelho.

Os equipamentos de sensoriamento remoto mais comuns operam nas seguintes faixas do espectro eletromagnético: visível, infravermelho refletido, infravermelho termal e microondas.

2.1.2 - Fontes de Energia Eletromagnética

A principal fonte de energia eletromagnética é o sol, no entanto toda substância com temperatura acima do zero absoluto ($0^{\circ} \text{K} = -273 \text{ C}$) emite continuamente radiação eletromagnética, embora de magnitude e comprimento de onda consideravelmente diferente do sol.

2.1.3 - Mecanismos de Interação de Energia Eletromagnética

Quando a energia eletromagnética entra em contato com a matéria, seja ela sólida, líquida ou gasosa, podem ocorrer interações que produzem modificações na energia incidente, e essas modificações são importantes no sensoriamento remoto.

As interações mais importantes ocorrem da seguinte maneira:

- A radiação pode passar através da substância, portanto ela pode ser transmitida.

- A radiação pode ser absorvida pela substância causando seu aquecimento.

- A radiação pode ser emitida por uma substância. Toda matéria a temperatura acima de 0° K emite radiação.

- A radiação pode ser espalhada, isto é, desviada em todas as direções. O espalhamento da luz solar pela atmosfera tornando o céu azul, é um exemplo deste fenômeno.

- A radiação pode ser refletida, isto é, pode retornar sem sofrer mudança, a partir de uma superfície, seguindo um ângulo igual, porém oposto, ao ângulo de incidência nesta superfície, ou espalham-se em todas as direções, após a reflexão.

No sensoriamento remoto devem ser sempre levados em consideração estes mecanismos de interação da energia eletromagnética com a matéria. A absorção e o espalhamento pela atmosfera têm uma influência importante na intensidade e na composição espectral da radiação que, vinda do alvo, chega até o equipamento de sensoriamento remoto, podendo mesmo bloquear a radiação, e por isso a aquisição de dados pelo sensoriamento remoto

se limita a regiões do espectro que não são bloqueados pela atmosfera, as chamadas "janelas atmosféricas".

2.1.4- Reflectância Espectral da Vegetação, Solo e Água

As curvas de reflectância espectral das três principais feições terrestres, vegetação, solo e água, permitem algumas importantes considerações.

Analisando-se a curva que representa a reflectância espectral da vegetação, observa-se a presença de uma série de picos e vales, que podem ser interpretados da seguinte forma:

- Os "Vales" na região visível do espectro estão relacionados ao pigmento das folhas das plantas. A clorofila absorve fortemente a energia incidente sobre ela, em comprimentos de onda da ordem de $0,45 \mu\text{m}$ e $0,65 \mu\text{m}$, relativos respectivamente às cores azul e vermelho. Da mesma forma o "pico" na região de $0,5 \mu\text{m}$ equivalente a cor verde, é causado pela forte reflectância, já que a clorofila é o pigmento que dá cor verde às plantas. Porém a vegetação pode apresentar algum distúrbio no seu crescimento ou produtividade, que implique num decréscimo da produção de clorofila, e então a absorção da radiação diminua, causando algumas vezes o "amarelamento" das folhas pelo efeito combinado das cores verde e vermelha que chegam refletidas aos nossos olhos.

Quando se passa do visível para o infravermelho refletido, por volta de $0,7 \mu\text{m}$ a reflectância da vegetação cresce assustadoramente, e de $0,7 \mu\text{m}$ a $1,3 \mu\text{m}$ as plantas refletem cerca de 50% da energia incidente sobre elas. Esta alta reflectân-

cia está relacionada à estrutura interna das folhas, que varia de espécie para espécie vegetal, variando conseqüentemente a reflectância de espécie para espécie vegetal, o que permite muitas vezes superá-las, mesmo quando isto não é possível no visível. Além disso qualquer distúrbio que altere a estrutura interna (ou externa) da folha irá representar uma modificação na sua reflectância, permitindo muitas vezes a separação entre plantas doentes e sadias.

- Acima de $1,3 \mu\text{m}$ a energia incidente sobre a vegetação é absorvida nos "vales" representados pelos comprimentos de onda de $1,4 \mu\text{m}$, $1,9 \mu\text{m}$ e $2,7 \mu\text{m}$. Isto se deve a presença de água nas folhas, que absorve fortemente nestes comprimentos de onda. Devido a isso, essas regiões espectrais são chamadas "bandas de absorção de água".

A curva que representa o solo na figura 03, apresenta poucas variações tipos "picos" e "vales" na sua reflectância espectral, que depende de vários fatores, tais como: umidade, composição granulométrica, rugosidade da superfície, presença de óxido de ferro e conteúdo de matéria orgânica, que são fatores complexos, variáveis e interrelacionados. A umidade do solo diminui a sua reflectância, e por isso nas "bandas de absorção de água" a $1,4 \mu\text{m}$, $1,9 \mu\text{m}$ e $2,7 \mu\text{m}$, o solo também apresenta vales na sua reflectância espectral. Por outro lado a umidade do solo está fortemente relacionada a sua textura: solos grosseiros e areníticos são geralmente bem drenados, resultando em baixa umidade e reflectância mais alta, enquanto que solos de granulção fina, como argilitos, são mal drenados e mais úmidos, apresentando então menor reflectância.

A água apresenta a curva de reflectância mais sim-

ples. A água reflete alguma energia apenas em comprimentos de onda próximos a $0,6 \mu\text{m}$, fora dessa região a água praticamente transmite toda radiação incidente, porém essa transmitância depende de vários fatores, como a presença de material em suspensão, matéria orgânica como alga e outros microorganismos. A presença de sedimentos em suspensão aumenta consideravelmente a reflectância da água no visível.

2.1.5- Padrão de Resposta Espectral

O padrão de resposta espectral da vegetação, solo e água são diferentes, como já foi visto anteriormente, e dependem da região do espectro que é escolhido para se fazer esta diferença.

Os dois tipos de efeitos que influenciam o padrão espectral dos alvos são os seguintes: efeitos temporais e efeitos espaciais.

Os efeitos temporais são aqueles que mudam as características espectrais do alvo através do tempo. Como exemplo podemos citar uma plantação qualquer, que varia de acordo com a estação do ano ou estágio de crescimento.

Os efeitos espaciais são aqueles que modificam as características espectrais dos alvos de acordo com a sua posição geográfica. Como exemplo podemos citar duas culturas do mesmo tipo de planta separadas por centenas de quilômetros, portanto sob condições diferentes de solo, clima e técnicas de cultivo, que implicarão em respostas espectrais diferentes.

2.2- Drenagem

A drenagem é o elemento que mais se destaca através do exame estereoscópico nas imagens de grande escala, já que a mesma resulta da manifestação de uma série de fatores como relevo, clima, vegetação, geologia e características do próprio solo.

O padrão de drenagem de uma região é em grande parte função da relação infiltração/deflúvio. Solos relativamente arenosos, devido à textura grosseira, favorecem a infiltração em detrimento do deflúvio, apresentando um padrão pouco denso. Solos relativamente argilosos oferecem maior resistência à infiltração, favorecendo o deflúvio e criando um padrão de drenagem mais denso.

A drenagem pode ser estudada de duas maneiras, qualitativamente e quantitativamente. Na análise qualitativa devem ser observados parâmetros como padrão de drenagem, grau de integração, densidade, grau de uniformidade, orientação, grau de controle, angularidade e ângulo de junção.

O arranjo espacial dos cursos fluviais, que define o padrão de drenagem, pode ser influenciado em sua atividade morfológica pela natureza e disposição das camadas rochosas, pela resistência litológica variável, pelas diferenças de declividade e pela evolução geomorfológica da região (CHRISTOFOLETTI, / 1974) *

Os principais tipos do padrão de drenagem, segundo a disposição espacial dos canais, são: dentrítico, treliça, retangular, paralelo, radial e anular.

* APUD SANTOS (1985)

2.3- Aquisição de Dados em Sensoriamento Remoto

A aquisição de dados em sensoriamento remoto é o procedimento pelos quais estes sinais são detectados, gravados e interpretados.

A detecção da energia eletromagnética pode ser obtida de duas formas: fotograficamente ou eletronicamente. O processo fotográfico utiliza relações químicas na superfície de um filme sensível a luz para detectar variações de energia dentro de uma cena, e registrar os sinais detectados, gerando uma imagem fotográfica, após a revelação.

O processo eletrônico gera sinais elétricos que correspondem às variações de energia da cena original, e registra estes sinais geralmente numa fita magnética. Estes sinais elétricos podem ser convertidos numa imagem fotográfica, pela sua conversão em sinais luminosos que impressionam um filme sensível a luz, ou fotografando um vídeo de televisão.

