

vt Biblioteca

CURSO DE GRADUAÇÃO GEOGRAFIA - U.F.R.J

UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO DE JANEIRO

INSTITUTO DE GEOCIÊNCIAS



CARACTERIZAÇÃO GEOMORFOLÓGICA DA BACIA

HIDROGRÁFICA DO POTI

(IRACILDE MARIA DE MOURA FÉ LIMA)

TESE SUBMETIDA AO CORPO DOCENTE DO PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM GEOGRAFIA DA UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO DE JANEIRO COMO REQUISITO PARCIAL PARA A OBTENÇÃO DO GRAU DE MESTRE EM CIÊNCIA.

TES
0424

RIO DE JANEIRO
SETEMBRO DE 1982

45

LIMA, IRACILDE MARIA DE MOURA FÉ

Caracterização Geomorfológica da Bacia Hidrográfica do Poti. Rio de Janeiro. 1982.

xiii, 106 p. 29,7 cm (Instituto de Geociências - UFRJ, M. Sc., Programa de Pós-Graduação em Geografia, 1982).

Tese - Universidade Federal do Rio de Janeiro . Instituto de Geociências.

1. Relações entre as formas de relevo, a rede de drenagem e a estrutura geológica em uma bacia hidrográfica. I - IG/UFRJ II - Título (Série).

A

Lourenço e Maria Rosenda, meus pais;
Almir, companheiro de todas as horas, e
Leonardo, Marcelo e Flávio,
filhos queridos.

ao Prof. da Universidade Federal do Rio de Janeiro,
Jorge Xavier de Silva, M. Sc., Ph. D., pela presença, apoio
e assistência durante a estadia em Rio de Janeiro.

ao Prof. da Universidade Federal do Piauí, Prof. Dr.
Dorival de Oliveira, pela ajuda prestada e pela inclusão no
plano de Capacitação de Docentes, bem como pela assistência
durante a estadia.

ao Dr. Felipe Nogueira de Oliveira, ex-Secretário de
Planejamento do Estado do Piauí, e Dr. João de Castilho,
atual Secretário de Planejamento, pela atenção e ajuda
durante a realização deste trabalho.

ao Dr. Antonio Moura, Diretor de Pesquisa e Cultura
Francisco Filho, Diretor do Centro de Atividades Esportivas e
Lazer, pela colaboração nos trabalhos de campo, divulgação e
divulgação de áreas e estudos.

ao Prof. João Gabriel Baptista, da Universidade Federal
do Piauí, pela atenção e participação no trabalho de
campo e de áreas de estudo.

aos ideólogos Ricardo João Xavier Silva, ex-Diretor
de Planejamento do Estado do Piauí e Prof. Roberto Cavalcanti,
da Universidade Federal do Piauí, pela atenção e ajuda
durante a realização deste trabalho.

Meu reconhecimento ao apoio recebido
do Governo do Estado do Piauí, atra-
vés da Fundação Centro de Pesquisas
Econômicas e Sociais do Piauí - CEPRO.

A G R A D E C I M E N T O S

Ao Prof. da Universidade Federal do Rio de Janeiro, Jorge Xavier da Silva, M. Sc., Ph. D., pela presença, contribuição e incentivo como orientador;

Ao Prof. da Universidade Federal do Piauí, Noé Mendes de Oliveira, pela ajuda concedida em nos incluir no Programa de Capacitação de Docentes, sem a qual não teríamos realizado este curso;

Ao Dr. Felipe Mendes de Oliveira, ex-Secretário de Planejamento do Estado do Piauí e Dr. Hélio de Carvalho Mattos, atual Secretário de Planejamento, pela atenção e incentivo à realização deste trabalho;

Ao Dr. Antonio Manoel Gayoso de Almendra Castelo Branco Filho, Diretor do Centro de Ciências Agrárias da FUFPI, pela colaboração aos trabalhos de campo, favorecendo o deslocamento à área de estudo;

Ao Prof. João Gabriel Baptista, da Universidade Federal do Piauí, pela atenção e participação na viagem de reconhecimento da área de estudo;

Aos técnicos Ricardo João Soares Barros, estatístico da Fundação CEPA-PI e Prof. Humberto Coelho, da Universidade Federal do Piauí, pela contribuição ao dirimir dúvidas surgidas quando do tratamento estatístico de algumas das variáveis constantes deste trabalho;

Ao geólogo José do Patrocínio Paes Landim, pela identificação das amostras de rochas e minerais coletadas em campo;

Ao pesquisador Francisco Mota Bezerra da Cunha, geólogo da PETROBRÁS, pela indicação de importantes publicações sobre a área estudada;

À Fundação Centro de Estudos e Pesquisas Sociais do

Piauí - CEPRO -, pelo apoio financeiro à pesquisa de campo e parte do material cartográfico deste trabalho;

À Universidade Federal do Piauí, pela oportunidade concedida para que pudéssemos realizar este curso;

À Coordenação e Professores do Curso de Pós-Graduação em Geografia da Universidade Federal do Rio de Janeiro, pela orientação recebida durante a realização desse curso;

Aos colegas pelo companheirismo e à todas as pessoas que direta ou indiretamente contribuíram para que conseguíssemos atingir nosso objetivo.

R E S U M O

Com a caracterização geomorfológica da Bacia Hidrográfica do Poti, objetiva-se contribuir para o estudo semi-detalhado das formas de relevo do Piauí. Localiza-se esta bacia na porção centro-norte desse Estado e sudoeste do Ceará, abrangendo uma área de aproximadamente 49.600 Km² e compreende uma região formada por diferentes estruturas geológicas e tipos climáticos, constituindo-se numa transição de condições de semi-aridez para maior umidade, que se reflete na sua diversidade de solos e cobertura vegetal. Assim, a combinação desses elementos naturais, associada à intervenção humana, dão uma composição diversificada às suas unidades ambientais. Para o estudo das relações entre a rede de drenagem e a estrutura geológica, foram identificadas três unidades geomorfológicas, onde se testou o comportamento de 6.727 cursos d'água distribuídos em 84 sub-bacias, através da seleção de sete variáveis. Considera-se necessária a continuidade de estudos mais detalhados sobre essa área, principalmente com relação à identificação dos níveis de aplainamentos do seu relevo e ao fenômeno morfogenético que se constitui o canyon formado pelo rio Poti. Evidenciou-se, neste trabalho, o elevado grau de dependência dessa bacia hidrográfica ao padrão de sua estrutura geológica, comportando-se essa drenagem como função dos lineamentos de falhamentos regionais e fraturamentos locais, representados nessa área como resultantes das perturbações internas que a afetaram entre os períodos Pré-Cambriano e Cretáceo.

A B S T R A C T

With this geomorphological characterization of the Poti's hidrographical basin, aims to contribute to a semi-detailed study of the land forms of the Piauí State. This basin is located partially in the North-central part of this state also covers part of the Soutwestern poitin of Ceará State. It comprises, approximately, an area of 49.600 Km² and encompasses a region formed by different geological structures and climatic types, constituting in itself a transition from semi-aridity to more humid conditions, which reflects in itself a diversity of soils and vegetation covers. Thus, a combination of these natural elements, associated with human intervention, gives a diversified composition to the environmental unities of the area. For the study of the relations between the drainage net and the geological structure, three geomorphological unities were identified, in which were tested the behaviour of 6,727 water courses distributed in 84 sub-basins, through the selection of seven variables. It is regarded as necessary the continuation of more detailed studies over this area, mainly in relation to the identification of the degrees of levelling of its relief and to the morphogenetic phenomenon which constitute the canyon formed by the Poti river. It becomes evident, in this work, that there is an elevated degree of dependence of this hidrographical basin to its geological stucture. This includes this drainage as a function of the lineaments of regional faulting and local crustal fractures, representing in this area the consequences of the internal movements which affected the area from the Pre-Cambrian to the Cretaceous period.

Í N D I C E

	página
LISTA DE FIGURAS	xi
LISTA DE FOTOGRAFIAS	x
LISTA DE MAPAS	xii
LISTA DE TABELAS	xiii

Capítulo:

1. INTRODUÇÃO	1
2. METODOLOGIA	4
3. CARACTERIZAÇÃO GERAL DA BACIA	11
4. UNIDADES GEOMORFOLÓGICAS	48
4.1. Depressão Cristalina Exumada (Curso Alto)	55
4.2. Depressão do Baixo Poti (Curso Baixo)	69
4.3. Cuesta da Ibiapaba (Curso Médio)	78
5. CONSIDERAÇÕES FINAIS	98
5.1. Análise Comparativa dos Dados Numéricos	98
5.2. Conclusões e sugestões	100
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	102

LISTA DE FIGURAS

01. Corte topográfico da bacia do Poti, segundo Ab'Sáber, 1969.
02. Seção geológica da bacia do Poti, segundo Kegel, 1956 (Mendes, 1971).
03. Localização do arco de Xambioá-Teresina e principais falhas regionais.
04. Localização dos postos fluviométricos da bacia do Poti.
05. Perfil longitudinal do rio Poti.
06. Perfil transversal do início do canyon formado pelo Poti, na localidade de Ibiapaba - Ceará.
07. Perfil transversal do canyon formado pelo Poti, na localidade de Oiticica - Piauí.
08. Perfil transversal do final do canyon formado pelo Poti, no Piauí.
09. Padrão de drenagem radial convergente do curso alto da bacia hidrográfica do Poti.

LISTA DE FOTOGRAFIAS

01. Fotografia do mapa da bacia hidrográfica do Poti de escala de 1:250.000, realçando o relevo. Note-se o contato entre as estruturas cristalina e sedimentar, o alvéolo de Crateus e o canyon;
02. Cascalheiros erodidos nos pequenos vales atuais do pediplano, no alto curso;
03. Seixos e cascalhos de rochas cristalinas - detalhe da foto 01;
04. Solos sub-atuais entre Crateús e Ibiapaba (alto curso);
05. Material rudáceo capeando baixas colinas (baixo curso);
06. Linhas de seixos de rochas sedimentares em baixos perfis do baixo curso;
07. Linhas de seixos de rochas sedimentares em elevações residuais (baixo curso);
08. Seixos de rochas sedimentares (baixo curso);
09. Fenômeno das "margens caídas" (baixo curso);
10. Paleossolos da margem do Poti (baixo curso);
11. Alvéolos (ou depressão ortoclinal) (médio curso);
12. Encosta testemunhando processo de pedimentação (médio curso);
13. Encaixe do rio Poti em fraturas ortogonais (médio curso);
14. Encaixe de pequeno tributário do rio Poti (médio curso);
15. Litologia de folhelhos sobre arenitos (curso médio);
16. Leito de rio de areia("oued") (médio curso);
17. Leito menor do rio Poti no interior do canyon (médio curso);
18. Visão frontal da cuesta da Ibiapaba, sentido Oeste (contato entre o alto e o médio curso);

19. Comprovação de encaixe do rio Poti no interior do canyon sentido Leste/Oeste;
20. Afloramentos de rocha granítica nos espigões (festões) da margem direita do Poti - sentido nascente/foz, no interior do canyon;
21. Intrusão granítica no leito do Poti, no interior do canyon.

LISTA DE MAPAS

01. Roteiro de inspeção ao campo;
02. Localização da bacia hidrográfica do Poti;
03. Mapa geológico da bacia hidrográfica do Poti;
04. Mapa hidrogeológico da bacia hidrográfica do Poti;
05. Mapa geológico da porção cearense da bacia do Poti;
06. Mapa climático da porção cearense da bacia do Poti;
07. Mapa climático da porção piauiense da bacia do Poti;
08. Mapa de solos da porção cearense da bacia do Poti;
09. Mapa de solos da porção piauiense da bacia do Poti;
10. Mapa de drenagem e localização das unidades geomorfológicas e sub-bacias estudadas da bacia do Poti.

LISTA DE TABELAS

01. Características climáticas da porção piauiense da bacia hidrográfica do Poti.
02. Temperatura média anual da bacia hidrográfica do Poti.
03. Características climáticas dos pontos extremos da bacia hidrográfica do Poti.
04. Distribuição da pluviometria na bacia hidrográfica do Poti.
05. Água subterrânea e potencial explorável da bacia hidrográfica do Poti.
06. Vazão por posto fluviométrico da porção piauiense da bacia hidrográfica do Poti.
07. Distribuição da precipitação e vazão gerada por posto fluviométrico da bacia hidrográfica do Poti.
08. Distribuição da Produção Agrícola da bacia e sua participação em relação ao Estado do Piauí.
09. Distribuição das áreas das sub-bacias por unidades geomorfológicas.
10. Direção geral do total de rios das sub-bacias consideradas, segundo as unidades geomorfológicas.
11. Direção geral dos principais rios das sub-bacias, segundo unidades geomorfológicas.
12. Tipos de dissecação segundo classes e frequência por unidade geomorfológica.
13. Nível de encaixamento das sub-bacias, segundo classes e frequência por unidade geomorfológica.
14. Identificação, área das sub-bacias e extensão dos seus rios principais da unidade geomorfológica - curso alto.
15. Identificação, área das sub-bacias e extensão dos seus rios principais da unidade geomorfológica - curso baixo.
16. Identificação, área das sub-bacias e extensão dos seus rios principais da unidade geomorfológica - curso médio.

1. INTRODUÇÃO

O presente trabalho constitui uma contribuição ao estudo geomorfológico do Estado do Piauí, através da análise de uma de suas importantes bacias hidrográficas.

A execução desta dissertação atende a um dos requisitos do Programa de Pós-Graduação em Geografia, para obtenção do grau de Mestre em Ciência, na área de Estruturação do Meio Ambiente, oferecido pelo Instituto de Geociências da Universidade Federal do Rio de Janeiro, onde foram obtidos os créditos em disciplinas, exigidos na etapa inicial daquele Programa de Pós-Graduação.

A Fundação Universidade Federal do Piauí estabeleceu um Programa de Capacitação de Docentes, através do qual o Departamento de Geografia e História nos indicou, para atender suas necessidades de docentes qualificados na área de Geografia Física.

O desenvolvimento deste estudo teve início no ano de 1981 e contou com o apoio financeiro da Fundação Centro de Pesquisas Econômicas e Sociais do Piauí - CEPRO - para a fase de viagens de inspeção ao campo e parte do material cartográfico.

São dois os objetivos gerais da presente investigação:

- 1) Contribuir para o conhecimento geomorfológico do centro-norte piauiense;
- 2) Fornecer subsídios para a identificação de Unidades de Manejo Ambiental, que possibilitem o desenvolvimento de estudos de aproveitamento agro-econômico da área analisada, uma das mais importantes do Estado.

Como objetivos específicos são consideradas aquelas contribuições, embora modestas, que derivam diretamente do tratamento dos dados obtidos, às quais se procurou dar a maior inteireza e segurança possíveis. Pode ser citada a do-

cumentação múltipla da relação da drenagem com a situação geológica, que se expressa pelas direções adotadas pela drenagem, pelo nível de encaixamento das bacias hidrográficas, mesmo quando de pequeno porte, pelo grau de dissecação do terreno, entre outras manifestações de controle geológico.

Foram identificadas as grandes unidades geomorfológicas dessa bacia através da escolha das áreas geográficas que constituem o alto, o médio e o baixo curso do rio Poti, as quais foram analisadas a partir do tratamento estatístico aplicado às variáveis selecionadas.