Em sensoriamento remoto o termo fotográfico é reservado exclusivamente para imagens que são detectadas e gravadas num filme. O termo imagem fotográfica é usado para qualquer representação em fotografia de um dado imageado. Portanto o registro fotográfico de um sensor eletrônico é uma imagem fotográfica. Então, toda fotografia é uma imagem fotográfica, mas nem toda imagem fotográfica é uma fotografia.

2.4 - Principais Equipamentos de Sensoriamento Remoto

Os equipamentos de sensoriamento remoto estabelecem

condições de detectar e medir energia eletromagnética, em diversos comprimentos de onda, e convertem o sinal resultante numa forma que possa ser percebida pelos sentidos humanos, para posterior interpretação.

Os equipamentos mais conhecidos e utilizados no Brasil atualmente são os seguintes:

- Sistemas Fotográficos

- a) Sistemas Fotográficos Convencionais
- b) Sistema Fotográfico Multiespectral

- Sistemas Eletrônicos

- a) Sistemas Imageadores Multiespectrais
(Scabbers Multiespectrais)
- b) Radar de Visada Lateral (Slar - Side Looking Airborne Radar)
- c) Satélites

Neste trabalho será dado um enfoque apenas nos sistemas eletrônicos /satélites", devido as imagens utilizadas terem sido provenientes de um deles, LANDSAT-5, o qual será descrito mais detalhado.

2.5 - Satélites LANDSAT

2.5.1- Histórico do Programa Landsat

O programa LANDSAT, iniciado em 1967 pelo governo americano, com o nome inicial de "PROGRAMA ERTS" (Earth Resources Technology Satellite), resultou em uma série de 5 satélites.

O satélite ERTS-1, posteriormente denominado de LANDSAT-1, foi lançado em 23 de julho de 1972 e permaneceu em órbita até 6 de janeiro de 1978.

O ERTS-2 (LANDSAT-2) foi lançado em 22 de janeiro de 1975, data em que o programa passou a denominar-se LANDSAT. A continuidade do programa deu-se com o lançamento do LANDSAT 3 em 5 de maio de 1978, do LANDSAT-4 em 16 de julho de 1982 e do LANDSAT-5 em março de 1984 (VALÉRIO FILHO, 1984).*

2.5.2 - LANDSAT-5

O satélite LANDSAT-5 está equipado com dois sistemas sensores:

1- Um sistema MSS com 4 canais com uma resolução espacial de 80m, (elemento de resolução no terreno= 79 x 79m).

2- Um novo scanner multiespectral denominado Thematic Mapper (TM). O sistema TM é um sistema sensor de 2ª geração derivado do MSS que equipou os satélites 1, 2 e 3. As modificações mais importantes que o TM apresenta em relação ao MSS podem ser reunidos em dois aspectos:

* APUD SANTOS (1985)

- O TM possui 7 canais, enquanto o MSS do LANDSAT 1 e 2 possuía 4 canais, e o MSS do LANDSAT-3 iniciou seu funcionamento com 5 canais

- A resolução espacial dos canais do TM na parte refletida, do espectro eletromagnético (visível e infra-vermelho refletido) é de 30m (elemento de resolução no terreno = 30 x 30m) enquanto que nos LANDSAT 1, 2 e 3 a resolução era de 80m. Na parte emitida do espectro (infravermelho termal) o TM apresenta uma resolução espacial de 120m (elemento de resolução no terreno = 120 x 120m) enquanto o canal 8 do MSS do LANDSAT-3 (canal termal) apresentava uma resolução espacial de 240 m / (elemento de resolução e o terreno = 238 x 238m).

Quanto a distribuição dos canais do TM e as suas aplicações para os quais os mesmos foram projetados, será descrito apenas os canais utilizados neste trabalho, canais 3 e 4.

- Canal 3 - 0,63 a 0,69 μm - visível - é o canal mais importante para o estudo da vegetação. É a banda de absorção da clorofila, e este canal foi projetado para separar zonas com vegetação de zonas sem vegetação, bem como enfatizar o contraste entre tipos diferentes de vegetação.

- Canal 4 - 0,76 a 0,9 μm - infravermelho refletido projetado para auxiliar nos trabalhos que envolvam cálculos de biomassa e discriminação de corpos de água.

CAPÍTULO 03

3- MATERIAIS E MÉTODOS

3.1- Situação e Localização da Área de Estudo

O Estado da Paraíba localiza-se na porção oriental do Nordeste do Brasil, entre os meridianos de $34^{\circ} 45' 54''$ e $38^{\circ} 45' 45''$ de longitude oeste e entre os paralelos de $6^{\circ} 02' 12''$ e $8^{\circ} 19' 18''$ de latitude sul.

Sua forma alongada no sentido leste-oeste é marcada por duas saliências (a da região de Catolé do Rocha, a Noroeste, e o platô dos Cariris, na porção centro-sul) e por duas vastas reentrâncias formando uma cintura nas proximidades do meridiano de Patos, representadas, ao norte, pelas bacias dos rios Seridó e Espinharas, afluindo no rio Piranhas em território do Rio Grande do Norte e, ao sul, em Pernambuco, pelo alto Vale do Rio Pajeú. Apresenta no sentido norte-sul uma distância linear de 253 Km e angular de $2^{\circ} 17' 06''$ e de 443 Km linear no sentido leste-oeste. Limita-se ao norte com o Estado e $3^{\circ} 59' 51''$ angular do Rio Grande do Norte; a leste com o Oceano Atlântico; a oeste com o Estado do Ceará, e ao sul, com Pernambuco.

É interessante salientar que a Ponta do Seixas, no Cabo Branco, corresponde ao ponto mais oriental da América do Sul.

O Estado da Paraíba possui 171 municípios e 249 distritos. Com apenas 56.372 Km^2 , que corresponde a 0,66% do território nacional e 316% do nordestino, a Paraíba é um dos

menores Estados Brasileiros. Em relação ao Nordeste, só é maior do que Sergipe (21.994 Km²) e Alagoas (27.731 Km²). Observa-se que a maior parte de sua superfície total (97,78%) acha-se incluída na zona do Polígono das Secas, correspondendo a 5,88% da mesma.

É notável a variação da paisagem natural encontrada: áreas úmidas que se contrapõem a outras semi-áridas; rios que secam durante os períodos de estiagem prolongada, transformando-se em verdadeiras estradas de areia, e rios que permanecem cheios durante todo o ano; uma vegetação que varia desde as formações florestais até a caatinga herbácea, um relevo marcado pela presença de planícies, planaltos, serras e vales.

Esta diversidade de paisagem aliada às diversificações sócio-econômicas geram a necessidade de regionalização espacial para servir de apoio aos pesquisadores, estudiosos e ao planejamento. Dentre os diversos trabalhos realizados neste sentido, destacaremos algumas regionalizações deles resultantes:

a) Zonas Fisiográficas: Litoral e Mata (4.316Km²); Agreste e Caatinga Litorânea (5.428 Km²); Borborema Oriental (5.207 Km²); Borborema Central (15.204 Km²); Sertão Alto (3.043 Km²); Sertão de Piranhas (13.460 Km²); Sertão do Oeste (5.963 Km²) e Seridó (1.512 Km²).

b) Microrregiões Homogêneas: Catolé do Rocha (2.959 Km²); Seridó Paraibano (2.669 Km²) Curimataú (2.755 Km²); Diamante da Borborema (2.345 Km²); Litoral Paraibano (4.316Km²); Sertão de Cajazeiras (5.567 Km²); Depressão do Alto Piranhas

(12.409 Km²); Cariris Velhos (13.845 Km²); Agreste da Borborema (3.661 Km²); Brejo Paraibano (1.105 Km²); Agro-Pastoril do Baixo Paraíba (1.698 Km²) e Serra do Teixeira (3.043 Km²).

O Estado foi dividido em 5 Regiões Geográficas:

<u>Litoral</u>	Praia
	Tabuleiros
	Várzeas

Agreste Acatingado

<u>Brejo Serranos</u>	Brejo
	Serras
	Agreste

<u>Borborema</u>	Curimataú
	Cariris da Paraíba
	Cariris de Princesa

<u>Sertão</u>	Sertão do Seridó
	Baixo Sertão do Piranhas
	Alto Sertão

3.2- Geologia

A geologia paraibana enfoca os aspectos litológicos, estratigráficos e de geologia estrutural que dão um cunho de generalização ao tema, sem haver supressão dos fatos geológicos mais importantes.

- Litologia

Uma análise global da litologia mostra uma predominância do complexo cristalino sobre os terrenos sedimentares.

Os terrenos sedimentares são encontrados no Litoral constituindo afloramentos calcários ou relevos planos, pouco elevados (os tabuleiros), além de planícies marinhas e flúvio - marinhas. No interior, são identificadas chapadas sedimentares, além da Bacia Sedimentar do Rio do Peixe.

O complexo cristalino apresenta-se com uma marcante predominância de rochas metamórficas sobre as rochas magmáticas.

3.2.1- Estratigrafia

As rochas mais antigas predominam no complexo cristalino formando o complexo gnáissico - mignátítico - granitóidico de idade Arqueozóica, que é afetado por intrusões de rochas magmáticas: gabros, granitos, basaltos, etc., do Proterozóico.

Também do Proterozóico, discordante sobre os terrenos Arqueozóicos e formando faixas orientadas SW-NE, são reconhecidas as sequências constituintes de: Formação Equador com quartzitos; Formação Seridó com micaxistos; grupo Cachoeirinha com sequência de rochas que inclui filitos e micaxistos.

Do Fanerozóico, encontram-se no extremo oeste do Estado duas ocorrências paleozóicas representadas por arenitos conglomeráticos de cores claras ou, às vezes, avermelhadas.

Do Mesozóico, em áreas dos municípios de Pombal, Souza e Antenor Navarro, são encontrados sedimentos que vão de conglomerados e arenitos e siltitos, constituindo a bacia sedimentar do Rio do Peixe. No Litoral, uma sequência que inicia com arenitos e continua com calcários o grupo Paraíba.

Do cenozóico, a representação consiste em arenitos variegados, na maioria pouco consolidados, constituintes do grupo Barreiras, além de areias que constituem as planícies marinhas formadoras das praias ou os mangues encontrados nas desembocaduras dos principais rios que são encontrados preenchendo os leitos dos rios.

- Estrutura

Na Paraíba, é marcante a ocorrência de estruturas falhadas onde se salienta o grande lineamento que atravessa longitudinalmente o Estado, conhecido como Lineamento de Patos.

Estruturas dobradas em anticlinais e senclinais são comuns, e, às vezes, influenciam no relevo.

A geologia da Paraíba pode ser resumida da seguinte maneira:

1- Holoceno	Restingos e Dunas Aluviões Mangues
2- Terciário	Grupo Barreiras (incluindo a Formação Bananeiras) Série Serra do Martins

- | | |
|--------------|--|
| 3- Cretático | Formação Itamaracá
Formação Gramane
Série Rio do Peixe |
|--------------|--|

4- Pré-tambriano (B)

5- Pré-tambriano (CD) Plutônicos Ácidos

3.2.2- Holeceno

São formações recentes, com camadas em geral não consolidadas de areia argila e depósitos orgânicos, sobrepostas ou não.

Estas formações são representadas por estreita faixa do litoral, constituída de praias, dunas, restingas, terraços litorâneos, mangues, recifes de coral e de arenito. Ocorrem também penetrações ocupando grandes áreas às margens dos rios formando aluviões, terraços fluviais e mangues.

As praias, dunas, restingas e terraços litorâneos, componentes da baixada litorânea, são constituídos por sedimentos arenosos quartzosos marinhos não consolidados.

- (Dumas) Padzol Hidromórfico

O contorno litorâneo é interrompido em muitos pontos pelas embocaduras dos rios. Nestas áreas a diminuição da corrente favorece a deposição de finos sedimentos, dando origem ao aparecimento de terrenos alagadiços e pantanosos sujeitos

aos movimentos das marés. Estas áreas são conhecidas por mangues e ocorrem de maneira expressiva nas embocaduras dos rios Camaratuba, Mamanguape, Paraíba, Gramame e Abiaí.

Estes sedimentos são geralmente argilo-siltosos em mistura com detritos orgânicos e dão origem à unidade solos indiscriminados de mangues.

Tais reentrâncias cortam muitas vezes toda a superfície dos tabuleiros. São as várzeas dos baixos cursos dos rios de maior volume, constituídos de sedimentos aluviais não consolidados de natureza variada, formando camadas estratificadas sem disposição preferencial, e por deposições orgânicas.

Onde os sedimentos são essencialmente orgânicos, encontram-se os solos Orgânicos Indiscriminados.

As maiores áreas destes sedimentos são as várzeas dos baixos cursos dos rios Mamanguape, Paraíba, Gramame e Abiaí.

Os sedimentos aluviais ocorrem também ao longo das planícies de inundação dos principais cursos d'água da zona seca onde encontram-se as unidades Solos Aluviais Eutrópicos e o Solonetz Solodizado.

3.2.3- Terciário

Grupo Barreiras - Referido ao Plioceno, é constituído de sedimentos pouco consolidados, de estratificação predominantemente horizontal, afossilíferos, apresentando sedimentos arenos-argilosos, argilo-arenosos, arenosos, argilas de coloração

variegada, intercalando muitas vezes com camadas de seixos rolados e concreções lateríticas. Os sedimentos do Grupo Barreiras tornam-se mais arenosos em direção ao Rio Grande do Norte.

Na Paraíba, encontram-se sedimentos do Grupo Barreiras em toda a zona úmida costeira, penetrando, até 40 Km para o interior, limitados a leste pelas formações do Holoceno.

É comum no litoral Paraibano, estes sedimentos chegarem até a orla marinha, entrando em contato com as vagas, formando as falésias.

A espessura do material do Grupo Barreiras é variável, podendo em alguns locais atingir até 80 metros, onde entram em contato com os calcários do Cretácico.

À medida que avançam para oeste, diminuem de espessura, entrando em contato com rochas do Pré-Cambiano (CD) de maneira pouco perceptível.

Encontram-se, ainda, remanescentes de capeamentos do terciário, relacionados aos do Grupo Barreiras, em alguns trechos da Borborema, na zona do brejo.

São representados pela Formação Bananeiras. Estes sedimentos constituem material de origem de Latossol Vermelho Amarelo Distrófico e Latossol Vermelho Amarelo Eutrófico.

Esta formação é constituída de um complexo argiloso variegado com alguns seixos pouco rolados, encontrando-se também camadas descontínuas de concreções lateríticas. Esta formação repousa diretamente sobre o Pré-Cambiano, constituído de gnaisses listrados, migmatitos e granitos, em Bananeiras e Areia.

Série Serra do Martins - Existem no interior do Estado, algumas serras com tampo revestido por capeamentos sedimentares relacionados com a série Serra dos Martins, que constituem verdadeiras chapadas de extensão mais ou menos reduzida. Em alguns casos, em consequência do processo erosivo, são encontrados apenas vestígios, notados pela coloração vermelha que apresentam certos tamos.

Litologicamente estes capeamentos são constituídos de sedimentos argilosos, arenitos silicificados, arenitos ferruginosos fortemente cimentados por limonita, além de gângas lateríficas, repousando sobre terrenos do Pré-Cambiano. São relativamente pequenos os restos destes capeamentos sedimentares encontrados nestas serras, cujas altitudes situam-se em níveis superiores a 600 m.

Merecem destaque, ainda, as Serras de Araruna, do Bombocadinho e alguns capeamentos sedimentares da Serra do Teixeira, cujas altitudes variam entre 700 e 800 m.

3.2.4- Cretácico

O Cretácico na Paraíba é representado, no litoral, pelas formações Itamaracá e Gramame. No interior, por uma grande baixada no extremo oeste do Estado, em Souza, relacionada a série Rio do Peixe.

Formações Itamaracá e Gramame - A Formação Itamaracá é constituída de arenitos calcíferos, ora compactos ora fiáveis, tendo pouca importância na Paraíba (sob o ponto de vista

de solos), onde aflora somente na fazenda Abiaí, com maior representação em Pernambuco.

A Formação Gramame repousa sobre a Formação Itamaracá, sendo constituída por calcários compactos intercalados por mangos em perfeita extratificação.

Há afloramentos desta formação na estrada que vai para Jacumã, no Engenho Mussurê, no Vale do Rio Gramame em João Pessoa em todo o estuário do Rio Paraíba e no Vale do Miriri.

Série Rio do Peixe - Limitada ao Sul pelo "Lineamento de Patos", e com uma extensão máxima de 75 Km de comprimento no sentido Leste-Oeste, encontra-se a Bacia Sedimentar Cretácia da Série do Rio do Peixe, compreendendo os municípios de Souza, Antenor Navarro, Stª Helena e Triunfo, indo até as proximidades de Umaí no Ceará.

Esta área sedimentar cretácia tem forma alongada e irregular, podendo-se considerar com maior largura a de 20 Km.

A Sudoeste de Brejo das Freiras esta bacia apresenta um forte estrangulamento que quase a secciona, apresentando uma largura de 2,5 Km.

Litológicamente esta bacia é composta de arenitos vermelhos e cinzentos com cimento calcário, argilitos vermelhos folhelhos e siltitos olivóceos impregnados de carbonato de cálcio. Nas proximidades de Umaré no Ceará, pode-se encontrar um arenito róseo conglomerático, onde se reconhecem pequenos seixos de feldspato, aparentemente inalterados, que cedem lugar aos arenitos com cimento calcário.