Foram considerados os pressupostos básicos de que a frequência e a direção da drenagem estariam diretamente relacionadas com a direção das grandes falhas regionais e fraturamentos locais, tendo importância apenas relativa as variações litológicas encontradas na bacia do Poti, principalmente na área sedimentar.

Um dos aspectos que tornam importantes os estudos estudos estruturais dessa região é o fato de corresponder a uma área de contato entre dois grandes blocos geológicos totalmente distintos: a bacia sedimentar do Maranhão-Piauí e o escudo cristalino à leste, no Estado do Ceará. Esse contato representa a divisão administrativa desses dois Estados, onde se destaca uma faixa descontínua de litígio que apresenta no seu total uma área de cerca de 2.600 Km². A esses elementos estruturais soma-se também diferente compartimentação topográfica, pois essa área de estudo apresenta feições que se colocam como função desses elementos associados à atuação de paleoclimas, que se individualizam não só pelas formas de relevo como por um mosaico bioclimático diferenciado.

A escolha dessa bacia, portanto, deve-se ao fato de que representa uma área de transição climática e de diferentes estruturas geológicas, onde os recursos naturais, principalmente a água, são sub-utilizados.

Assim, considera-se necessário que outros estudos, de maior nível de detalhamento na área das Geociências, sejam desenvolvidos neste Estado, pois as limitações na utilização de suas potencialidades devem-se principalmente ao seu relativo

desconhecimento, tanto a nível institucional como a nível das populações locais.

2. METODOLOGIA

A metodologia deste trabalho consta de duas fases: uma de gabinete/laboratório e outra de inspeção ao campo.

A fase de gabinete/laboratório compreende o levantamento e análise de todo o material disponível na literatura geológica, geomorfológica e cartográfica dos Estados do Piauí e parte do Ceará, especificamente da bacia hidrográfica do rio Poti.

Essa análise desenvolveu-se basicamente em dois níveis de detalhamento, sendo o primeiro na escala de 1:1.000.000, onde se faz uma caracterização geral da área dessa bacia, num enfoque descritivo. O segundo nível é abordado na escala de 1:250.000, quando se pretende levantar problemas locais.

Para o nível de caracterização geral, fez-se a delimitação da bacia hidrográfica do Poti utilizando-se os mapas dos Estados do Piauí e Ceará e a Carta do Brasil ao milionésimo, do IBGE, considerando como critérios básicos a rede de drenagem e a hipsometria (cota máxima do divisor entre a bacia em estudo e as bacias adjacentes). A partir dessa delimitação, compilaram-se todos os outros mapas, nessa escala, tendo como fonte os mapas elaborados pelo Projeto Radam, datados de 1973, e ampliação do Mapa Tectônico do Brasil do DNPM, 1971, de 1:5.000.000 para 1:1.000.000 e Imagens Landsat (MSS 5 e 7) escala 1:1.000.000 para a análise geológica e geomorfológica. Para a descrição dos solos dessa área, utilizaram-se os Mapas de Solos da SUDENE (1981) e o Atlas do Ceará, SUDEC/SUDENE(1973).

Para a delimitação dessa bacia hidrográfica, no nível de 1:250.000, foram utilizadas as cartas do DSG/SUDENE/SACS, reduzidas da escala de 1:100.000 para 1:250.000, com curvas de nível de 100 metros de equidistância, considerando-se como critérios específicos também a rede de drenagem e a hipsometria.

A divisão da bacia em três grandes unidades geomorfológicas foi feita com base nos critérios geológicos de diferenciação litológica e mudança de direção geral do escoamento superficial do rio Poti, que obedece padrões de fraturamentos re

gionais. Assim, os limites entre o alto e o médio curso são representados pela escarpa da Ibiapaba e entre o médio e o baixo curso compreende tanto os divisores das sub-bacias, cujos rios principais apresentam direções ortogonais à do Poti, como também o contato aproximado entre as Formações Longá e Piauí. Estas unidades correspondem as áreas geográficas dos alto, médio e baixo cursos do rio Poti.

Para a obtenção das variáveis, foram consideradas somente as sub-bacias cujo rio principal apresenta extensão a partir de 10 Km, sendo que o critério para a identificação de um rio como principal foi o de maior extensão apresentada dentro de sua bacia.

Escolheram-se as variáveis julgadas significantes para a escala de 1:250.000, como se seguem:

1. Direção Geral da Drenagem

Em função do elevado nível de fraturamento da área, atestado no mapa geológico do Radam (1973) e dos lineamentos observados nos mosaicos semi-controlados de Radar, na escala 1:250.000 (1972), que cobrem a bacia do Poti, fez-se um levantamento da orientação da drenagem, medindo-se a direção de todos os afluentes de cada bacia considerada, utilizando-se as principais direções do fraturamento brasileiro que são: Norte/Sul (Sanfranciscana), Nordeste/Noroeste (Brasileira), Leste/Oeste (Amazônica) e Noroeste/Sudeste (Caraíba). O objetivo dessa variável é detectar o grau de controle estrutural em cada unidade de estudo e se a direção do fraturamento local é compatível com a direção geral de fraturamento a nível regional. A sua determinação foi obtida traçando-se um eixo médio da nascente à foz de todos os rios, por sub-bacia, e em seguida medindo-se sua orientação com o auxílio do transferidor. Considerou-se os pontos cardeais e colaterais, com uma amplitude de variação de 22° para cada direção.

2. Direção dos Rios Principais

Essa variável está bem relacionada com a anterior, seguindo os mesmos critérios, com o objetivo de reforçar os resultados obtidos, como também identificar a tendência direcional dos rios de maior extensão dentro de cada sub-bacia. A obtenção dessa direção verificou-se a partir dos mesmos critérios adotados para a variável anterior.

3. Área das Sub-bacias (\bar{x} e s)

A partir dessa variável pretende-se identificar a área padrão das sub-bacias, dentro de cada unidade, representada pela média aritmética (\bar{x}). A variação em torno dessa média, que se constitui no desvio padrão (s), refletirá a homogeneidade ou heterogeneidade do tamanho das sub-bacias consideradas. O cálculo de áreas foi efetuado através do uso do planímetro.

O desvio padrão foi calculado pela fórmula:

$$s = \sqrt{\frac{\sum x^2 - \frac{(\sum x)^2}{n}}{n - 1}}$$

e o coeficiente de variação:

$$C.V. = \frac{s}{\bar{x}} \cdot 100$$

Onde:

n = representa o número da série,

\bar{x} = representa a média aritmética,

$\sum x^2 - \frac{(\sum x)^2}{n}$ representa a soma dos quadrados dos desvios,

s = é o desvio padrão,

C.V. = é o coeficiente de variação.

4. Extensão dos Rios Principais (\bar{x} e s)

Com essa variável pretende-se identificar o tamanho médio dos rios principais das sub-bacias estudadas, para cada unidade. Também se verificou a variação dessa extensão, em relação à sua média, através do desvio padrão (s). Segundo a literatura, rios de pequena extensão média indicam, relacionados com o seu número, maior dissecação da área, em relação às sub-bacias com rios de maior extensão. O comprimento dos rios foi obtido através do uso do curvímetro e o desvio padrão também foi expresso em percentual, pelo coeficiente de variação.

5. Razão Comprimento/Largura

Com essa razão pretende-se verificar o comportamento das sub-bacias com relação à sua forma. Quanto mais alongada for essa forma, maior será o seu nível de encaixamento ou dependência do controle estrutural. Considerou-se, portanto, que quanto mais próximo de um for o resultado dessa relação, menor seria o controle geológico. O estabelecimento das classes consideradas como alta, média e baixa, foi feito a partir da divisão da amplitude de variação de cada série de dados das sub-bacias pelo número de classes, para cada unidade geomorfológica.

6. Índice de Frequência de Drenagem

Esse índice representa a relação entre o número de rios e a área de uma sub-bacia. Assim, corresponde ao comportamento hidrográfico de determinada área, na sua capacidade de gerar novos cursos d'água. Foi definido por R. E. Horton em 1945 para indicar que quanto maior for o resul-

tado dessa relação, maior será a dissecação da área. Foram consideradas três categorias como classes de dissecação alta, média e baixa, utilizando-se o mesmo critério da variável anterior.

7. Padrão de Drenagem

Esse padrão compreende o arranjo espacial de uma rede de drenagem, que geralmente reflete as condições estruturais, litológicas e de topografia de uma bacia hidrográfica (Christofolletti, 1974).

O perfil longitudinal e os transversais do rio Poti foram elaborados a partir da escala de 1:100.000, sendo que nas cartas sob responsabilidade do Departamento de Serviço Geográfico do Exército - DSG -, as curvas de nível obedecem intervalos de 40m e nas de responsabilidade da Superintendência do Desenvolvimento do Nordeste - SUDENE -, essa equidistância é de 50 metros.

Quanto à análise das amostras de rochas e minerais, colhidas em campo, procedeu-se à identificação por exame macroscópico.

A fase de trabalhos de inspeção ao campo foi desenvolvida através de visitas a diferentes pontos da bacia hidrográfica do Poti, durante o mês de janeiro de 1982. A primeira viagem foi feita por via ferroviária, para um reconhecimento da área, a qual percorre a bacia e vários trechos do rio Poti, entre Teresina (PI) e Crateus (CE). As outras viagens foram feitas por via rodoviária, quando se procurou acompanhar todo o curso desse rio; no alto curso visitou-se trechos entre Ipu, Crateus e Novo Oriente e entre Crateus e o canyon ou boqueirão. Na inspeção ao baixo curso também se procurou acompanhar o rio Poti desde sua foz aos municípios de Altos, Demerval Lobão e Prata do Piauí.

Entre as paradas que merecem destaque, no médio cur-

so, citamos duas próximo à cidade de Castelo do Piauí e nos locais Combe e Salinas, em direção ao boqueirão, passando pelos povoados de Cana Brava e Oiticica, percorrendo-se estradas não transitadas há onze anos, antes de penetrar no grande canyon formado pelo Poti na serra da Ibiapaba. De Crateus voltou-se ao canyon para observação mais detalhada no seu interior, através de estradas vicinais diferentes entre aquela cidade e o povoado de Ibiapaba, na base da escarpa de mesmo nome. Em seguida rumou-se para Novo Oriente (CE), subindo-se a cuesta da Ibiapaba em direção a São Miguel do Tapuio, Castelo e Teresina.

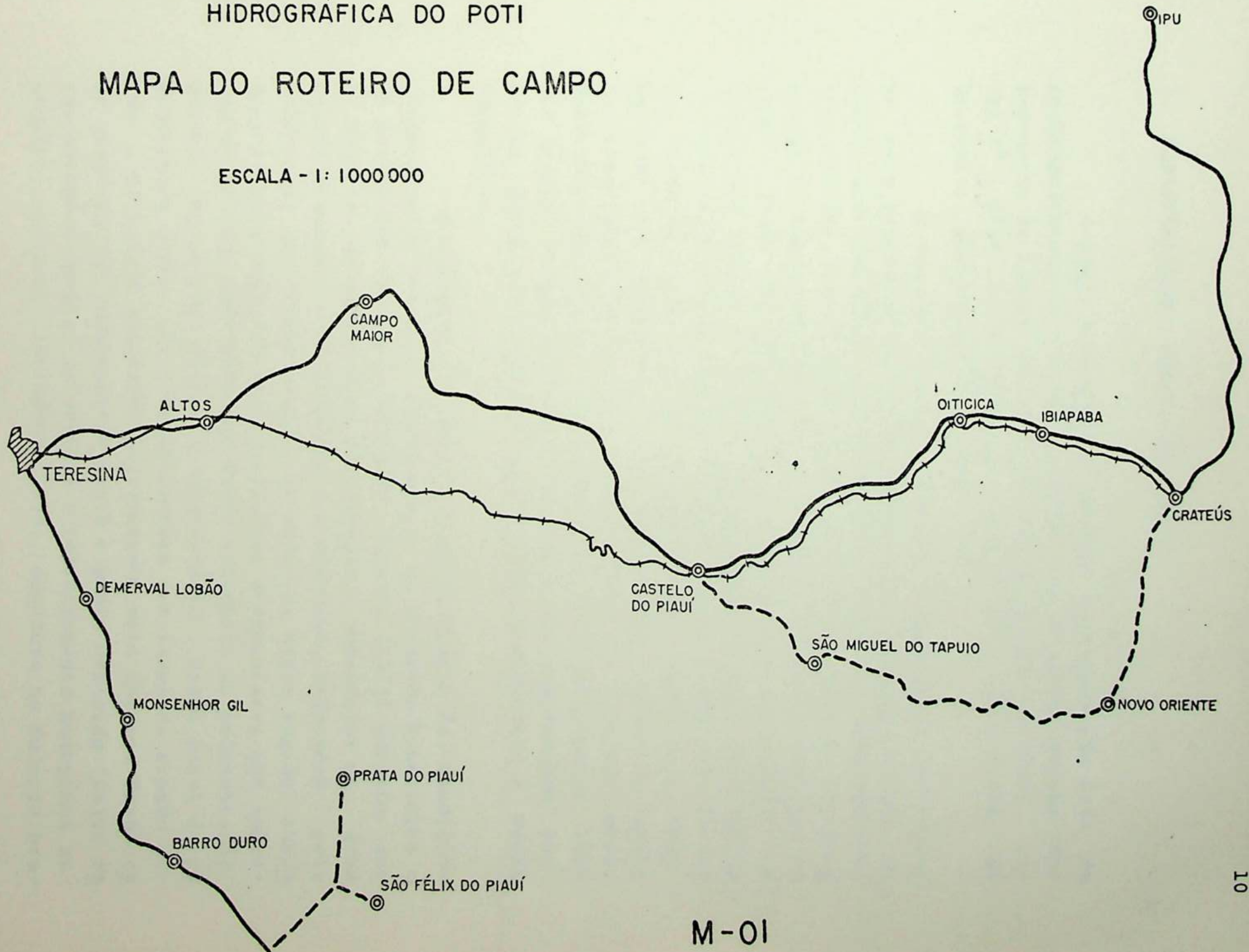
Vale ressaltar que uma visita a toda a área dessa bacia foi efetuada com a participação do Professor Orientador, quando foram efetuadas novas inspeções geomorfológicas, com análise de detalhe, fotografando-se e colhendo-se amostras de rochas e minerais.

No município de Teresina percorreu-se o curso do Poti até sua foz, quando se fez análise de detalhe de cinco pontos, nas proximidades do sítio urbano (mapa 01).