3.2.5- Pré-Cambriano (B)

É representado na Paraíba por micaxistos, filtros e quartzitos com muscovita e sericita da série Ceará. Dentre os micaxistos, destacam-se biotitaxistos, cloritoxistos e sericitoxistos. Além dessas rochas os filitos tem grande importância no Estado.

A área onde dominam os xistos seridó (biotitoxistos) distribui-se pelos municípios de Pedra Lavrada, Nova Palmeira, Picuí e Frei Martinho e estende-se pelo Rio Grande do Norte.

A área de predomínio de filitos estende-se no sentido E -SN, desde a Serra Caxexa, em uma falha que corta a Paraíba no sentido este-oeste, passando por Juazeirinho e Salgadinho, estreitando-se à medida que se aproxima do "Lineamento de Patos", na encosta do Maciço do Teixeira. Toma maiores proporções na porção sudoeste do Estado nos municípios de Catingueira, Santana dos Garrotes, Nova Olinda, Manaira, Piancó, Conceição, S. Boa-Ventura e Diamante.

Em toda esta área há predominância de biotita-sericita-filito, ocorrendo também, clorifoxistos, sericitaxistos, e inclusões de calcários cristalinos.

Nas proximidades de S. José de Piranhas ocorre uma estreita faixa, onde predominam filitos e filonitos, havendo ainda ocorrência de micaxistos ao Sul de Cajazeiras e no Sapé da Serra de Luiz Gomes.

Os quartzitos também estão induídos no Pré-Cambiano (B), fazendo parte da Série do Ceará, apresentando-se sempre em forma de cristas.

Destacam-se na Paraíba, duas importantes serras de quartzitos micóceo sericítico. A primeira com aproximadamente 100 km de extensão serve de boqueirão a dois grandes açudes: Boqueirão de Piranhas (Eng^o Ávidos) e Coremas-Mãe d'Água.

A segunda, com caimento para nordeste, passando por Junco do Seridó e penetrando no Rio G.do Norte, apresenta, em sua parte central, acentuado grau de destuição, terminando suavemente na porção meridional.

Estes quartzitos deram origem aos solos Litólicos Eutróficos.

3.2.6- Pré-Cambriano (CA)

É representado na Paraíba por gnaisses e mignatitos. Estas rochas metamórficas são as mais disseminadas no Estado, ocorrendo sempre associados com micaxistos e granitos, incluindo diques de quartzo.

Os gnaisses são rochas que ocupam maior extensão e distribuem-se por quase todo o Estado, após a faixa sedimentar litorânea.

Encontram-se geralmente associados aos granitos, conforme pode-se notar nas áreas de Princesa Isabel, Tavares, Monte Horebe, Bonito de Santa Fé e Conceição.

Dentre os vários tipos de gnaisses que ocorrem na

Paraíba podem ser citados; biotita-plagioclásio-gnaiss, Leucognaiss cotre clástico, gnaiss sienífico, gnaiss com biotita, gnaiss porfiríco, gnaiss silicificado, gnaiss com mignatizado, homblinda-biotita-gnaiss, gnaiss porfiríco metressomótica. São também importante os mignatitos.

3.2.7- Plutônicas Ácidas

São representadas essencialmente pelos granitos. Estão disseminadas em quase todo o Estado, aflorando em forma que são resultantes da erosão diferencial.

As principais áreas de ocorrência de granitos localizam-se nas proximidades dos municípios de Pocinhos, Esperança, Serra Branca, Sumé, Monteiro, Teixeira (Maciço do Teixeira), Princesa Isabel (Maciço de Triunfo), Conceição, Catolé do Rocha, Catigueira, Pedra Branca e São Mamede.

Detre os vários tipos de granitos que ocorrem no Estado podem ser citados: Micro-granitos manzonítico, granito leucocrático, granito róseo, granito catadástrico, granito prófico metassomático, granodiorito e tonalito.

4.0- RELEVO

As formas de relevo do Estado da Paraíba são essencialmente influenciados por fatores estruturais (litologia e tectônica) e climáticos (atuais e antigos), sendo fator relevante a proximidade do oceano, importante modificador dos climas locais.

A Paraíba apresenta, dois grandes conjuntos de for-

mae de relevo ligadas ao clima: o Domínio quente, e úmido litorâneo e o Domínio quente e seco ou semi-árido.

A- DOMÍNIO QUENTE E ÚMIDO LITOR_ AENO

Caracteiza-se apresentar clima predominantemente quente e úmido. As temperaturas média anuais oscilam entre 24°C e 27°C, os índices pluviométricos em torno de 900 a 1.800mm ao ano e umidade relativa em torno de 80%. As condições de unidade dominante neste setor permitem uma diversificação da cobertura vegetal, onde podem ser identificados campos de várzeas, formação florestais (mapas e mangues), de cerrados, de praias etc. As áreas de mapa encontram-se bastante reduzidas, em função do desmatamento. A rede de drenagem é representada por pequenas bacias restritas que se desenvolvem no sentido oest-leste, (bacias dos rios Grua-jú), Soé da Estiva, entre outras) intercaladas por outras de maior parte, provenientes da Borborema e que obedecem ao mesmo direcionamento. Como exemplo, citamos, as bacias dos rios Paraíba, Mamanquape e Camaratuba.

Neste domínio, salientam-se as seguintes unidades de relevo:

Baixada Litorânea - São os terrenos planos, constituídos por sedimentos recentes, que ocupam as cotas mais baixas da orla marítima e adjacências. Na composição desta unidade do relevo participam os seguintes elementos: terraço de acumulação marinha, restingas, dumas, formas lacustres, mangues e varzeas.

Depois de João Pessoa e por quase todo litoral Sul, a Baixada Litorânea se estreita, chegando mesmo a desaparecer em muitos pontos. No seu avanço, os terrenos terciários entram

em contato direto com o mar e, aí, sob o efeito da abrasão surgem as falésias, paredões que se debruçam sobre o mar, exibindo as cores variagadas dos sedimentos, predominantemente argilo - arenosos pouco consolidados, que os constituem.

O contorno litorâneo, com suas praias protegidas pelos recifes se desenvolve uniformemente, apenas interrompido pelas desembocaduras de rios como o Camaratuba, o Mamanguape, o Miriri, o Paraíba, o Gramame e o Abiaí.

Baixos Platôs Costeiros (tabuleiros) - Apresentam-se como uma ampla superfície plana ou suavemente ondulada, acompanhando a direção da faixa costeira. Seus limites com a Baixada Litorânea são caracteristicamente nítidos.

No Estado da Paraíba os Baixos Platôs Costeiros (tabuleiros) mostram-se bastante preservados em relação àqueles situados mais ao sul, sob condições climáticas mais úmidas. De um modo geral apresentam largura que varia de 35 a 40 quilômetros. Os rios em demanda do oceano, entalham esta superfície tabular, formando velas geralmente de fundo chato, guardando sempre um certo paralelismo.

Encontram-se tabuleiros junto às praias em altitudes de 10 a 30 metros e até entre 2 e 3 metros.

Depressão Sublitorânea - Situa-se entre os Baixos Platôs Costeiros e o rebordo do Planalto da Borborema, em compartimento deprimido, cujas altitudes não ultrapassam 200 metros. Trata-se de uma área baixa, com superfície colinosa de relevo suave ondulado e drenado por dois rios temporários, de vales abertos e pouco profundos.

O limite oeste desta área se faz com a escarpa do Planalto da Borborema; com as encostras ocidentais dos Baixos Planaltos Costeiros. Esta área de estrutura cristalina, forma uma depressão alongada no sentido norte-sul, cercada a oeste pela escarpa da Borborema e a leste pelos tabuleiros.

O aspecto suavemente ondulado da região é interrompido apenas pela presença de algumas elevações residuais e esporões da Borborema que invadem certos trechos da área.

B - DOMINIO QUENTE E SECO OU SEMI-ÁRIDO

Este setor ocupa a maior parte do território da Paraíba. É caracterizado por climas secos, onde se registram altas médias mensais de temperatura (entre 25 a 30°C), baixos índices pluviométricos (entre 300 e 1000mm), altas taxas de evaporação acentuadas por má distribuição dos totais anuais, o que interfere nos componentes hídricos locais. Isso condiciona a presença de uma vegetação marcadamente xerófila, como a caatinga, de solos rasos e pedregosos e de uma drenagem intermitente, representada pelas bacias dos rios Paraíba, Curimataú, Espinharas e Piancó-Piranhas.

As condições de altitude e a exposição aos ventos mais úmidos podem favorecer o aparecimento locais menos secos e/ou menos quentes, como o alto das serras e chapadas e os pés de serras sertanejas.

Neste domínio, salientam-se os seguintes unidades de relevo.

Planalto da Borborema (Superfície e frente ocidental), de orientação geral E-W, É o ocidente de relevo mais importante

do nosso Estado. São observadas as mais severas condições de clima seco do Estado, dado ao fato de se encontrar no limite máximo de influência das massas de ar que atingem esta área.

A estrutura do Planalto é a de um maciço, formado de rochas cristalinas diversas (pré-cambrianas) que, posteriormente deformado pela ação de tectônica. Em decorrência dessa ação, o planalto apresenta ora porções soerguidas, ora abaixadas, ora inclinadas ou alinhadas, segundo determinadas direções. São comuns, ainda, na Borborema, os folhamentos e as fraturas decorrentes também dos esforços sobre a rígida estrutura do planalto.

Aspectos que mais se destacam no conjunto de relevo da Borborema:

- Frentes do Planalto - Destaca-se na Paraíba entre a Depressão Sublitorânea, a leste, e as extensas áreas pediplanadas sertanejas, no interior, determinando brusca e acentuada diferença de nível através de suas encostas, na parte leste e oeste.

A escarpa oriental, que representa a repentina mudança de nível observado na Depressão Sublitorânea, tem o traçado bastante regular, fazendo-se notável a ruptura do relevo principalmente no trecho central "Front", em que se encontra instalada a Zona do Brejo.

Neste relevo predominantemente forte ondulado e montanhoso, com vales profundas em forma de V, as diferenças altimétricas locais são de 100 a 200 metros e até maiores, quando mais próximas da escarpa.

Há certos trechos, principalmente nas porções mais in

teriores da região, onde se verifica um relêvo menos ocidentado, com formas colinosas limitando vales relativamente amplos em forma de U. Este vales, cujas várzeas oferecem melhores condições de cultivo, são muito importantes para a agricultura regional.

A drenagem da Frente Oriental do Planalto contribui para os cursos dos rios Paraíba, Curimataú e especialmente para Mamaquape.

Ainda pode ser referida como parte integrante dessa Frente Oriental da Borborema, a área colinosa do Sapé da escarpa, que se entende desde Pirpirituba até pouco abaixo da cidade de Alagoa Grande.

- Superfície do Planalto ou Superfície dos Cariris -
Constitui uma das unidades mais amplas e regulares no conjunto da Borborema. Dois níveis podem ser destacados no contexto geral desta superfície: um nível superior, ao norte, em torno de 600 metros, e outro ao sul, um pouco mais baixo, entre 400 e 500 metros.

O superior, caracteriza-se por um relêvo geral suave, ondulado e plano, ocorrendo elevações rochosas, testemunhas de erosão. Tais elevações têm pouca expressão em altitude e desenvolve-se linermante, em geral podendo: prolongar-se por vários quilômetros, como acontece com a Serra do Borges, ao sul de Juazeirinho.

Esse nível de 600 metros, de superfície suavemente ondulado e planas, apresenta-se bastante preservado. Nele, com certa frequência, observam-se trechos levemente abaciados, onde se acumula água na época chuvosa.

A superfície relacionada com nível mais baixo (400-500

metros) é bem mais expressiva no que diz respeito à área, do que a adjacente de 600 metros, já referida.

Embora esta parte de Superfície dos Cariri apresenta maior dissecamento com diversos trechos onde o relêvo mostra-se ondulado, no conjunto impõe-se o mesmo aspectos suavemente ondulado que domina na porção setentrional.

A semelhança do que ocorre ao norte, porém de maneira mais acentuada, observam-se movimentações isoladas do relêvo montanhoso. São os testemunhos representados pelas Serra da Conceição, Bronca, do Corá, do Gonçalo do Falcão, do Falcão, do Joazinho e do e do Carnoró.

- Restos de Capeamento Sedimentar Elevados - A presença destes capeamentos conforme aspecto bem característico as elevações, sendo facilmente determinada pelo aspecto retilíneo dos tôpos por eles revestidos. Situam-se em níveis superiores a 600 metros e na maioria dos casos a pequena expressão das áreas abrangidas por tais capeamentos não permite sua representação cartográfica.

Entretanto são bastante expressivas aqueles existentes em alguma serra das porções norte e nordeste e nordeste do Planalto. Dentre estas merecem destaque as Serras do Cuité, do Bombacadinho, da Araruna e de Dona Inês.

Depressões Sertanejas - Constituem áreas relativamente baixas (250-300 m) e planas ou com colinas muito suaves, desenvolvidas a oeste do Estado, entre a escarpa ocidental da Borborema e os alinhamentos de serras fronteiriças com os Estados vizinhos.

Nesta Unidade morfológica, destacam-se a superfície

de Pediplomação com Pequenas Inselberques e a Bacia Sedimentar Cretácica.

- Superfície de Pediplanação com Pequenos Inselberques - Constitui uma extensa superfície suavemente ondulada e, em certos trechos, ondulado, circundada por elevações periféricas do Planalto da Borborema. Esta superfície intramontana sofre ainda ativo processo de desnudação, em que os detritos são carregados de maneira difusa pelos números cursos d'água intermitentes pertecente ao sistema do rio Piranhas.

Por outro lado os inselbergues, elevação rochosas, isoladas disseminadas sôbre a superfície pediplanadas, bem como a presença de "bajadas", atestam a interferência de condições de aridez acima das que hoje vigoram na área.

Situada à periferia do planalto esta superfície tem seus limites determinados a leste pela Frente Ocidental do Planalto: ao sul pelo maciço de Teixeira, que se prolonga até o extremo oeste do Estado, onde convina com as elevações de direção norte-sul, que funcionam com divisor d'água entre rios Piranhas e Jaguaribe, determinando o limite ocidental da depressão.

- Bacia Sedimentar Cretácica - Situa-se no extremo oeste do Estado, já nas cabeceiras do Rio Piranhas, consistindo, em depósito sedimentar bastante importante, constituído de duas formações: depósito de bacia cretácica do Rio do Peixe e sedimentos aluviais do Holoceno. Seus limites são determinados pela elevações do Pré-Cambriano, que a cercam totalmente.

Possui forma alongada e irregular, exibindo um acentuado estrangulamento em sua porção mediana.

Contam-se, aproximadamente, 80/m em seu comprimento, que vai das proximidade de Pombal até L Mar, no Ceará: sua maior largura está em torno de 20 km. A superfície desta bacia fóssil' é plana, com pequenas saliências.

Outras Áreas Cristalinas Elevadas (inclui Maciças e Inselbergues) - Contrastando com o suave perfil das superfícies' pediplanadas sertanejas ocorrem de quando em quando elevação de contituição granítica e/ou gnaíssica, de porte variado, destacando-se isoladas ou nã*i*. Correspondem às primeiras os inselbergues, cujas silhuetas rochosas pontilham a superfície, especialmente nas adjacências de Patos. Tais elevações, consideradas "resíduo da 'pediplanação", exibem a rocha nua e com escasso revestimento constituido por espécies supestes localizado nas pequenas plataformas' ou reentrâncias, onde se acumula delgada camada de detritos.

As mais importantes são as ocorrências dos maciços, que abrangem área relativamente amplas, onde se verifica relêvo desde ondulado até montanhosa.

Estes maciços atingem elevadas altitudes, o que determina alteração de condições climaticas.

A Serra do Comissário, situada ao Norte de Souza, pode ser um bom exemplo dessa "motanhas ilhas" remanaescentes, na 'superfície pediplanada do Sertão do Piranhas.

Outro maciço importante é o que contribui para a delimitação das Depressão Sertanejas no setor ocidental. Trata-se 'de um conjunto de elevação onde o relêvo varia de ondulado a forte ondulado e montanhoso, abrangendo extensa área notadamente dos municípios do Bonito de Santa Fé, Monte Horebe e Serra Grande.

A zona serrana mais importante, porém é aquela determinada pelo conhecido Maciço de Teixeira, onde está situada a zona fisiográfica do Sertão Alto.

Este maciço tem sua encosta setentrional lineamente disposta na direção leste-oeste delimitando drasticamente com sua escarpa íngreme o setor sul da superfície pediplanada sertaneja.

5.0 - CLIMA

Embora o Estado da Paraíba esteja situado numa latitude de 7°S (próximo ao Equador), pertencendo, portanto, à faixa tropical do Hemisfério Sul, verificam-se, desvios significativos nas condições climáticas (influência do relevo), principalmente no sentido Leste-Oeste.

A situação próximo ao Equador, com alta radiação de energia anual correspondendo aproximadamente a 3.000 horas de insolação, determina um clima quente, caracterizado por uma temperatura média anual de 26°C, sem estações térmicas, porém com estação úmida definida.

A Paraíba situa-se dentro da faixa dos ventos de Sudeste (Aliscos) que fazem parte da circulação atmosférica global, entretanto, as áreas serranas, mais ou menos transversais à direção preponderante destes ventos, provocam desvios significativos que, de início, se evidenciam sobre a força e a continuidade de massa de ar, para, finalmente, se diferenciarem quanto à precipitação espacial.