CARACTERIZAÇÃO GEOMORFOLÓGICA DA BACIA
HIDROGRÁFICA DO POTI

MAPA DO ROTEIRO DE CAMPO

ESCALA - 1: 1000 000



M-01

3. CARACTERIZAÇÃO GERAL DA BACIA

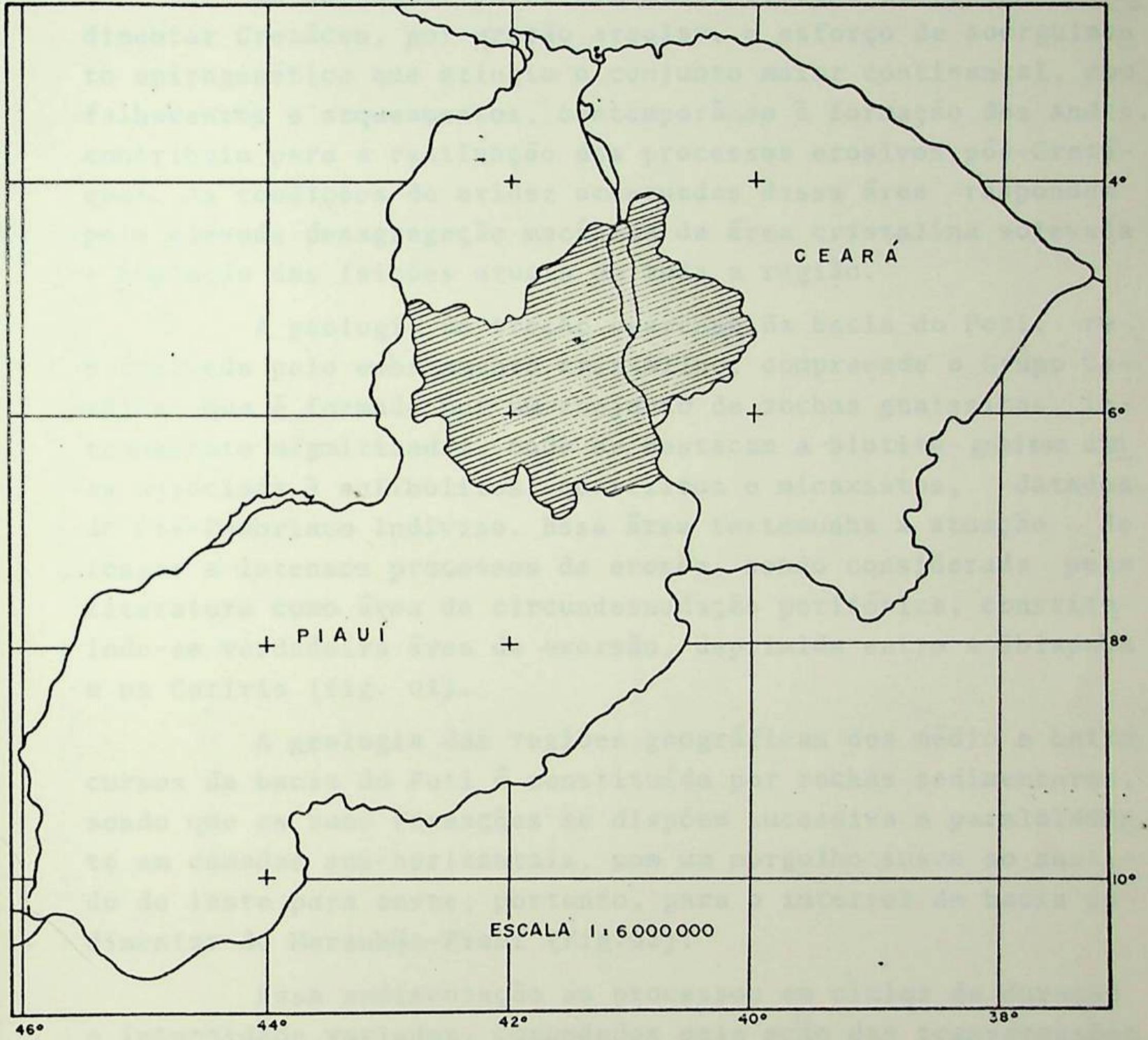
A bacia hidrográfica do Poti apresenta uma área de aproximadamente 49.800 Km², estando localizada na porção centro-norte do Estado do Piauí e oeste do Estado do Ceará, entre 4° e 6°50' de latitude sul e entre 40° e 43° a oeste de Greenwich, aproximadamente (mapa 02).

O rio Poti é um dos grandes afluentes do rio Parnaíba, eixo principal da drenagem piauiense. Nasce no Estado do Ceará, onde sua bacia abrange os municípios de Independência, Novo Oriente, Crateus, Nova Russas, Tamboril e parte dos municípios de Guaraciaba do Norte, Ipueiras, Monsenhor Tabosa, Parambu e Tauá. No Piauí engloba os municípios de Castelo do Piauí, São Miguel do Tapuio, Pimenteiras, Valença do Piauí, Novo Oriente do Piauí, Elesbão Veloso, Aroazes, São João da Serra, Prata do Piauí, São Félix, Beneditinos, Barro Duro, Hugo Napoleão, São Gonçalo do Piauí, Água Branca e parte de Teresina, Alto Longá, Altos, Campo Maior, Pedro II, Demerval Lobão, Monsenhor Gil, Miguel Leão, Agricolândia, Francinópolis, Várzea Grande, Inhuma e São José do Piauí, que compreendem parte das Zonas Fisiográficas de Ibiapaba, Carnaubeira e Médio Parnaíba.

A respeito da importante participação das condições climáticas no processo morfogenético do Nordeste Brasileiro e em particular da região estudada, Moreira (1973) comenta que os aspectos de aridez mais permanentes e duradouros na área cearense durante o Pleistoceno e o Holoceno, respondem pela elaboração das linhas mestras do modelado dessa região, marcadamente pela extensão das superfícies pedimentares que aparecem no sertão, indicando que houve retomadas de pedimentação durante uma ou mais épocas do Quaternário. Essas fases de pedimentação devem ter sido alternadas com fases de erosão linear e processos areolares ligeiramente mais úmidos, dando como resultado um rebaixamento sutil e pouco definido (salvo raras exceções locais) da extensa e relativamente homogênea superfície sertaneja (Ab'Sáber, 1969), enquanto no Sudeste bra-

CARACTERIZAÇÃO GEOMORFOLÓGICA DA BACIA HIDROGRÁFICA DO POTI

MAPA DE LOCALIZAÇÃO DA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO POTI



M-02

sileiro houve variações profundas de umidade que provocaram alternâncias de processos de mamelonização e pedimentação, com predomínio da umidade.

No Nordeste, paralelamente à remoção do capeamento sedimentar Cretáceo, por erosão areolar, o esforço de soerguimento epirogenético que atingiu o conjunto maior continental, com falhamentos e arqueamentos, contemporâneo à formação dos Andes, contribuiu para a reativação dos processos erosivos pós-Cretáceos. As condições de aridez acentuadas dessa área respondem pela elevada desagregação mecânica da área cristalina solevada e evolução das feições atuais de toda a região.

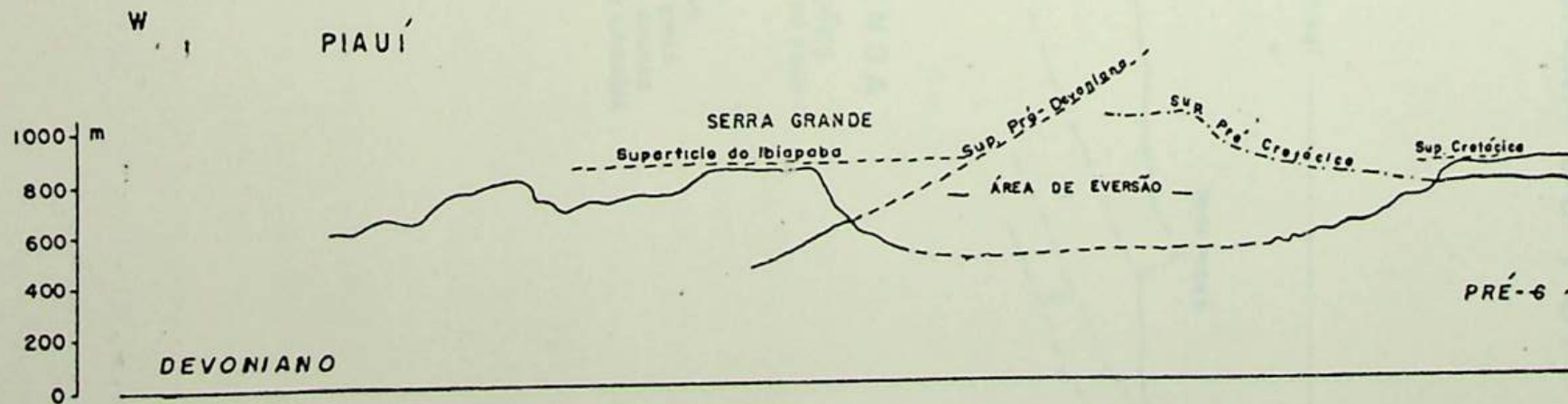
A geologia do trecho cearense da bacia do Poti, representada pelo embasamento cristalino, compreende o Grupo Caraiíba, que é formado por um conjunto de rochas gnaissicas, intensamente migmatizadas, onde se destacam a biotita-gnaisse cinza associada à anfibolitos, quartzitos e micaxistos, datados do Pré-Cambriano Indiviso. Essa área testemunha a atuação de longos e intensos processos de erosão, sendo considerada pela literatura como área de circundesnudação periférica, constituindo-se verdadeira área de eversão, deprimida entre a Ibiapaba e os Cariris (fig. 01).

A geologia das regiões geográficas dos médio e baixo cursos da bacia do Poti é constituída por rochas sedimentares, sendo que as suas Formações se dispõem sucessiva e paralelamente em camadas sub-horizontais, com um mergulho suave no sentido de leste para oeste, portanto, para o interior da bacia sedimentar do Maranhão-Piauí (fig.02).

Essa sedimentação se processou em ciclos de duração e intensidade variados, comandados pela ação das transgressões e regressões marinhas durante o Siluriano e Devoniano, sobre uma estrutura geológica que se rebaixou lentamente em consequência de perturbações da crosta terrestre, verificadas a partir do Pré-Cambriano. Teve início no Siluriano, quando da subsidência de grandes regiões que formou, entre outras, a sinéclise que compreende a bacia sedimentar do Maranhão-Piauí, paralelamente à elevação de outras áreas - as antéclises - e exposição do embasamento nos escudos. O Paleozóico presenciou grandes in

CARACTERIZAÇÃO GEOMORFOLÓGICA DA BACIA
HIDROGRÁFICA DO POTI

CORTE TOPOGRÁFICO DA BACIA

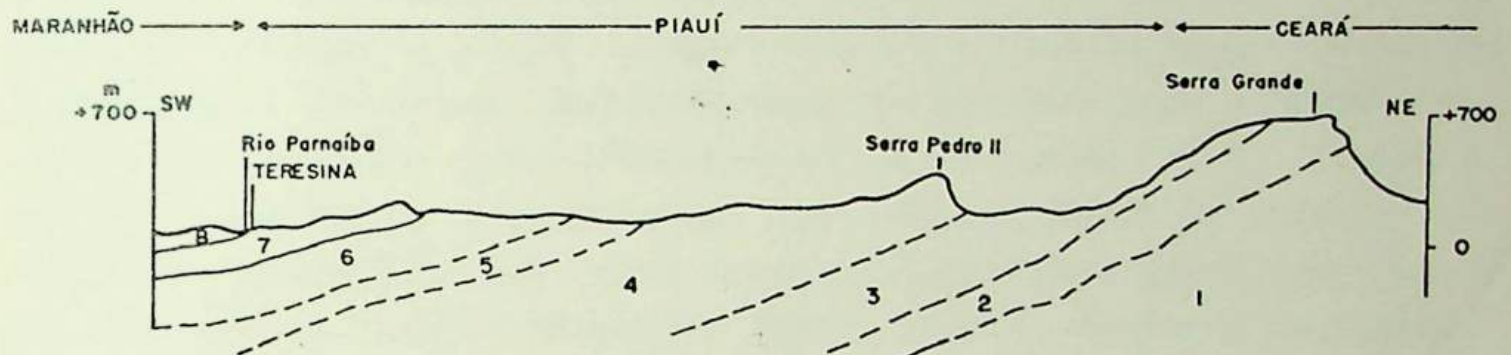


Fonte: AB'SABER - 1969

F-01

CARACTERIZAÇÃO GEOMORFOLÓGICA DA BACIA
HIDROGRÁFICA DO POTI

SEÇÃO DA BACIA DO POTI



LEGENDA

- GRUPO/FORMAÇÕES
- 8- PEDRA DE FOGO
 - 7- PIAUI
 - 6- POTI
 - 5- LONGA
 - 4- CABECAS
 - 3- PIMENTEIRAS
 - 2- SERRA GRANDE
 - 1- GRUPO CARAÍBA

Fonte : KEGEL - 1956

F-02

vasões marinhas que provocaram o início da acumulação de arenitos maduros, extensos e pouco espessos gerando a Formação Serra Grande, em condições de plataforma estável quando da transgressão do Siluriano. Acredita-se, inclusive, com base em evidências dos vários capeamentos sedimentares em áreas esparsas extra-bacia sedimentar que, depois da regressão marinha do Siluriano Médio a Superior, a extensa transgressão Devoniana tenha extravasado essa grande sinéclise, recobrando áreas da plataforma brasileira que vão além dos limites atuais, como é o caso de Jatobá e Araripe, datados do Cretáceo. A sedimentação Devoniana nessa bacia resultou nas Formações Pimenteiras, Cabeças e Longá, compreendendo principalmente arenitos, folhelhos e siltitos, sendo datada do Carbonífero a invasão marinha responsável pelo embasamento da Formação Poti, quando passou essa bacia a apresentar uma sedimentação de caráter de deltaico a continental, observado nas partes superiores dessa Formação e em toda a Formação Piauí. Assim, desde o Carbonífero até o final do Jurássico, não só essa bacia sedimentar mas toda a Plataforma Brasileira esteve emersa, o que representa o final do caráter de sedimentação em oscilação cíclica, perdendo então as sinéclises sua autonomia de sedimentação para se fazer, a partir do Permiano, um desenvolvimento de preenchimento detrítico indiferenciado por toda a Plataforma. A Formação Pedra de Fogo, no trecho do baixo Poti apresenta, pois, sedimentos tipicamente continentais, depositados em condições desérticas e/ou de mares rasos interiores (Ferreira, 1972), com uma composição mineralógica de arenitos, siltitos folhelhos avermelhados, amarelos e róseos com leitos de sílex e calcário fossilífero e gipsita (Radam, 1973).

O mapa geológico do Radam (1973), indica um capeamento Cretáceo representado pela Formação Itapecuru, composta essencialmente por arenitos predominantes vermelhos, finos, cauliniticos; argilitos vermelhos finamente laminados e calcário fossilífero, na bacia do Poti, sobre as Formações Pedra de Fogo, Piauí, Longá e Cabeças e esparsas manchas da Formação Piauí sobre a Formação Longá e afloramentos de basaltocinza-escuro a preto e aspecto amigdaloidal, mapeados como Forma

ção Orozimbo, sobre a Formação Longã, na sub-bacia do Sambito localizada no município de Elesbão Veloso (Piauí), nos limites dessa bacia hidrográfica com a bacia do rio Piauí (mapa 03). Confrontando-se esse com o mapa hidrogeológico da SUDENE (1968), verifica-se que não se registra a presença da Formação Itapecuru sobre a Formação Pedra de Fogo e que ocorrem alguns capeamentos desta sobre a Formação Piauí que se estendem ao norte do baixo curso da bacia do Poti, do município de Altos até a margem do Parnaíba e daí descendo numa faixa estreita e contínua, atingindo o Poti nas proximidades de sua foz e acompanhando o rio Parnaíba em direção à montante até a serra do Boqueirão, próximo a Floriano (PI) (mapa 04).