Temos João Pessoa e Areia, como exemplos da zona úmida

da oriental: Campina Grande e Umbuzeiros (com restrições), Soledade, Picuí e Monteiro, exemplo da zona seca central; Patos, Souza, Cajazeiras, Brejo do Cruz e Princesa Isabel, exemplos da zona ocidental, um pouco mais úmida.

De acordo com a classificação de Koppess, na Paraíba foram constatados os seguintes tipos e subtipos climáticos:

- Quente e úmido com chuva de outono-inverno- Ocorre desde o litoral até atingir o Planalto da Borborema em uma extensão aproximada de 100 Km. Caracteriza-se por apresentar chuvas de outono-inverno e um período de estiagem de 5 a 6 meses.

A época chuvosa tem seu início no mês de fevereiro ou março, em função da duração da estiagem, prolongando-se até julho ou agosto, aparecendo os meses de junho e julho como os mais chuvosos.

O período seco começa em setembro e prolonga-se até fevereiro, sendo mais acentuado no trimestre da primavera, salientando-se o mês de novembro como o mais seco.

As precipitações pluviométricas na Zona do Litoral e Mata oscilam em torno de 1.500 mm, decrescendo rapidamente para o interior, atingindo, já na localidade de Sapé, a média de 990 mm anuais. Na região do Agreste a Caatinga Litorânea e em grande parte da frente Oriental da Borborema, as precipitações pluviométricas estão normalmente em torno de 700 mm.

A amplitude térmica anual é muito pequena em função da baixa latitude. As temperaturas variam muito pouco durante o ano e as médias anuais são elevadas, com valores compreendidos entre 22°C e 26°C.

A umidade relativa é bastante uniforme em toda a região, com médias em torno de 80%.

- Semi-Árido quente - Este tipo climático ocorre em toda a superfície do Planalto da Borborema, desde a zona do Brejo até o Sertão.

Esta faixa semi-árida entre o leste e o oeste paraibano é a área mais seca de todo o Estado, com precipitações pluviométricas médias anuais muito baixas e uma estação seca que pode atingir 11 meses. O que caracteriza o clima da região, é a grande irregularidade de seu regime pluviométrico, que depende das massas de ar que vem do Litoral e do Oeste.

As precipitações pluviométricas médios anuais da região estão em torno dos 400 mm, ocorrendo em Cabaceiras uma das médias mais baixas do Brasil, da ordem de 279 mm, sendo que a média do mês mais chuvoso não chega a atingir 60 mm.

As médias de temperatura nunca são inferiores a 24^oc.

- Quente e úmido com chuvas de verão-outono - Este clima ocorre na parte oeste do Estado, desde Patos até o Ceará.

Todo o regime pluviométrico está na dependência da Massa Equatorial Continental, que se desloca em direção Sul, e também dos alísios do Nordeste.

As chuvas começam a cair no verão, ocorrendo as maiores precipitações pluviométricas nos meses de janeiro, fevereiro e março. A estação seca inicia-se em maio e prolonga-se até dezembro, sendo que as menores precipitações pluviométricas verificam-se nos meses de setembro e outubro.

As temperaturas médias se mantêm constantes durante quase todo o ano, sendo a amplitude térmica sempre inferior a

5^oc. novembro e dezembro apresentam-se os meses mais quentes coincidindo quase sempre com o fim da estação seca, março e abril geralmente são os meses quentes.

5.1- REGIÃO BIOCLIMÁTICAS

Fundamenta-se esta classificação no ritmo das temperaturas e das precipitações durante o ano, através das médias mensais, considerando os estados favoráveis e desfavoráveis à vegetação isto é, os períodos quentes e frios, secos e úmidos.

Podem ser distinguidos, portanto, as seguintes faixas bioclimáticas.

a) Subdesértico quente de tendência tropical - Caracteriza-se por apresentar temperaturas médias em torno de 25^oc, com precipitações de ordem de 300 mm anuais. A curta estação chuvosa decorre das descidas da frente intertropical no fim do verão e começa no outono. Estação seca muito longa superior a 8 meses. A umidade relativa do ar é de 65%.

b) Mediterrâneo ou Nordestino quente de seca acentuada - Este clima apresenta uma temperatura média anual em torno de 23^oc, precipitação anual variando entre 300 e 400mm e estação seca de 7 e 8 meses. A umidade relativa do ar é de 75%.

c) Mediterrâneo ou Nordestino quente de seca média - Caracteriza-se por apresentar uma média térmica anual entre 21 e 24^oc, com totais pluviométrico anuais variando entre 700 e 500 mm. A umidade relativa do ar gira em torno de 80%.

d) Mediterrâneo ou Nordeste quente e seca atenuada - Tipo bioclimático apresentando como características uma média térmica anual em torno de 25°C . Totais pluviométricos anuais variáveis (faixa do litoral entre 1600 e 1700 mm), mais para o interior ela se situa entre 700 e 900 mm. A umidade relativa do ar é de 80 a 85%. A estação seca dura de 4 a 5 meses.

e) Mediterrâneo ou Nordeste subseco - Caracteriza-se por apresentar médias anuais em torno de 25°C , os totais pluviométricos anuais variam de 1.000 a 1.200 mm, na área do Brejo, de 1.500 a 1.700 mm, no litoral. A umidade relativa do ar é de 80% e a estação seca é curta, de 1 a 3 meses.

f) Tropical quente de seca acentuada - tem como característica uma temperatura média anual em torno de 25°C . Apresenta totais pluviométricos anuais entre 600 e 800 mm, uma estação seca de 7 a 8 meses e a umidade relativa do ar em torno de 65%.

g) Tropical quente de seca média - Caracteriza-se por apresentar uma temperatura média em torno de 25°C . Os índices pluviométricos anuais giram entre 600 e 700 mm. A estação seca dura entre 5 e 7 meses. A umidade relativa do ar é 65%.

h) Tropical quente de seca atenuada - Este clima apresenta temperatura média anual em torno de 23°C , índices pluviométricos que se avizinham de 1.000 mm anuais, umidade relativa do ar de 65% aproximadamente, e uma estação seca que dura cerca de 6 meses.

6.0- SOLOS

Os solos da Paraíba vão refletir duas ordens de fatores importantes: climáticos e edáficos.

Sendo assim, cerca de 1/5 do Território Paraibano apresenta solos evoluídos em função do clima quente e úmido (26°C, 900-1700 mm; 7 a 9 meses com chuvas). Trata-se do lito^{das áreas úmidas} ral e de algumas serras, assim como o Brejo e do corredor subúmido da depressão sublitorânea. As únicas exceções são representadas pelos solos brutos arenosos das restingas e praias, dos solos aluviais das várzeas e dos solos salinos e encharcados dos mangues. Mas, apesar dos condicionantes climáticos que atuam nessa porção do Estado, a rocha-mãe vai desempenhar um importante papel nos tipos de solos que ali se encontram. Os tabuleiros costeiros e sub costeiros formados a partir dos sedimentos heterogêneos do Grupo Barreiras apresentam solos do tipo podzol, quando as camadas rochosas são arenosas, enquanto que as camadas argilosas normalmente ostentam solos lateríticos (latossolos) diversos, lixiviados e solos podzólicos.

Na área do Brejo, as rochas graníticas e os restos dos capeamentos sedimentares dão uma imensa variedade de latossolos e de solos podzólicos pobres em nutrientes.

Já na depressão sublitorânea, que é submetida a uma pluviosidade menor, a grande variedade de rochas cristalinas engendram solos podzólicos, mais ricos em nutrientes associados a solos com hidromorfia temporária (planossolos) e solos pouco espessos, do tipo bruno. No restante do território paraibano recoberto por caatingas a semi-aridez interfere na pedogênese que é lenta por falta de um fornecimento abundante de matéria orgânica (detritos vegetais).

A atividade erosiva dos agentes mecânicos externos é forte, o que faz com que os solos dominantes estejam pouco evoluídos (litossolos e regossolos) normalmente associados a solos brunos, vertissolos e a solos salgados (solos halomórficos).

As serras mais úmidas e elevadas, graníticos (apresentam solos mais profundos arenosos (regossolos) e solos podzólicos).

Nos glaciais e pediplanos predominam, geralmente, solos Brunos - não cálcicos, rasos e pedregosos. Nos baixios são encontrados solos argilosos que racham na época seca e se encharcam durante a estação chuvosa: os vertissolos.

Frequentes ainda são as importantes panchas de solos halomórficos em áreas planas ou embaciadas elaboradas sobre rochas alcalinas.

Os gnaisses existos normalmente dão origem a solos argilosos, compactos e pedregosos fortemente sujeitos à erosão (litosolos e solos brunos litólicos).

Já os granitos grosseiros dão origem a solos mais arenosos, um pouco mais profundos.