Com relação aos aspectos geotectônicos observa-se, no trabalho do Radam, que nessa bacia hidrográfica a presença de feições estruturais em cuja faixa de rochas pré-Cambrianas são identificados dobramentos resultantes de uma grande força compressional, sobressaindo-se os anticlinais de eixos orientados na direção nordeste/sudoeste, com indicações de que esse esforço tenha reduzido sua intensidade na direção norte/sul, onde as dobras apresentam maior amplitude de curvatura. Das falhas aí localizadas, algumas apresentam deslocamentos horizontais, embora predomine o tipo normal, com prolongamentos, inclusive, para o interior da bacia sedimentar (mapas 03 e 05). Na porção sedimentar, as Formações geológicas datadas do Siluriano ao Permiano, formam uma estrutura homoclinal, com a direção geral norte/sul e um mergulho suave de leste para oeste, com seus sedimentos discordantemente depositados sobre o cristalino, atingindo uma profundidade superior a 2.000 metros na sua foz.

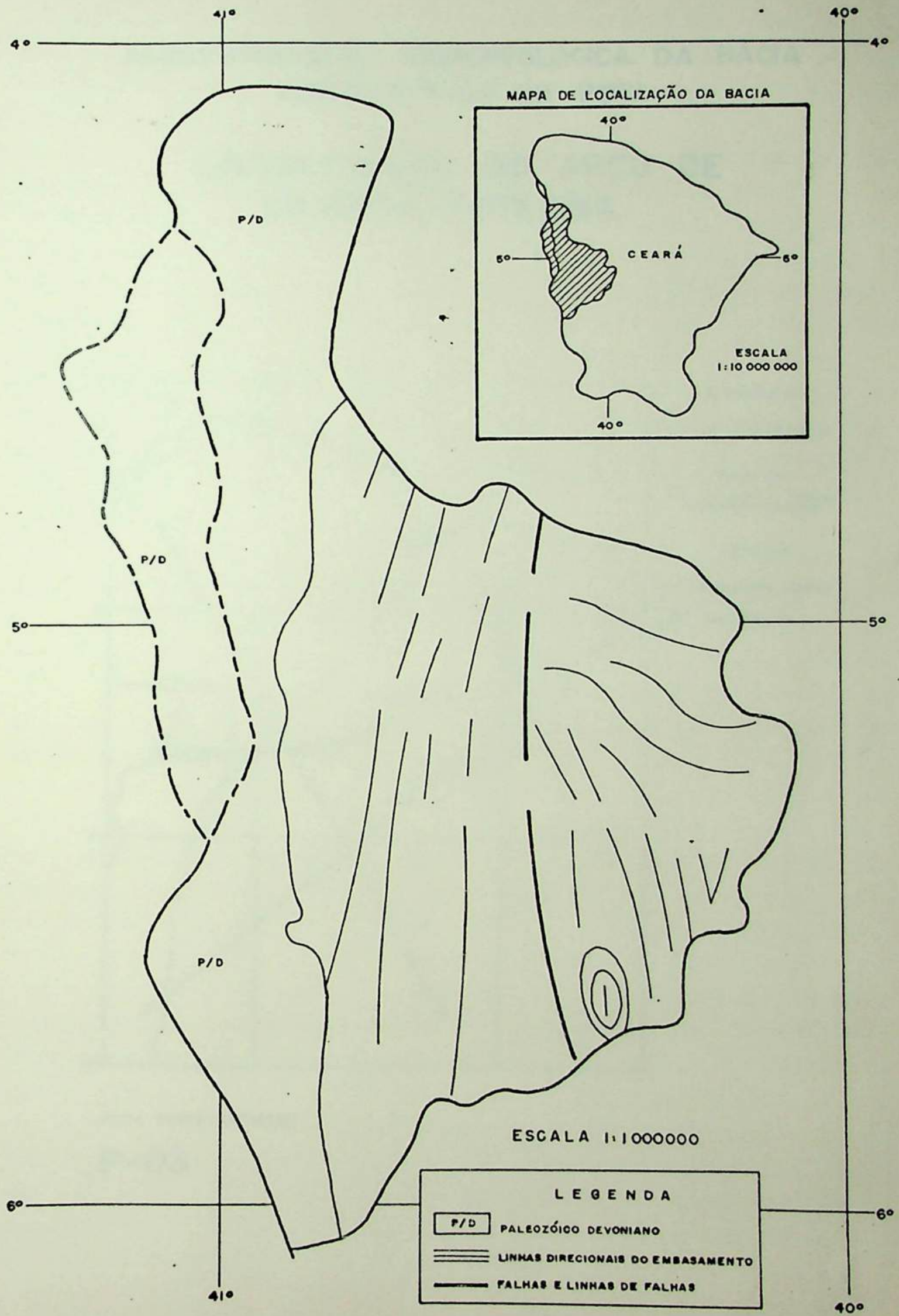
A ausência de Formações Juro-Cretáceas na porção central da bacia sedimentar, associada às inversões de mergulho dos arenitos da Formação Sambaíba, sugere um arqueamento consequente do soerguimento epirogenético dessa bacia no final do Cretáceo. Essas feições estruturais na porção sedimentar são orientadas por falhamentos regionais representados por extensas falhas nas direções ortogonais Nordeste/Noroeste, cujos lineamentos são visíveis nas imagens de Radar. Cunha (1975), com base nos alinhamentos e inflexões atuais dos grandes rios dessa bacia se

dimentar, infere a presença de falhas transcorrentes principalmente no sentido NE/SW, desenvolvidas possivelmente em fins do Triássico ao Cretáceo, com reativamentos recentes e visíveis na morfologia atual. Sugere ainda que a grande falha transcorrente de Jaibara-Porto Nacional (NE/SW) poderia ter sido deslocada pela falha de Urbano Santos - Oeiras (N.NW/S.SE), ou vice-versa, resultante da suposição de que "as manifestações vulcânicas cretáceas seriam procedentes da parte leste da bacia e tiveram como condutos de ascensão magmática, aberturas produzidas pela conjunção de esforços que reativaram, transformaram ou originaram falhas transcorrentes" (fig. 03). Para a confirmação dessa hipótese seria necessário, a título de complementação, a datação dessas rochas vulcânicas.

Associado aos falhamentos desenvolveu-se um intenso fraturamento, apresentando suas direções gerais coincidentes com as direções desses falhamentos regionais. Essas falhas e fraturas de menor extensão, ocorrem com grande frequência tanto no cristalino, como na bacia sedimentar e em número significativo, cortam as duas estruturas, tanto ao norte como ao sul do canyon do Poti, sugerindo um forte grau de controle estrutural na organização da sua drenagem. A intensidade dessas falhas de pequena extensão são observáveis principalmente na Formação Poti, onde ocorrem associadas aos diques, destacando-se nas proximidades da cidade de Prata um desses diques de maior expressão, inferido pelo Radam (1973), formando um ângulo reto onde se constata uma inflexão do Rio Poti de nordeste para noroeste, no contato das Formações Longã e Piauí. A estrutura circular que se observa próximo à cidade de São Miguel do Tapuio (PI), cujos lineamentos são visíveis nas imagens de Radar, é identificada como resultante de silicificações que se desenvolveram nos arenitos da Formação Cabeças, como também de uma "intrução de rocha ígnea que não chegou a aflorar" (Radam, 1973) e, segundo Moreira (1977), na Formação Pedra de Fogo nas proximidades de Teresina, ocorre um grande número de pequenos dobramentos, que interferem na drenagem local.

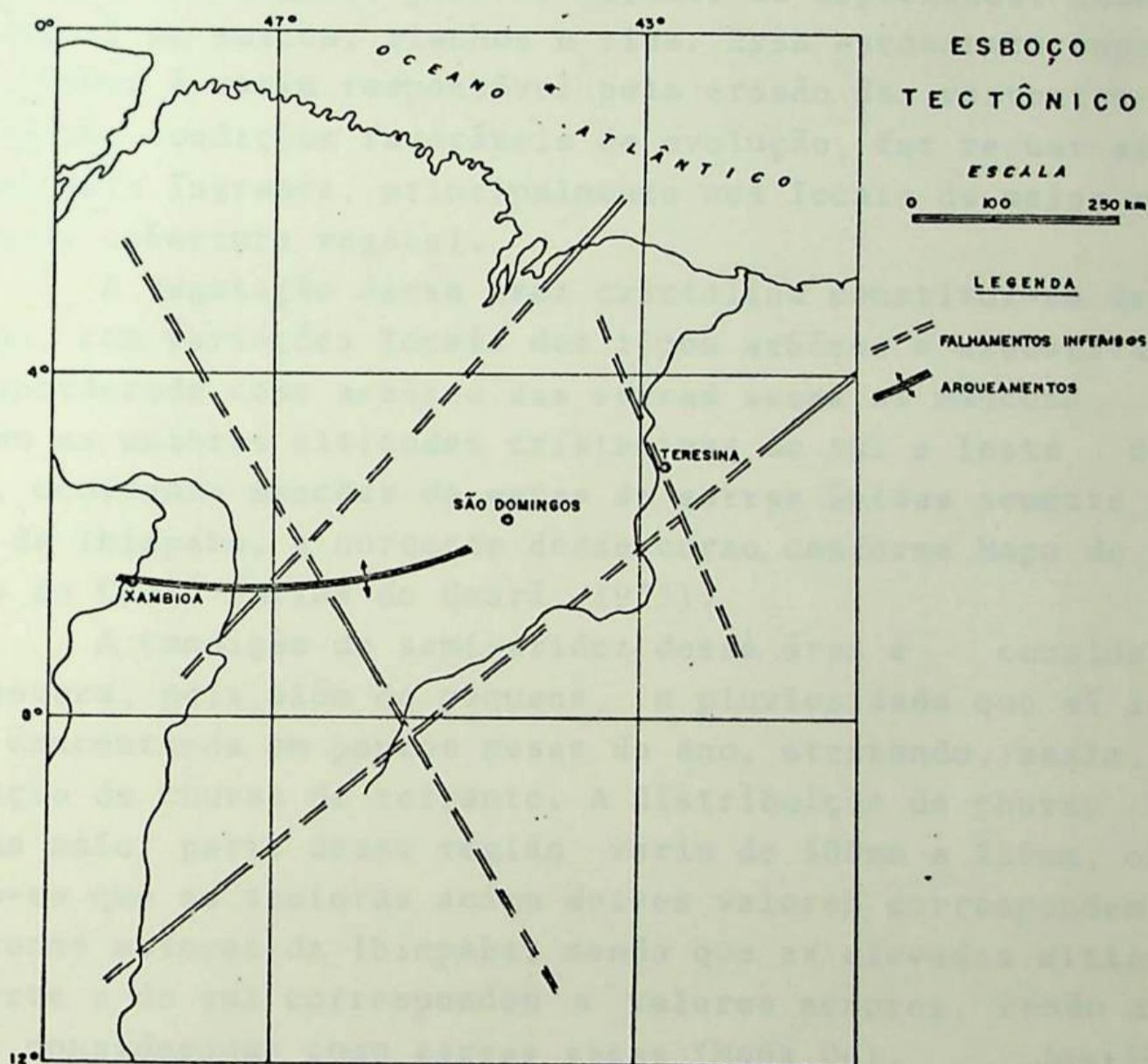
Os formadores da bacia hidrográfica do Poti no seu alto curso se arranjam numa densa rede de pequenos tributários que descem as encostas, apresentando pequenas amplitudes altimétricas em seus perfis longitudinais e em pequenas extensões

CARACTERIZAÇÃO GEOMORFOLÓGICA DA BACIA HIDROGRÁFICA DO POTI MAPA GEOLÓGICO



CARACTERIZAÇÃO GEOMORFOLÓGICA DA BACIA
HIDROGRÁFICA DO POTI

LOCALIZAÇÃO DO ARCO DE
XAMBIOÁ - TERESINA



Fonte CUNHA / CARNEIRO

F-03

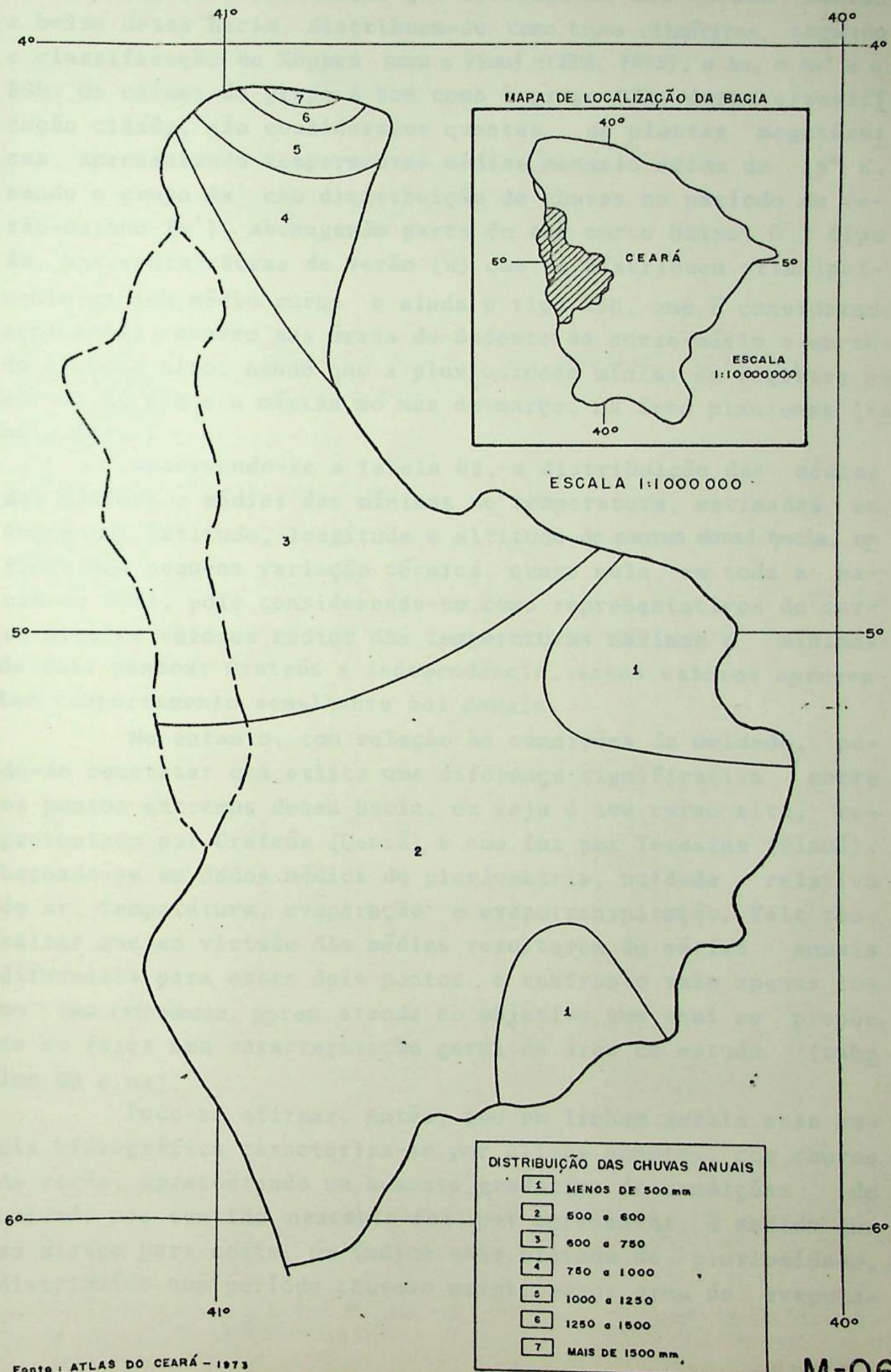
alcançam o nível de base geral do amplo pediplano cristalino, abaixo de 300 metros de altitude, excetuando-se os cursos d'água que entalham o front da Ibiapaba que são os responsáveis pelo retalhamento dessa escarpa.

O tipo de chuvas dessa região é o característico dos sertões, apresentando-se geralmente breves períodos quando se constituem aguaceiros ou enxurradas, originando inicialmente um escoamento difuso ou laminar, transportando e depositando o material desagregado, em função de sua granulometria e competência da água, mas sempre dependente dessa condição de torrencialidade, convergindo para as bajadas ou depressões, indo se concentrar em sulcos, riachos e rios. Esse escoamento superficial difuso é assim responsável pela erosão das vertentes que, encontrando condições favoráveis de evolução, faz recuar as encostas mais íngremes, principalmente nos locais de maior rarefação da cobertura vegetal.

A vegetação dessa área cristalina constitui-se de caatingas, com variações locais dos tipos arbórea e arbustiva, sendo considerada como arbórea das serras secas as manchas que ocupam as maiores altitudes cristalinas de sul e leste dessa área, ocorrendo manchas de matas de serras úmidas somente no alto da Ibiapaba, a noroeste desse curso, conforme Mapa de vegetação do Ceará (Atlas do Ceará, 1973).

A condição de semi-aridez dessa área é considerada bem severa, pois, além de pequena, a pluviosidade que aí incide é concentrada em poucos meses do ano, atestando, assim, sua condição de chuvas de torrente. A distribuição de chuvas anuais na maior parte dessa região varia de 500mm a 750mm, observando-se que as isoietas acima desses valores correspondem às altitudes maiores da Ibiapaba, sendo que as elevadas altitudes de leste e do sul correspondem a valores menores, sendo assim áreas consideradas como serras secas (Mapa 06). Justifica esses baixos índices pluviométricos ser essa região do sertão sudeste cearense relativamente distante do litoral sendo protegida, por linhas de relevo, da penetração de ventos úmidos, ficando essa precipitação concentrada no curto período entre janeiro a abril e não ser beneficiada com postos de nucleação artificial (Atlas do Ceará, 1973).

CARACTERIZAÇÃO GEOMORFOLÓGICA DA BACIA HIDROGRÁFICA DO POTI
 MAPA CLIMÁTICO



Na área sedimentar que corresponde aos cursos médios e baixo dessa bacia, distribuem-se como tipos climáticos, segundo a classificação de Köppen para o Piauí (CEPA, 1973), o Aw, o Aw' e o BSh. Os climas do grupo A bem como o grupo BSh, dessa classificação citada, são considerados quentes, de plantas megatérmicas, apresentando temperaturas médias mensais acima de 18° C, sendo o grupo Aw' com distribuição de chuvas no período de verão-outono (w'), abrangendo parte do seu curso baixo. O tipo Aw, apresenta chuvas de verão (w) que se distribuem principalmente em seu médio curso e ainda o tipo BSh, que é considerado semi-árido, ocorre nas áreas de Sudeste do curso médio e em todo o curso alto, sendo que a pluviosidade mínima se registra no mês de agosto e a máxima no mês de março, na área piauiense (tabela 01).

Observando-se a tabela 02, a distribuição das médias das máximas e médias das mínimas de temperatura, estimadas em função da latitude, longitude e altitude de pontos dessa bacia, reflete uma pequena variação térmica, quase nula, em toda a bacia do Poti, pois considerando-se como representativos do curso alto os valores médios das temperaturas máximas e mínimas de dois pontos: Crateús e Independência, esses valores apresentam comportamento semelhante aos demais.

No entanto, com relação às condições de umidade, pode-se constatar que existe uma diferença significativa entre os pontos extremos dessa bacia, ou seja o seu curso alto, representado por Crateús (Ceará), e sua foz por Teresina (Piauí), baseado-se em dados médios de pluviometria, umidade relativa do ar, temperatura, evaporação e evapotranspiração. Vale ressaltar que, em virtude das médias resultarem de séries anuais diferentes para esses dois pontos, o confronto vale apenas como uma referência, porém atende ao objetivo, que aqui se propõe, de se fazer uma caracterização geral da área de estudo (tabelas 03 e 04).

Pode-se afirmar, então, que em linhas gerais essa bacia hidrográfica caracteriza-se por climas quentes, com chuvas de verão, apresentando um aumento gradativo de condições de umidade nos sentido nascente/foz, por apresentar, à medida que se dirige para oeste, um índice mais elevado de pluviosidade, distribuído num período chuvoso maior, menor grau de evapora-

TABELA 01

BACIA HIDROGRÁFICA DO POTI - PORÇÃO PIAUIENSE
CARACTERÍSTICAS CLIMÁTICAS

ZONA FISIAGRÁFICA	TIPO DE CLIMA (KÖPPEN)	PLUVIOSIDADE (mm)		
		MIN.	MAX.	MÉDIA ANUAL
Ibiapaba	Aw-Aw' - BSh	3,6	294,0	1.209,3
Carnaubeira	Aw-Aw'	9,8	355,6	1.462,8
Médio Parnaíba	Aw-Aw'	5,5	303,0	1,327,7

FONTE: CEPA-PI (1973)

TABELA 02

BACIA HIDROGRÁFICA DO POTI - TEMPERATURA MÉDIA ANUAL

M U N I C Í P I O S	TEMPERATURA MÉDIA (°C)	
	MÁXIMA	MÍNIMA
Crateús e Independência(1)	33,0	23,0
Pimenteiras	33,17	21,55
Castelo do Piauí	32,67	21,61
Aroazes	32,01	20,92
São João da Serra	33,17	21,87
São Félix	33,06	21,71
Prata do Piauí	33,22	22,01
Alto Longã	32,67	21,96
Beneditinos	33,08	22,10
Barro Duro	32,60	21,69
Monsenhor Gil	32,67	22,19
Demerval Lobão	32,72	22,17
Teresina	32,59	22,40

FONTE: Relatório Preliminar do Projeto Delimitação e Regionalização do Brasil Semi-Árido CNPq/FUFPI, 1981, mimeo.

(1) DNOCS/MA (1934-62) in Atlas do Ceará-1973.

TABELA 03

BACIA DO POTI

CARACTERÍSTICAS CLIMÁTICAS DE PONTOS EXTREMOS

LOCALIDADE	TEMPERATURA MÉDIA (°C)		EVAPORAÇÃO (tanque Classe "A")	PRECIPITAÇÃO MÉDIA ANUAL (mm)	UMIDADE RE LATIVA DO AR (%)	EVAPOTRANS PIRAÇÃO (Thorntwaite)	PERÍODO DE OBSERVAÇÃO
	MÁXIMA	MÍNIMA					
Crateús (CE)	32,9	21,9	2.815,6	878,80	59,9	1.703,0	1965/71
	(1)	(1)		(1)			
Teresina (PI)	31,28	21,32	2.055,0	1.373,7	70,8	1.660,0	1931/60

FONTE: Levantamento de Recursos Naturais da Bacia do Rio Parnaíba - SUDENE, 1975
 (1) : Instituto Nacional de Meteorologia - M.A. (Recife).

TABELA 04
BACIA HIDROGRÁFICA DO POTI
DISTRIBUIÇÃO DE PLUVIOMETRIA MÉDIA ANUAL

NOME DO POSTO	Nº DO POSTO	Nº DE ANOS DE MEDIÇÕES	TOTAL (mm)
Crateús	3708369	67	730,5
Oiticica	3707184	13	764,9
Teresina	3704139	59	1.373,7
Demerval Lobão	3704762	11	1.487,6
Alto Longã	3705558	23	1.442,3
Beneditinos	3705927	14	1.575,5
Castelo do Piauí	3706689	62	1.051,6
Monsenhor Gil	3714179	14	1.653,4
Prata do Piauí	3715358	12	1.284,9
São Félix do Piauí	3715879	13	1.320,5
São João da Serra	3716017	13	1.003,5
S.Miguel do Tapuio	3717034	14	859,7
Elesbão Veloso	3725475	10	1.436,1
Aroazes	3726245	11	1.086,8
Pimenteiras do Piauí	3727514	10	928,8
Inhuma	3736362	13	926,5

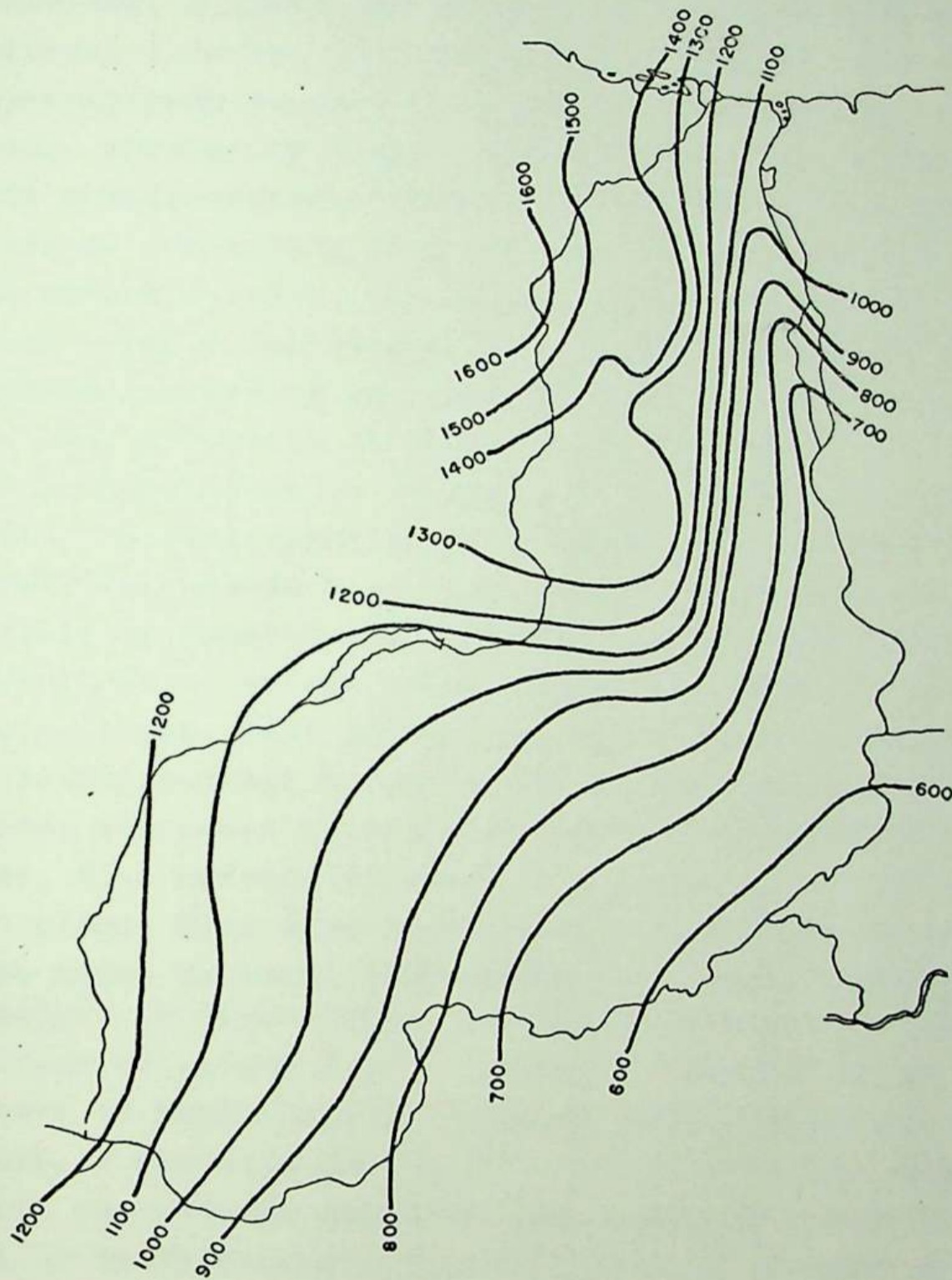
FONTE: SUDENE/DRN/HM, 1981.

ção e evapotranspiração e ainda maior umidade relativa do ar, características essas representadas também nas isolinhas dos mapas 06 e 07.

Na área cristalina observa-se a distribuição espacial dos solos em quatro grupos de associações, segundo a classificação adotada pelo Atlas do Ceará (1973), onde a Associação de solos com Horizonte B Latosólico ocorre nas escarpas do front da Ibiapaba em direção à depressão cristalina. Ao norte do canyon do Poti observa-se manchas da associação de solos Esqueléticos às Areias Brancas e Coloridas aos solos Hidromórficos e aos solos com Horizonte B Solonético. Ainda ao norte ocorrem pequenas e estreitas faixas de matéria orgânica no contato com os solos de Horizonte B textural, se apresentando em faixa de largura variada, nas serras e pés-de-serra e com solos que apresentam horizontes B Latosólico. Os solos Vermelhos do Ceará associados aos solos de Horizonte B Prismático ocorrem em maior expressão na área centro-norte do curso alto do Poti e à sudeste é representada por solos Negros e Castanhos com Argilas Expansivas (mapa 08). No seu trecho sedimentar, a bacia do Poti apresenta grupos de solos à partir de seis tipos que se associam a outros, resultando em mais de dez classes (SUDENE, 1981) que se alternam em seus cursos médio e baixo. O tipo de solo Podzólico Vermelho - Amarelo, textura média, fase floresta mista de babaçu, relevo suave e ondulado, associado ao Latossol Vermelho - Amarelo Distrófico, de textura média, fase floresta subciliar/cerrado, relevo plano e suave e ondulado associado ainda aos solos Litólicos Distróficos de textura média, fase pedregosa e concrecionário, floresta subciliar/cerrado, relevo ondulado e fortemente ondulado, ocorrendo desde a foz do Poti em direção à montante, ladeando o rio em quase 50% de seu curso baixo e seus afluentes da direita, nos municípios de Teresina, Demerval Lobão, Beneditinos e Monsenhor Gil, abrangendo em torno de 30 a 40% da área desse curso. Corresponde à área de baixas altitudes, onde se observa uma intensa ocupação agrícola, considerada como área de melhores solos dessa bacia. Na área de interflúvio Parnaíba/Poti, no sítio urbano de Teresina, ocorre o Latossolo Vermelho-Amarelo Distrófico, textura média.