Algumas classes de solos da Paraíba:

. SOLOS ALUVIAIS - São solos pouco desenvolvidas (não hidromórficos) formados a partir de sedimentos aluviais não consolidados e apresentam um horizonte A, normalmente sobre camadas estratificadas sem relação genética entre si. Há casos em que se pode verificar o início de formação de um horizonte B ou mesmo um (B) incipiente.

. SOLOS INDISCRIMINADOS DE MANGUES - São solos holomórficos, encontrados na orla marítima que se desenvolvem sobre sedimentos recentes do Holoceno, nas áreas baixas influenciadas pelas águas do mar e que possuem vegetação de mangue ou manguesal.

. PLANOSSOLOS - São solos com horizonte B textural, mudança textural abrupta do horizonte A para o B, que tem um horizonte subsuperficial que mostra feições associadas com unidade (mosqueado e/ou cores de redução).

. VERTISSOLOS - Nesta classe estão compreendidos solos com alto conteúdo de argilas 2:1 (do grupo da montmorilonita). Apresentam fendilhamento quando há estação seca, podendo ter micro-relevo constituído por "gilgai". São argilosos (mais de 30% de argila), com elevada capacidade de troca de cátions (valor T) em virtude da grande quantidade de argila do tipo 2:1.

. REGOSSOLOS - São solos profundos ou de profundidade média, pouco diferenciados, sequência de horizontes A, C e R, com bastante materiais primários de fácil intemperização nas frações areias (grossa + fina) e/ou na fração cascalho. Na Paraíba estes solos são muito arenosos, a análise mineralógica das areias e/ou cascalho revela bastante feldspato potássico.

. LITÓLICOS - são solos rasos ou muito rasos, que apresentam um horizonte A, assente diretamente sobre a rocha - R - ou mesmo um horizonte C de pequena espessura entre A e R. Em alguns casos, ocorre um horizonte B em início de formação ou mesmo (B) incipiente.

. PODZOL HIDROMÓRFICO - Solos com horizonte B podzol "Spodic horizon". Compreende solos hidromórficos com horizonte B de concentração iluvial de carbono e/ou sesquióxidos livres, não acompanhada de quantidade aproximadamente equivalente de argila cristalina iluvial. Normalmente este horizonte forma-se sob um horizonte A eluvial.

. SOHONETZ SOLODIZADO - São solos halomórficos, com horizonte B solonétzico ou "matric horizons" classificação americana atual. É uma modalidade especial de horizonte B textural com saturação com sódio trocável ($100 \text{ Na}^+/\text{T}$) acima de 15% e estrutura normalmente colunar ou prismática, sendo raramente em blocos.

. SOLOS ORGÂNICOS - São solos essencialmente orgânicos, constituídos por resíduos vegetais fibrosos de coloração preta, com elevados teores de carbono (15 a 40%).

7.0 VEGETAÇÃO

O Estado da Paraíba apresenta uma vegetação variada que reflete as condições ambientais diferenciadas em seus diversos compartimentos morfológicos.

As Formações Vegetais se apresentam em nove principais tipos:

1- VEGETAÇÃO PIONEIRA - Corresponde à faixa contígua aos limites das preamares. É constituída de uma vegetação predominantemente herbácea, adaptada às condições de elevada salinidade. Algumas espécies apresentam falhas suculentas como defesa à seca fisiológica local. Ex: *Iresina portulacoides* Moq. (brejo de praia).

À medida que se afasta da praia, a vegetação aumenta de porte, (aparecem semi-arbustos e arbustos), pois diminui o teor de sal e aumenta a quantidade de matéria orgânica do solo.

2- CAMPOS E MATA DE RESTINGA - A vegetação de Campos é do tipo arbustivo, de densidade variável. Em áreas mais abertas, aparecem algumas espécies típicas do cerrado (tabuleiro).

Entre as espécies do Campo, ocorre: *Byrsonima gardneriana* Juss ' (murici de praia).

A Mata de Restinga é subcaducifólia, com árvores de porte médio (10-15 m), tranco de diâmetros pequenos, copas largas e irregulares.

Além do *Anacardium occidentale* L (cajueiro), uma das espécies mais características, ocorrem: *Schinus terebenthifolius* R. (Caroeira da praia).

3- MANGUESAIS - Estão localizados nos estuários e expandem-se para o interior da planície até onde se façam presentes as influências marinhas pelo fluxo e refluxo das marés. Constituem uma Formação Florestal perenifólia, com espécies altamente adaptadas ao tipo de ambiente flúvio - marinho, de salinidade elevada e solos instáveis, pantanosos, com alto teor de matéria orgânica em decomposição.

Algumas espécies vivem obrigatoriamente no setor pantanoso, entre elas, destacam-se: *Rizophora mangle* L (mangue vermelho).

4- MATA ÚMIDA - Compreende dois tipos: Latifoliada Perenifólia Costeira (Mata Atlântica) e Latifoliada Perenifólia de Altitude (Mata do Brejo).

A primeira corresponde às florestas costeiras brasileiras, ou matas de encosta. Hoje se agrava a sua destruição pela ocupação, em grande escala, da cultura da cana-de-açúcar em seu habitat natural.

É uma formação densa, sempre verde, de árvores altas (mais de 30 m) e troncos com diâmetros consideráveis, apresentam muitas lianas e várias espécies de epífitas nos setores mais úmidos.

Entre as espécies arbóreas, aparecem: *Ocotea glomerata* (Louro).

A Mata Latifoliada de altitude é bem caracterizada pela formação que ocorre na zona do Brejo Paraibano, localizada em altitude de 500/600 m, alcançando precipitações médias anuais de 1400 mm. É uma formação arbórea de grande porte, densa, com um número relativamente grande de palmeiras. Como exemplo da flora, aparecem: *Zoldernia ilicifolia* (pau santo).

A contínua derrubada dessa mata tem ampliado a área de expansão das chamadas caatingas brejadas, típicas do contato entre a zona úmida do Brejo e as áreas mais secas, caracterizada pela interpenetração das floras da mata úmida e da Caatinga.

5- CERRADO - Sobre os baixos planaltos costeiros, coincidindo com o capeamento arenoso, de solos pobres, mal drenados, ocorre a vegetação de cerrado que recebe no Nordeste a denominação particular de tabuleiro. Apresenta-se como uma formação herbáceo-arbustiva, com várias espécies comuns às dos campos cerrados do Brasil Central.

A formação do cerrado, sofre, atualmente, uma destruição em grande escala, com a expansão da cultura canavieira e instalação de Destilarias, incentivadas pelo PROÁLCOOL. Entre as espécies, características, ocorrem: *Hancornia speciosa* Gomez (mangaba).

6- AGRESTE - O Agreste, formação típica da região sub-úmida, é uma vegetação acatingada com a maioria das espécies caducifolias espinhosas, com ocorrências de cactáceas.

Apresenta um estrato herbáceo estacional, composto de plantas anuais ou vivazes que se desenvolvem no período das

chuvas, e outro arbustivo - arbóreo, de plantas, na sua maioria, xerófilas.

O Agreste sublitorâneo aparece como uma comunidade de características xerófilas com muitos pontos de contato com a caatinga dos Cariris.

Destacam entre suas espécies: *Ziziphus joazeiro* Mart' (juazeiro).

A formação Agreste da Borborema é constituída pela associação de espécies da mata subcaducifólia com espécies de Caatinga arbórea-arbustiva.

Entre as espécies arbóreas, estão: *Caesalpinia pyramidalos* (Caatingueira).

No estrato arbustivo, ocorre o marmoleiro e a jurema (*Mimosa* Sp.) em grande quantidade.

7- MATA SUBCADUCIFÓLIA DE TRANSIÇÃO - Situa-se a ocidente das matas úmidas, como que representando os últimos níveis de umidade compatíveis com o desenvolvimento de uma Formação Florestal. Apresenta forte baixo e diâmetro das árvores medróres.

Existe grande quantidade de palmeiras, no caso, pertencentes ao gênero *Attalea*.

Em graus diferentes, essa Formação se faz presente tanto o ocidente das matas atlânticas (no lado ocidental do município de João Pessoa), como das matas úmidas de altitude (entre a mata do Brejo e o Agreste da Borborema).

Podem ser citadas entre as espécies: *Syagus oleracea*.

8- CAATINGA - A Formação das Caatingas caracteriza-se por uma máxima adaptação dos vegetais à carência hídrica. Assim,

existem muitas plantas suculentas, como as Cactáceas. As espécies são, na sua maioria, caducifólias, espinhosas, com folhas pequenas ou de lâminas subdivididas, existindo, inclusive, algumas sem folhas (ãfilas) para reduzir o máximo a perda de água por transpiração.

A Formação da Caatinga dos Carirs e do Curimataú apresenta semelhanças na composição e na estrutura. São no geral do tipo arbustivo-arbóreo, apresentando, entre outras, as espécies: *Cereus jamaracu se* (Mandacaru).