CARACTERIZAÇÃO GEOMORFOLÓGICA DA BACIA
HIDROGRÁFICA DO POTI

MAPA CLIMÁTICO DO PIAUÍ



ESCALA 1:6000000

M-07

Fonte: CEPRO / IBDF - 1977

A Associação de Areias Quartzosas Distróficas, fase relevo plano e suave ondulado, aos solos Indiscriminados Concrecionários Distróficos, textura média, fase suave ondulado e ondulado, e ainda aos solos Litólicos Distróficos de textura arenosa e média, fase pedregosa e rochosa e/ou concrecionária, apresentando-se em relevo ondulado e ondulado, todos fase cerrado, abrangendo também grande área do curso baixo, em mais de 20% possivelmente, ladeando o rio Poti pela esquerda e compreendendo sub-bacias do grande Gameleira e outras de menor porte na margem direita, abrangendo parte dos municípios de Prata e Alto Longã e continuando pelo curso médio em áreas de altitude predominantemente em torno de 200m, ao norte e ao sul se estende pela sub-bacia do Sambito em longa faixa, atingindo inclusive os municípios de Valença, Novo Oriente e Inhumas do Piauí. Entre os municípios de Alto Longã e Altos observa-se uma mancha intercalando essa classe, que se caracteriza com uma Associação de Laterita Hidromórfica com textura arenosa, fase concrecionária, relevo plano, aos solos Litólicos Concrecionários Lateríticos, fase pedregosa, relevo suave ondulado, ambos fase cerrado/caatinga e campina de varzea com carnaubal, associados ainda aos solos tipo Areias Quartzosas Hidromórficas Distróficas, fase cerrado/caatinga e floresta ciliar de carnaúba, relevo plano. Essa área corresponde a uma faixa de grande extensão dos solos da bacia hidrográfica do Longã, principalmente no município de Campo Maior, no limite da bacia do Poti, onde a atividade principal é a pecuária. Destaca-se no curso baixo, entre os municípios de Prata do Piauí, Monsenhor Gil e Barro Duro, à esquerda do rio Poti, sem no entanto chegar à sua margem, uma pequena mancha da Associação de solos Podzólicos Vermelho-Amarelo-Equivalente Eutrófico de textura média a argilosa, ao Podzol Vermelho-Amarelo e ao solo Latossol Vermelho-Amarelo, todos de igual textura e fase floresta subperenefólia a perene, relevo suave ondulado a fortemente ondulado. Ocorrem mais para o Sul e Leste desse curso manchas de maior extensão dos tipos de solos Podzol Vermelho-Amarelo Equivalente Eutrófico, de textura média a média argilosa, fase floresta mista de babaçu, relevo ondulado e forte ondulado, apresentando-se associados aos solos do tipo Litólicos Distróficos, textura arenosa

e média, fase pedregosa e rochosa, floresta caducifólia e cerrado em relevo forte ondulado. Já nas altitudes entre 300 a 400 m aproximadamente, numa grande faixa norte do curso médio, onde se localizam parte das grandes sub-bacias dos rios Canudos e Cais, além de outras pequenas sub-bacias, ocorre a Associação de solos Litólicos Concrecionários Lateríticos textura arenosa, fase pedregosa, mais Areias Quartzosas Hidromórficas Distróficas, ambas fase cerrado e campina de várzea com carnaubeira, relevo plano e suave ondulado e ainda Areias Quartzosas Distróficas, fase cerrado, relevo plano e suave ondulado. Ao sul dessa bacia em estudo, compreendendo parte dos seus cursos médio e baixo, no município de Elesbão Veloso, localizam-se as associações dos solos Litólicos Eutólicos de textura média e argilosa, fase pedregosa e rochosa, relevo ondulado e forte ondulado, ao Vertisol fase relevo suave e ainda ao Brunizem Avermelhado, textura média/argilosa, fase relevo suave ondulado, todos fase floresta caducifólia, e, no município de Francinópolis até às proximidades de Hugo Napoleão destaca-se a ocorrência de solos salinos.

A associação de solos Litólicos Eutróficos e Distróficos de textura arenosa e média, fase pedregosa e rochosa, relevo ondulado e fortemente ondulado aos solos de Areias Quartzosas Distróficas, fase relevo suave ondulado e ondulado, ambos fase caatinga hipoxerófila, ocorre numa faixa de manchas alternadas do norte ao sul, solos esses desenvolvidos sobre os arenitos da Formação Pimenteiras e contatos com a Longá e a Serra Grande, em toda a área do domo estrutural de São Miguel do Tapuio e seguindo em direção ao sul, na divisa dessa bacia com a do Rio Canindê e em direção a jusante do médio São Nicolau. A Associação de Solos Litólicos Distróficos de textura média e arenosa, fase pedregosa e rochosa e/ou concrecionária, relevo ondulado e montanhoso ao Latossol Vermelho-Amarelo Distrófico, textura média, fase relevo plano e suave, ambos fase caatinga hiporexófila, ocorre nessa divisa alternados com associações de tipos de solos como o Latossol Distrófico, Podzol Vermelho-Amarelo, Areias Quartzosas e solos Litólicos Distróficos, todos apresentando uma textura ora arenosa, ora média e fase de relevo suave ondulado a ondulado. Na faixa da Formação Serra Grande a

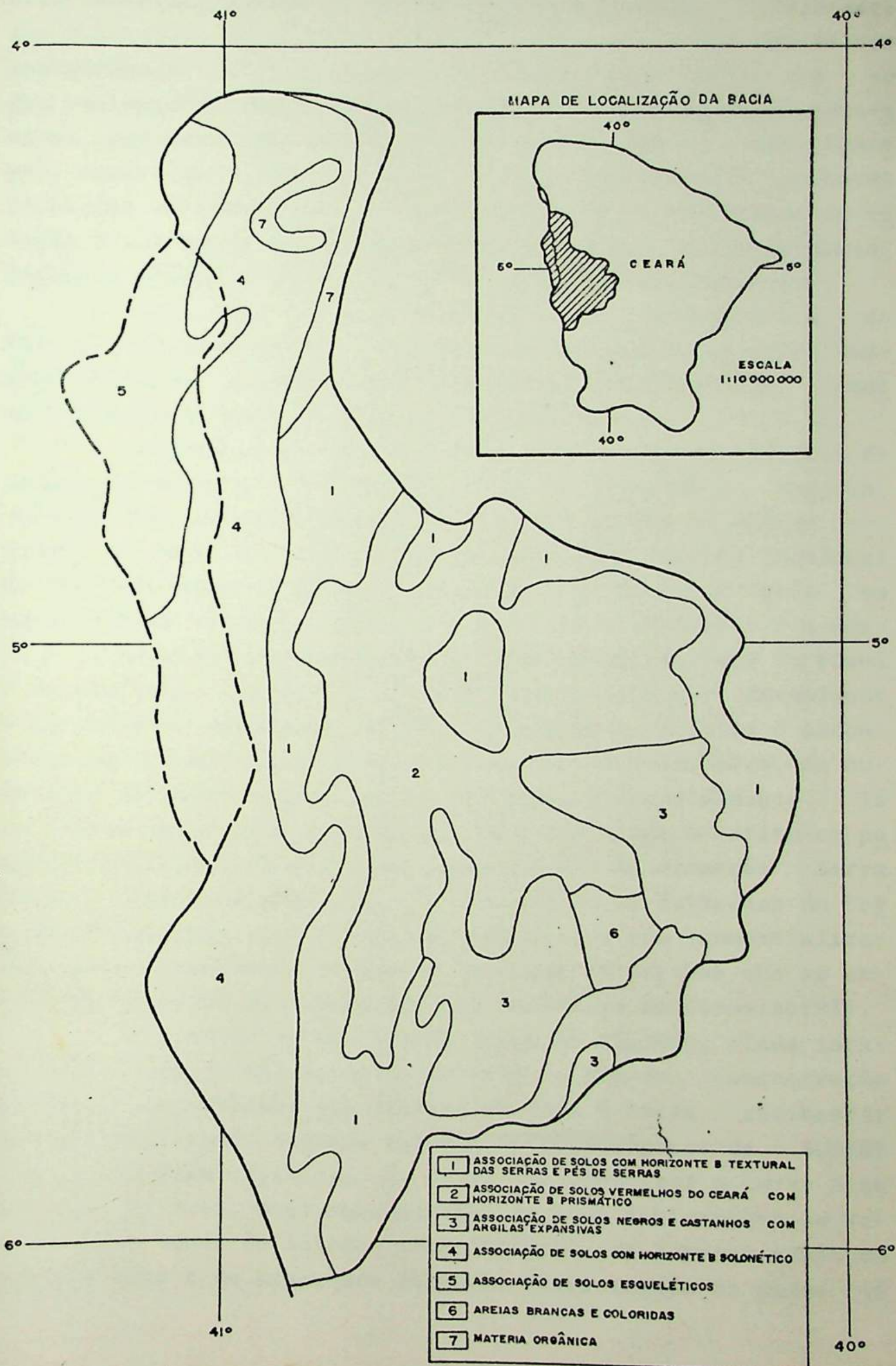
principal ocorrência é a associação do Latossol Vermelho-Amarelo Distrófico ao Podzol Vermelho-Amarelo, com texturas médias, fase caatinga hipoxerófila e Areias Quartzosas Distróficas, fase cerrado, em relevo plano e suave ondulado, intercalada com as Associações de Areias Quartzosas Distróficas aos solos Indiscriminados Concrecionários e Litólicos Distróficos, também fase cerrado, de textura média em relevo plano e suave ondulado (mapa 09).

Observa-se que os solos do Piauí, nessa área da bacia hidrográfica do Poti, a nível da escala 1:1.000.000, se distribuem em associações de solos variados, colocando-se num mesmo grupo solos de características bem distintas entre si, como é o caso da associação de solo Podzol ao solo Litólico, que nesse caso específico ocorrem em relevo de características também diferentes como suave ondulado e fortemente ondulado, respectivamente. Este critério resulta possivelmente da dificuldade ou mesmo impossibilidade de, a esse nível de detalhamento, individualizarem-se pequenas manchas de variações locais, dentro de um tipo de solo que atinge espacialmente extensões maiores, não satisfazendo, assim, uma análise mais detalhada necessária à utilização agrícola, a nível local. Para estudos de zoneamento agropecuário acredita-se que essa escala forneça base para um estudo preliminar. No entanto, para um planejamento ou política de aproveitamento econômico, necessita-se de complementações através de estudos mais detalhados, que forneçam a identificação de suas variações locais para que se possa aproveitar suas potencialidades através de uma condição próxima do ótimo de práticas de manejo do ambiente.

No tocante à exploração econômica dessa área contida na bacia sedimentar, observa-se que a sua pequena expressão em ocorrências minerais de valor econômico está associada às condições de relativa estabilidade geológica, principalmente porque a partir do Juro-Triássico é que se fizeram mais intensas as manifestações responsáveis pelas anomalias de interesse para petróleo e pela ascensão magmática, ocorrências essas que não afetaram de maneira significativa essa porção da bacia sedimentar do Maranhão-Piauí. A esse respeito Aguiar(1974) comenta que "a área mais interessante para a pesquisa de petróleo na bacia (sedimentar do Maranhão-Piauí) é a do arco de Xam-

CARACTERIZAÇÃO GEOMORFOLÓGICA DA BACIA HIDROGRÁFICA DO POTI

MAPA DE SOLOS



bioá-Teresina, devido à sua privilegiada posição, adjacente aos dois eixos de máxima deposição da bacia", e que devido aos soerguimentos dos bordos Leste e Sudeste dasse bacia, que se deu contemporaneamente à sedimentação da Formação Piauí, destaca-se como mais importante a porção entre Xambioá e São Domingos, sendo que a área norte do arco é a que oferece melhores condições de prospecção, por se encontrar menos modificada em relação à sua estrutura original, uma vez que, posteriormente, também o flanco sudoeste dessa bacia sofreu soerguimento.

Pela fig. 03 observa-se que a bacia hidrográfica do Poti não chega a atingir a área de influência desse arco Xambioá-Teresina, ficando assim fora das áreas escolhidas como mais prováveis para as pesquisas de petróleo.

Segundo Lins (1978), foram localizadas ocorrências de galena no município de Monsenhor Gil, na localidade Varjota, reconhecidas em marmitas de leitões de afluentes da margem esquerda do Poti, em fase de estudos pelo Departamento Nacional de Produção Mineral (Piauí), bem como a presença de cobre no município de Valença, identificado por Wilherm Kegel, e a opala e o ametista nos municípios de Alto Longá, Castelo do Piauí e Beditinos, associados aos contatos de arenitos devonianos e carboníferos com diques e sills de diabásio. A opala é encontrada em volume que justifica sua exploração econômica, no município de Pedro II (PI), onde é explorada industrialmente, já no limite norte da bacia do Poti. Ocorrem ainda a barita em pequenos cristais, no arenito conglomerático da Formação Serra Grande, também em potencial desconhecido, e os folhelhos da Formação Longá próximo à Castelo do Piauí, que são comercializados para revestimento de pisos, bem como as argilas que se encontram em amplo uso industrial no município de Teresina (PI).

Constitui-se uma grande fonte de riqueza, ainda inexplorada na bacia hidrográfica do Poti, a grande concentração de águas subterrâneas que ocorrem em toda a bacia sedimentar do Maranhão-Piauí. Segundo estudos hidrogeológicos da SUDENE (1968), na área cristalina do Ceará que constitui o curso Alto da bacia do Poti, essa concentração de água subterrânea se verifica nas zonas de intenso fendilhamento, de espesso manto de intemperismo e de cobertura aluvial. Nessa região os poços já

perfurados apresentaram, em geral, pequena vazão específica, tendo sido classificado o seu potencial explorável como fraco a muito fraco.

Na área sedimentar o comportamento hidrogeológico propicia condições favoráveis ao aproveitamento desse recurso a partir de bons aquíferos, geralmente bem definidos, onde se destacam, na bacia do Poti, os das Formações Serra Grande, Cabeças e Poti. O aquífero Serra Grande é considerado o mais importante da bacia sedimentar do Parnaíba, pela sua constituição litológica e posição estratigráfica que favorecem o armazenamento de grande parte da água que chega à sua área, oferecendo extensas áreas de artesianismo. Por falta de medidas diretas de infiltração e de vazão dos rios que a drenam, a SUDENE só dispõe dos dados de sua vazão de escoamento natural, que corresponde a 0,58% da pluviometria, sendo o seu principal exutório o rio Poti. A Formação Pimenteiras, contígua a essa formação, também oferece grande reserva de água, pois, considerando-se toda a sua área de ocorrência, cerca de 3 milhões de m^3 de águas pluviais nela se infiltram anualmente, sendo sua reserva permanente de 22 milhões de m^3 , podendo ser explorados anualmente em torno de 3 milhões de m^3 , valor este que corresponde à sua vazão de escoamento natural. A Formação Cabeças apresenta uma capacidade geral de reserva bem superior à Formação Pimenteiras, da ordem de 8,4 bilhões de m^3 , dos quais podem ser utilizados anualmente 77 milhões de m^3 , constituindo-se, assim, importante aquífero regional, que ao possuir no seu interior camadas de folhelhos impermeáveis, funciona com confinamento próprio. No entanto, na localidade Brejo da Onça, ao sul de São Miguel do Tapuio, os cálculos médios resultantes de testes de outros pontos de pressão semelhante nessa formação, atribuem-lhe uma reserva de aproximadamente 13,2 bilhões de metros cúbicos de água, podendo ser aproveitados 500 milhões de m^3 por ano, uma vez que recebe realimentação anualmente, pela sua condição de camada confinante também do aquífero Serra Grande.

A Formação Poti se apresenta com um bom aquífero, em função de sua litologia arenítica, com uma reserva permanente em torno de $2,96 \cdot 10^9 m^3$ de água, enquanto que as Formações Piauí e Pedra de Fogo apresentam menor disponibilidade de águas

subterrâneas, por possuírem folhelhos, siltitos, dolomitos e evaporitos nas suas composições mineralógicas, o que dificulta suas condições de permeabilidade, sendo classificado assim como médio e fraco o seu potencial explorável (tabela 05).

Deve-se observar que a classificação de potencial explorável baseia-se em critérios que dizem respeito a condições de aquíferos livres, portanto não foi considerado bom o aquífero com maior reserva, mas aquele resultante da boa combinação entre os critérios de acessibilidade de exploração, ou seja a profundidade e confinamento das águas e a permeabilidade das rochas de cada formação (mapa 04).

Com relação à disponibilidade de águas superficiais, essa bacia apresenta um escoamento temporário em sua área cristalina e em seu curso médio, mesmo este se localizando na bacia sedimentar, pois nesse trecho também é concentrada em poucos meses a precipitação pluviométrica e o lençol freático é bem profundo, não lhe permitindo alimentar os cursos d'água durante todo o período seco. O rio Poti apresenta um regime de escoamento de caráter permanente somente a partir do seu curso baixo, tendo como ponto de referência a cidade de Prata do Piauí, quando recebe seu maior tributário, o rio Sambito, associado às condições de menor profundidade de lençol d'água subterrânea, que lhe permite fornecer uma alimentação interna ao cessarem as chuvas. Os valores de vazão anual (m^3/s) foram obtidos em três postos fluviométricos localizados na área sedimentar dessa bacia hidrográfica, sendo o primeiro no curso médio e o segundo e terceiro no curso baixo (fig. 04).

Os registros de vazão máxima correspondem ao mês de abril e os valores mínimos aos meses de outubro, para o curso médio, e setembro, para o curso baixo (tabela 06), constatando-se no período de 1913/72 uma precipitação média de 877,1mm que gerou uma vazão média de 58,2mm e $78,9m^3/s$ no posto fluviométrico de Prata do Piauí e, no posto próximo a foz do Poti, localizado na Fazenda Cantinho, a média fluviométrica foi de 934,8mm, gerando uma vazão média de 72,6mm e $117 m^3/s$, não se tendo registro, nesse período, para o posto instalado no curso médio (tabela 07).

A agricultura da área piauiense dessa bacia, como de

todo o Estado, é caracterizada principalmente por uma produção mais dirigida para o autoconsumo e um baixo nível tanto de utilização de insumos como de tecnificação.

A participação da produção agrícola dessa área, na economia piauiense, a nível de município, para os dez principais produtos vegetais do Estado, denota um nível ainda incipiente de desenvolvimento do setor primário, concentrando-se essa atividade no curso baixo dessa bacia hidrográfica, principalmente onde os solos apresentam condições naturais propícias ao aproveitamento agrícola, como se pode observar na tabela 08.

TABELA 05

BACIA HIDROGRÁFICA DO POTI

ÁGUA SUBTERRÂNEA - POTENCIAL EXPLORÁVEL

LOCALIZAÇÃO DO ARQUÍFERO	POTENCIAL EXPLORÁVEL	RESERVA PERMANENTE (m ³)	POSSIBILIDADE DE EXPLORAÇÃO ANUAL (m ³)
Rochas Cristalinas	Fraco e muito fraco	-	-
Formação Pimenteiras	Médio fraco	22 milhões	3 milhões
Formação Cabeças	Elevado a médio	8,4 bilhões	77 milhões
Formação Poti	Elevado a médio	2,96 bilhões	-
Formações Piauí e Pedra de Fogo	Médio a fraco	-	-

FONTE: SUDENE, 1968

TABELA 06

BACIA DO POTI - PORÇÃO DO PIAUÍ
VAZÃO POR POSTO FLUVIOMÉTRICO

NOME DO POSTO FLUVIOMÉTRICO	PERÍODO DE MEDIÇÕES	VAZÃO (m ³ /s)		ANUAL
		MÁXIMA	MÍNIMA	
Fazenda Boa Esperança	1964/73	170	3,43	33,2
Prata do Piauí	1963/73	626	5,31	116,0
Fazenda Cantinho	1963/73	679	5,24	146,0

FONTE: SUDENE, 1975

TABELA 07

BACIA DO POTI - PORÇÃO DO PIAUÍ

DISTRIBUIÇÃO DA PRECIPITAÇÃO E VAZÃO GERADA

NOME DO POSTO FLUVIOMÉTRICO	PERÍODO DE OBSERVAÇÃO (anos)	PRECIPITAÇÃO (mm)			VAZÃO GERADA					
		média	máx.	min.	(mm)			(m ³ /s)		
					média	máx.	min.	média	máx.	min.
Prata do Piauí	1913/72	877,1	1569,7	347,2	58,2	296,0	2,32	78,9	401,0	3,14
Fazenda Cantinho	1913/72	934,8	1453,0	381,7	72,6	247,0	2,80	117,0	397,0	4,50

FONTE: SUDENE, 1975

TABELA 08
BACIA HIDROGRÁFICA DO POTI
 DISTRIBUIÇÃO DA PRODUÇÃO AGRÍCOLA E SUA
PARTICIPAÇÃO EM RELAÇÃO AO ESTADO DO PIAUÍ

- PERÍODO 1969/73 (MÉDIA) -

MUNICÍPIO	PRODUTO	PRODUÇÃO (ton)	PARTICIPAÇÃO EM RELAÇÃO AO ESTA DO (%)
Teresina	Carnaúba(Cera)	53	1,3
	Babaçu	1.277	8,1
	Cana de Açucar	27.300	7,2
	Laranja	14.785	1,8
	Mandioca	9.141	1,3
Demerval Lobão	Babaçu	370	2,3
	Banana(1)	32.880	1,1
	Arroz	1.253	1,3
	Mandioca	8.602	1,3
Monsenhor Gil	Babaçu	351	2,2
	Banana(1)	27.486	0,9
	Arroz	1.416	1,5
	Milho	803	0,9
	Mandioca	8.219	1,2
Alto Longá	Arroz	1.936	2,0
	Carnaúba(Cera)	70	1,8
	Cana de Açúcar	6.315	1,7
	Mandioca	8.996	1,3
	Banana(1)	49.186	1,6

cont.

TABELA 08

MUNICÍPIO	PRODUTO	PRODUÇÃO (ton)	PARTICIPAÇÃO EM RELAÇÃO AO ESTÁ- DO (%)
Altos	Milho	1.015	1,1
	Babaçu	160	1,0
	Carnaúba(Cera)	59	1,5
	Mandioca	15.889	2,3
	Arroz	1.668	1,7
	Laranja	97.736	11,7
Barro Duro	Arroz	1.711	1,8
	Milho	652	0,7
	Mandioca	13.450	2,0
	Laranja	19.333	2,3
Beneditinos	Carnaúba(Cera)	68	1,7
	Laranja	11.500	1,4
Água Branca	Arroz	3.911	4,1
	Milho	1.660	1,8
	Laranja	22.960	3,5
	Mandioca	19.310	2,8
S. Gonçalo do Piauí	Laranja		3,4
Elesbão Veloso	Feijão	687	1,5
	Milho	1.553	1,7
	Banana(1)	31.310	1,1
Aroazes	Cana de Açúcar	4.018	1,1
Novo Oriente do Piauí	Cana de Açúcar	7.840	2,1
Inhuma	Cana de Açúcar	8.860	2,3
	Banana(1)	58.000	1,9
Pimenteiras	Cana de Açúcar	3.958	1,0

Cont.

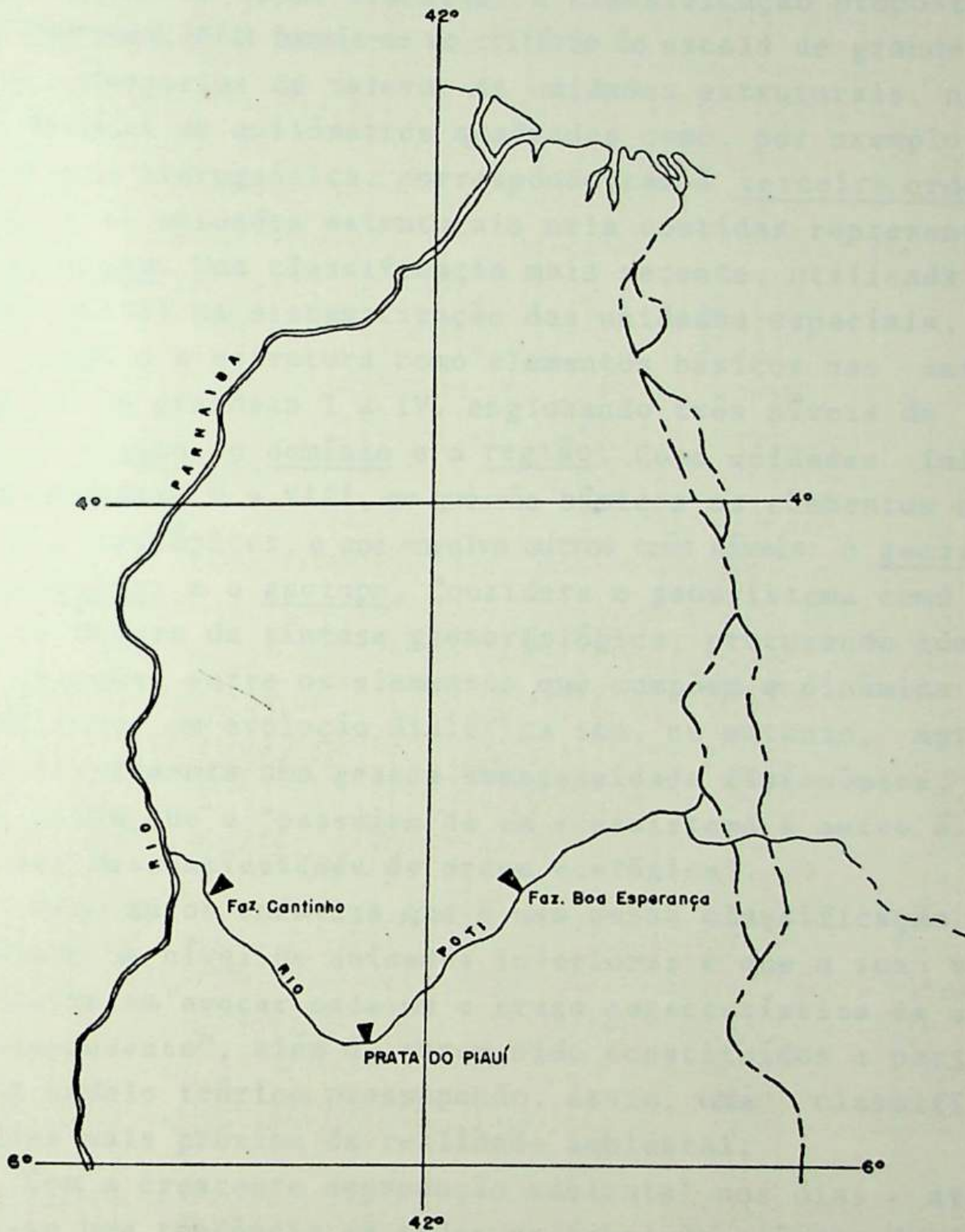
TABELA 08

MUNICÍPIO	PRODUTO	PRODUÇÃO (ton)	PARTICIPAÇÃO EM RELAÇÃO AO ESTADO (%)
S.Miguel do Tapuio	Feijão	3.769	8,3
	Cana de Açúcar	9.892	2,6
	Carnaúba(Cera)	77	1,9
Castelo do Piauí	Feijão	114	0,3
	Cana de Açúcar	113	2,8
S.João da Serra	Carnaúba(Cera)	37	1,0
Pedro II	Feijão	1.360	3,0
	Milho	2.248	2,4
	Mandioca	8.250	1,2
	Cana de Açúcar	6.250	1,7
	Banana(1)	110.584	3,6
	Carnaúba(Cera)	61	1,5
Valença do Piauí	Feijão	610	1,3
	Cana de Açúcar	6.686	1,8

FONTE: PAPA - CEPA/PI (1975)

(1) - unidade de referência - cacho.

LOCALIZAÇÃO DOS POSTOS
FLUVIOMÉTRICOS



ESCALA 1:2 500 000
0 25 50 100 km

CONVENÇÕES

▼ POSTO FLUVIOMÉTRICO

4. UNIDADES GEOMORFOLÓGICAS

Com relação à identificação de feições geomorfológicas, feita no decorrer deste trabalho, a classificação proposta por Tricart (Bertrand, 1972) baseia-se no critério de escala de grandeza para gerar categorias de relevo. As unidades estruturais, no nível de dezenas de quilômetros quadrados como, por exemplo, uma grande bacia hidrográfica, corresponderiam à terceira ordem de grandeza e as unidades estruturais nela contidas representariam a quarta ordem. Uma classificação mais recente, utilizada por Bertrand (1972) na sistematização das unidades espaciais, considera o clima e a estrutura como elementos básicos nas unidades superiores de grandeza I a IV, englobando três níveis de detalhamento: a zona, o domínio e a região. Como unidades inferiores, de grandeza V a VIII, em que são básicos os elementos biogeográficos e antrópicos, e que envolve outros três níveis: o geossistema, o geofácies e o geotopo. Considera o geossistema como unidade básica dentro da síntese geomorfológica, procurando identificar as relações entre os elementos que compõem a dinâmica do meio-ambiente, em evolução dialética sem, no entanto, apresentar necessariamente uma grande homogeneidade fisionômica, salientando, porém, que a "passagem de um ecossistema a outro é marcada por uma descontinuidade de ordem ecológica".

Esse autor enfatiza que o uso dessa classificação tem se limitado a nível de unidades inferiores e que a sua vantagem consiste em "evocar cada um o traço característico da unidade correspondente", além de terem sido constituídos a partir de um mesmo modelo teórico, pressupondo, assim, uma classificação de feições mais próxima da realidade ambiental.

Com a crescente degradação ambiental nos dias atuais, observa-se uma tendência em todas as áreas da ciência de se promoverem estudos que contribuam para a minimização de seus efeitos, e, em países desenvolvidos, procura-se adotar medidas preventivas, através do planejamento do meio ambiente.

A geomorfologia pode contribuir significativamente para o planejamento ambiental, através de levantamentos de infra-estrutura de ambientes, fornecendo as bases para o estudo dos ecossistemas regionais ou locais.

Em vários países do mundo desenvolvem-se trabalhos, com

relevo

a efetiva participação do geomorfólogo em equipes de planejamento regional, com o objetivo de promover a restauração e manutenção de unidades ambientais. Entre esses países destacam-se a Austrália, Japão, África, Estados Unidos da América, União Soviética, onde são efetuados mapeamentos de Land Systems que, segundo Cook e Doornkamp (1977), representam complexas unidades ecológicas, identificadas por um padrão de relações entre relevo, solo e vegetação. Dentro dessas unidades são delimitados compartimentos menores de relevo que apresentam maior uniformidade entre essas características do quadro natural, denominadas de land-units. As críticas feitas à essa metodologia, enfatizadas por Tricart (1976), reconhecem as suas vantagens em proporcionar uma grande quantidade de informações à monitoria ambiental, apresentando, no entanto, como desvantagem o fato de que se apoia nas influências estruturais e etapas da morfogênese sem levar em conta os aspectos da morfodinâmica ambiental.