A Caatinga do Seridó atinge um alto grau de empobrecimento, constituindo-se, praticamente, de um estrato herbáceo quase contínuo de capim panasco (*Aristida sp*).

Atualmente, a Caatinga sertaneja apresenta, no geral, forte arbustivo com domínio da favela, (*Cnidoscolus phylla canthus*).

9- MATAS SERRANAS - Quando a altitude é capaz de modificar o clima, diminuindo a temperatura e aumentando a umidade atmosférica, dentro do quadro geral de semi-áridéz, estabelece-se uma formação do tipo arbóreo com maiores das espécies perenifolia. É o que ocorre nas Serra de Teixeira, Monte Horebe, Dona Inês, entre outros. A vegetação apresenta algumas espécies da mata úmida e elementos arbóreo da flora da Caatinga.

Entre as espécies desta Formação, ocorrem: *Dalbergia cearensis* (Violeta).

8.0 HIDROGRAFIA E RECURSOS HÍDRICOS

Dentro as características do sistema hidrográfico da

Paraíba ressaltar a predominância dos rios temporários ou intermitentes que reduzem seu volume d'água ou secam completamente nos períodos de longa estiagem - e dos rios de regime pluvial - cujas cheias ou secas dependem das estações chuvosas e secas respectivamente.

De uma maneira geral, podemos identificar 8 bacias hidrográficas no Estado: as bacias dos rios Piranhas, Paraíba, Curimataú, Camaratuba, Mamanguape, Miriri Gramame e Abiaí.

A bacia do rio Piranhas é a de maior potencial hídrico. Embora não seja totalmente paraibana, ela drena toda região sertaneja. Seu principal rio é o Piranhas que nasce no Alto Sertão da Paraíba e desagua no litoral do Rio Grande do Norte. Suas principais sub-bacias são as dos rios Piancó, Espinharas, Peixe, Seridó e Picuí. Nesta bacia estão localizados vários açudes (dos quais destacamos o Estevão Marinho, Mãe D'Água, o Engenheiro Ávidos, etc.).

A bacia do Paraíba está totalmente contida no Estado. Seu rio principal, o rio Paraíba tem sua nascente no Planalto da Borborema e se estende no sentido SW-NE alcançando o Atlântico, onde forma importante estuário. É o mais extremo dos rios consequentes da Borborema Oriental. Na sua margem esquerda localiza-se sua principal sub-bacia, a do Rio Taperoá.

Os principais açudes da Bacia do Paraíba são os de Boqueirão, Sumé e outros menores como o de Soledade, Taperoá, etc.

Além das bacias do Paraíba e Piranhas, merece destaque as bacias do Mamanguape, Camaratuba, Curimataú, Miriri e Abiaí com os seus cursos mais ou menos paralelos entre si, que completam a rede de drenagem do Estado. Os rios desempenham impor-

tantes funções como por exemplo: a de abastecedor de alimentos para as populações ribeirinhas e a de fornecedor de água para os centros urbanos. São utilizados ainda para a irrigação e raramente como via de transporte e geradores de energia.

8.1- A UTILIZAÇÃO DOS RECURSOS HÍDRICOS

A irregularidade na distribuição das chuvas e a sucessão de períodos prolongados de estiagem constituem os principais problemas de região semi-árida da Paraíba.

Os habitantes do sertão constroem barragens nos rios intermitentes terão açudes cheios durante os meses secos. Do mesmo modo que perfurando poços terão acesso a água armazenada no sub-solo e poderão irrigar suas lavouras e dar de beber ao gado durante a estiagem.

A seca não é apenas um problema natural, é antes de tudo uma questão econômica e social. A utilização dos recursos hídricos que estão disponíveis na região semi-árida exige um investimento prévio que se materializa em açudes, poços e cacimbas, capaz de colocar à disposição do agricultor a água que necessitará durante os meses secos.

9.0- RESULTADOS

Utilizando-se as imagens TM/LANDSAT foi feito o mapeamento na rede de drenagem, atualização da rede de açudes e levantamento de áreas aluviais como também a plotagem dos poços perfurados no Estado da Paraíba.

9.1- FASES EXECUTADAS:

Rede de Drenagem, Reservatório de Água, Poços e Áreas Aluvionais.

Foram confeccionadas 74 folhas na escala de 1:100.000, tendo como base de controle as folhas topográficas da SUDENE.

Tanto para a rede de drenagem como para as áreas urbanas utilizou-se a nomenclatura das cartas topográficas.

Os reservatórios de água foram atualizados a partir das imagens mais recentes TM/LANDSAT disponíveis, em relação as cartas topográficas. Nas folhas junto aos reservatórios mais importantes constou o nome, a sua capacidade de acúmulo e sua utilização.

9.2- PLOTAGEM DOS POÇOS:

A plotagem dos poços era seguida dos dados: vazão, nº de cadastro, resíduo seco e formação captada.

9.3- ALUVIÃO

Nas folhas das aluviões constou:

- Nome e localização dos municípios e distritos
- As principais rodovias e estradas

- Os reservatórios de água associados às aluviões
- Dados do potencial dos solos aluviais, com fins de aproveitamento agrícola.

9.4- TRABALHOS DE DESENHO

As folhas 1.100.000 são apresentadas segundo o padrão internacional da divisão ao milionégimo, onde constarão o título da folha, a legenda e a escala gráfica.

10- DISCUSSÃO DOS RESULTADOS

As imagens TM/LANDSAT 5, foram elementos indispensáveis para a realização deste trabalho por apresentarem elementos fotointerpretativos necessários na execução do mesmo.

Através da aplicação dos processos fotointerpretativos, a rede de drenagem foi facilmente identificada por meio da imagem TM/LANDSAT 5.

10.1- ANÁLISE VISUAL DA IMAGEM

A metodologia para a interpretação visual de imagens TM/LANDSAT utilizada neste estudo, baseia-se em técnicas de fotointerpretação de fotografias preto e branco, adaptada à análise de imagens orbitais. A diferença fundamental consiste em que as imagens orbitais não apresentam estereoscopia, sendo a forma do relevo e das declividades deduzidas a partir de outras características da imagem.

As imagens orbitais apresentam características sinóticas que permitem a observação do tipo ou padrão dos elementos de

drenagem da área, embora não seja possível a total restituição da rede de drenagem devido a escala do produto (1:100.000).

As características do padrão de drenagem possíveis de serem observados nas imagens orbitais são: grau de integração, densidade e grau de uniformidade.

O grau de integração refere-se ao grau de unidade exibido por um determinado padrão de drenagem sendo possível de terminar os seus limites; a densidade refere-se ao espaçamento entre os canais ou ao número de canais por unidade de superfície, podendo ser de textura grosseira, quando de baixa densidade, média quando moderada densidade e fina quando alta densidade; o grau de uniformidade refere-se a homogeneidade dos padrões de drenagem, refletindo a uniformidade da erosibilidade dos materiais e permitindo áreas com diferentes características,

Com o objetivo de se verificar a quantidade de água presente em uma área pode-se fazer através de fotografias aéreas, imagens de radar e de satélite, em diferentes níveis de detalhamento.

Fotografias aéreas pancróticas têm um valor muito grande, embora para grandes áreas, seja necessário um grande nº de fotografias, o que dificulta bastante o serviço do técnico.

Na banda infravermelha do filme fotográfico, umidade e corpos de água são particularmente bem definidos, realçando feições, por vezes, imperceptíveis da hidrografia.

A hidrografia também pode ser bem delineada através de imagens radarmétricas, já que a superfície da água, lisa e horizontal se contitue numa superfície sem retorno, apresentando-se rearas nas imagens resultantes. O padrão de drenagem é

também adicionalmente definido pela sua continuidade e pelo fato de que a emergência, ao refletir-se nas imagens e na vegetação marginal produz uma linha bem definida.

11- CONCLUSÕES:

A partir dos resultados obtidos, pode-se apresentar as seguintes conclusões:

1) As imagens TM-LANDSAT 5 na apresentação em papel fotográfico em preto e branco, na escala 1:100.000, são úteis para o delineamento de unidades fotomórficas dos elementos de área recoberta.

2) No que se refere às imagens LANDSAT, o canal 7 é o mais adequado no delineamento de corpos de água, embora tanto a análise descritiva como a quantidade de drenagem, sejam prejudicadas pela dificuldade em obter um traçado suficientemente detalhado.

3) A restituição da rede hidrográfica e dos corpos d'água de superfície é útil sob os seguintes aspectos:

a) Permite reconhecer o tipo e padrão através de disposição especial dos elementos de drenagem ou canais de drenagem existente;

b) Estabelece uma particularização da área em zonas homogêneas de drenagem, oferecendo subsídios para que se possa fazer inferências sobre os solos ou suas associações;

c) Permite a delimitação de bacias e sub-bacias hidrográficas, com grande importância para obras de infraestrutura.