Tricart (1976), ao elaborar uma proposta metodológica para a estruturação de pesquisas de base, preliminares a uma ordenação biológica regional, tenta corrigir essa dificuldade apontada pela metodologia anteriormente citada. O seu trabalho partiu de uma solicitação do Programa das Nações Unidas para o Desenvolvimento - PNUD-, através da UNESCO e do Instituto de Pesquisas Agronômicas Tropicais da França - IRAT, em que posiciona a participação da geomorfologia em equipes de estudiosos do meio-ambiente. Assim, na "avaliação integrada das características regionais", considera como etapas de trabalho: 1. a definição do quadro natural, envolvendo dois aspectos fundamentais que são as condições climáticas refletidas na ecologia e morfodinâmica e o quadro morfoestrutural representado pela tectônica e pela litologia; 2. a análise morfodinâmica, onde são salientados os estudos do sistema morfogenético (envolvendo a etapa anterior), dos processos atuais (baseados nas relações entre morfogênese - pedogênese - ordenação), identificando suas naturezas, intensidades e distribuição espacial; 3. as influências antrópicas (como graus de intervenção e degradação), e o grau de estabilidade morfodinâmica, avaliado à partir da combinação de todos os dados dessas etapas precedentes.

Destaca como fatores de recursos ecológicos: os potenciais de regimes hídricos, que devem ser estudados nas unida-

des morfológicas definidas em etapas anteriores; as condições ecoclimatológicas que permitem a escolha de culturas agrícolas; os solos, também estudados no sentido agrícola e o diagnóstico agrológico, que deverá definir as limitações, possibilidades técnicas e interesse para a região e as opções na escolha da utilização da área. Os problemas de ordenação consistem na etapa final do trabalho do trabalho que dará suporte ao planejamento, envolvendo basicamente três fases:

- a apresentação dos diversos tipos de ordenação possível, identificando seus pontos positivos e negativos;
- classificação das regiões em função dos problemas de ordenação; e
- a apreciação da dinâmica e previsão das modificações que uma ordenação pode introduzir nas estruturas dos sistemas naturais e sócio-econômicos.

Xavier da Silva (1978) chama a atenção para a necessidade de análises ambientais ao nível de geossistemas, que poderão fornecer um bom suporte ao planejamento regional. Portanto, a partir de uma base geomorfológica poderão ser identificadas as "unidades de manejo ambiental" que, estudadas como um sistema aberto, permitirão fornecer subsídios ao planejamento, através da análise de suas partes componentes e suas relações no contexto regional. Este autor exemplifica que no estudo das bacias hidrográficas essas unidades devem ser identificadas tendo como base unidades topográficas individualizadas, onde as características geomorfológicas expressem de forma integrada a dinâmica ambiental, por corresponderem a sistemas naturalmente estruturados, capazes de permitir os prognósticos essenciais ao planejamento regional. A bacia hidrográfica é uma unidade excessivamente abrangente, comportando normalmente mais de uma unidade de manejo ambiental.

Abreu (1980) analisa a importância dos estudos da morfologia fluvial, destacando a obra de Alexandre Surréel como básica para a compreensão do trabalho dos rios e sua participação nos processos de evolução das formas de relevo, através do estabelecimento das primeiras leis da morfologia fluvial. Embora esses estudos datem de 1841, suas contribui -

ções permitiram o aprofundamento e o estabelecimento posterior de conceitos básicos para a teoria geomorfológica. Como exemplo, destaca-se a divisão das bacias fluviais em alto, médio e baixo cursos, bem como nível de base, erosão remontante e perfil de equilíbrio. Em 1877 Gilbert, segundo aquele autor, introduziu novos conceitos que dariam suporte à continuidade do estabelecimento de outras leis fluviais, sobre a declividade, a estrutura e os divisores das bacias hidrográficas.

Os estudos sobre a importância do trabalho dos rios na esculturação do relevo tiveram continuidade e, principalmente, nas últimas décadas observa-se que essas importantes contribuições têm como objeto de frequentes estudos geomorfológicos as bacias hidrográficas que são reconhecidas como unidades de manejo ambiental (Leopold et alii (1964), Cooke & Doornkamp (1977) e Xavier da Silva (1978)).

A drenagem dessa bacia hidrográfica aqui estudada é comandada pelo rio Poti, que se apresenta com um regime de semi-perenidade, seguindo o seu curso quatro orientações gerais distintas que, segundo a nomenclatura de Francis Ruellan (Ab' Sáber, 1968), classificam-se como direção Sanfranciscana (Norte/Sul) na área cristalina, flexionando-se para a direção Amazônica (Leste/Oeste) no seu contato com a bacia sedimentar, onde forma um grande canyon, e em seguida passa para a direção Brasileira (Nordeste/Sudoeste ou Norte.Nordeste/Sul.Sudoeste), sempre na condição de rio temporário. Nas proximidades de Prata do Piauí, quando passa para um caráter de perenidade, volta a correr, por pequeno trecho, na direção Amazônica e daí até a sua foz no rio Parnaíba obedece a direção Caraíba (Noroeste/Sudeste).

O perfil longitudinal resulta do trabalho que um rio executa, das nascentes à foz, para manter o equilíbrio entre a capacidade e competência de transportar a sua carga detrítica, que se refletirá na morfologia e evolução do seu canal. Funcionando como um sistema que se auto-regula, esse estado de equilíbrio torna-se dinâmico à medida que os fatores reguladores sofrem alterações, variando assim as suas características em função da variabilidade sazonal das condições ambientais, se-

gundo Christofolletti (1974). A análise do perfil longitudinal do rio Poti permite, em parte, ratificar a escolha das unidades geomorfológicas, anteriormente feita com base na inspeção dos mapas. Na figura 05 observa-se que existem rupturas de declives que coincidem com os contatos dessas unidades da seguinte forma: cabeceiras x alvéolo, que definem o Alto Curso, alvéolo x canyon e canyon reverso da cuesta, compreendendo o Médio Curso. As rupturas de declives observadas no trecho do médio curso provavelmente estejam relacionadas com anomalias estruturais, que poderão ser verificadas em estudos de maior nível de detalhamento dessa área.

O mapa de número 10, em anexo, mostra a rede hidrográfica, as unidades geomorfológicas e as sub-bacias estudadas na bacia do Poti.

A fotografia 01 mostra o relevo da bacia hidrográfica do Poti, realçando a cuesta da Ibiapaba - contato entre as estruturas cristalina e sedimentar -, o canyon, o alvéolo de Crateús e as modestas altitudes do baixo curso.

PERFIL LONGITUDINAL DO RIO POTI

ESCALA - HORIZONTAL 1:2 500 000

VERTICAL 1:5 000

Fonte: FOLHAS DO DSG/SACS - SUDENE

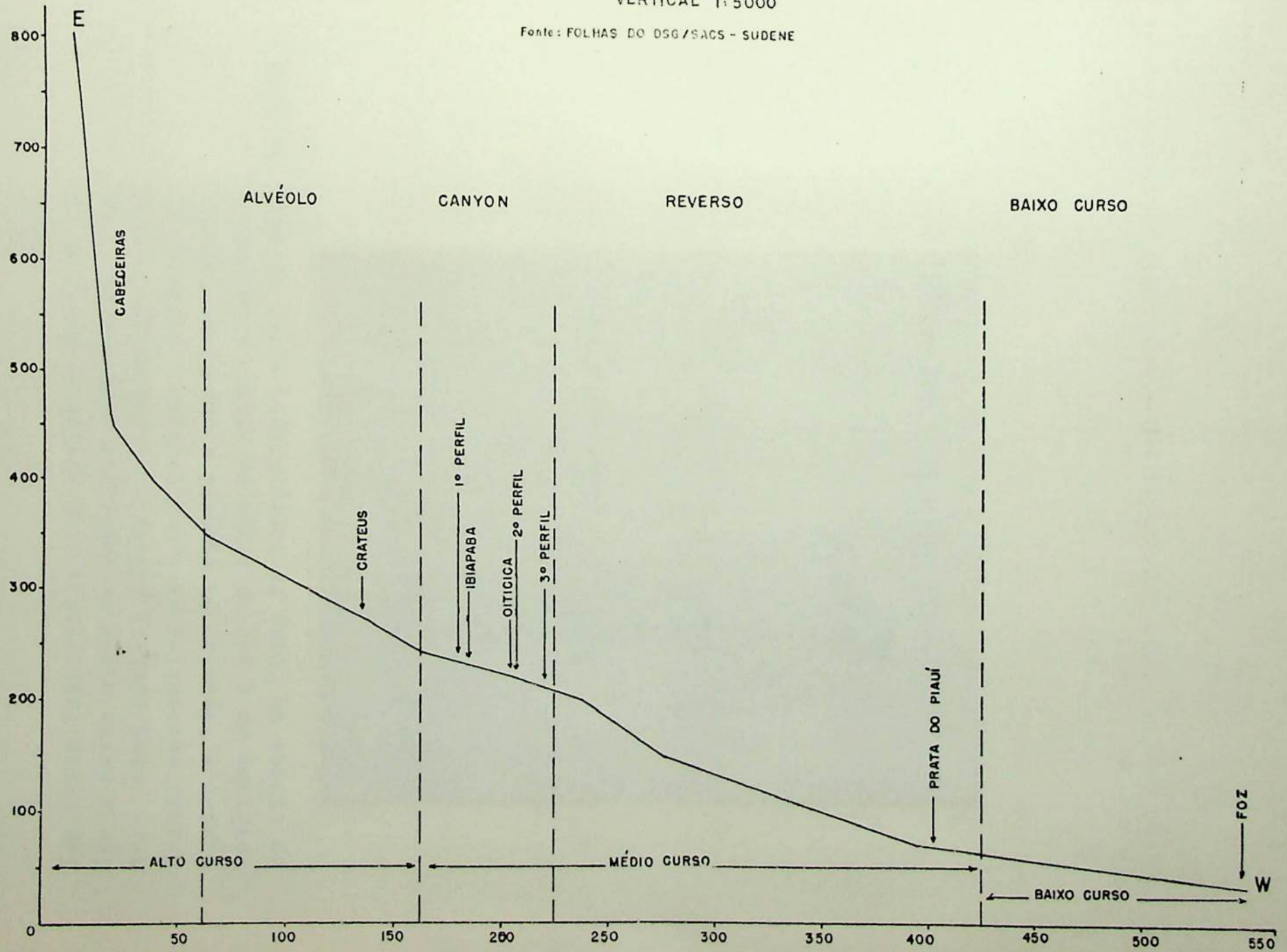




Foto 01. Mapa da bacia hidrográfica do Poti, na escala de 1:250.000 e curvas de nível de 100 m de equidistância, realçando o alvéolo de Crateús, a cuesta da Ibiapaba - contato entre as estruturas cristalina e sedimentar -, o canyon formado pelo rio Poti, as modestas altitudes do baixo curso e ainda as direções gerais do rio principal dessa drenagem.

4.1 - Depressão Cristalina Exumada (Alto Curso)

As influências das variações climáticas podem remontar a um passado muito distante, no caso das grandes superfícies pedimentares, ou datarem de um passado mais recente, como é o caso de determinados cascalheiros ou aluviões subatuais, atribuídos ao Quaternário. Segundo Penteado (1974), esses últimos vinte mil anos, principalmente, presenciaram oscilações climáticas testemunhadas por formas de relevo que, em latitudes médias, resultaram da atuação de fenômenos glaciais e periglaciais. As regiões de climas áridos sofreram, segundo essa explicação, período de maior umidade, assim como regiões equatoriais estiveram sob condições de alternância de umidade / aridez, resultando em processos que atuaram em extensas áreas da superfície terrestre, considerando-se raras as áreas de estabilidade pós-Terciária, caracterizando o Quaternário, então, como período de grande instabilidade climática.

Considera-se, pois, que a região estudada compreende feições herdadas e diferenciadas entre si, uma vez que se constitui de estruturas heterogêneas muito antigas que se submetem a longos processos desnudacionais. Portanto, para uma análise de suas formas, algumas noções básicas ganham realce, como o papel dos processos de erosão que, atuando combinadamente, elaboram feições que variam com as condições climáticas zonais e regionais. Assim, o fator tempo é de importância fundamental, pois interfere nas combinações desses processos erosivos através das oscilações climáticas, dando como resultante um elevado grau de complexidade às feições erosivas, residuais e deposicionais.

A partir do século XIX, para explicar essa condição de feições herdadas, surgiu o termo desnudação expressando um significado mais abrangente que o termo erosão, por representar uma "remoção generalizada de massas de solo e rochas de uma porção determinada da estrutura geológica de uma região qualquer" (Ab'Saber, 1975). No entanto, se sugere longas fases de retirada de solos e rochas de uma área, não indica quais as combinações de processos ou os processos erosivos específicos que nela atuaram. Para suprir essa lacuna, foi introduzida mais recentemente a expressão sistemas de erosão para expli-

car os grandes conjuntos regionais de formas de relevo, funcionando como a junção de forças que respondem pela gênese de um conjunto de formas. Segundo esse autor, no caso brasileiro, as grandes bacias sedimentares e basálticas estiveram "sob a ação prolongada da desnudação marginal (e circundesnudação) no decorrer de dezenas de milhões de anos, desde os fins do Cretáceo até os fins do Terciário", embora pouco se saiba a respeito dos processos erosivos específicos que retiram essa gigantesca massa de rochas em tão longo período de desnudação. A esse tipo de ação, relacionado com o caráter diferencial dos processos erosivos, onde cada vez mais se salientam as rochas mais resistentes e se rebaixam as rochas mais tenras, em torno de uma bacia sedimentar soerguida, dá-se o nome de circundesnudação periférica.

Segundo Bigarella et alii (1965), os estudos sobre superfícies de erosão, no território brasileiro, eram interpretados até a década de 40 como resultantes dos processos de peneplanização, atuantes desde um passado geológico bastante antigo. A instabilidade da crosta, em períodos cíclicos, teria provocado o soerguimento regional, seguidos por períodos de erosão que rebaixaram progressivamente o relevo, sendo resultante de uma estabilidade. A esse caráter policíclico de geração do modelado terrestre, Ruellan acrescentou as influências dos movimentos eustáticos quaternários, que formariam os níveis mais baixos do modelado, passando assim a uma explicação desses níveis a partir da associação dos processos da tectônica aos eustáticos. Com a teoria de evolução das encostas, introduzida por King em 1956, atribuiu-se aos processos de pedimentação e pediplanação, em substituição ao de peneplanização, a elaboração das superfícies de erosão. Dentro dessa perspectiva, os níveis de erosão com várias altitudes encontrados no leste brasileiro seriam considerados como consequência direta do soerguimento da crosta e que a evolução desses níveis corresponderiam aos piedmonttreppen, dos estudos de Penck. Assim as superfícies recentes ou contemporâneas poderiam desenvolver-se em alvéolos a altitudes bastante variadas, uma vez que a sua evolução estaria ligada diretamente aos níveis de base locais, mantidos pela drenagem. No entanto, para Bigarella e Ab'Sáber (1964), a explicação dessa evolução cíclica do relevo, na elaboração de superfícies de erosão, baseia-se na argumentação de que essas superfícies resultariam

das influências das profundas modificações nas variações climáticas, sendo os climas secos no Brasil oriental os responsáveis pela elaboração dos seus pedimentos e pediplanos. Esses autores consideram que somente o critério topográfico não é suficiente para estabelecer a datação e correlação entre os diferentes níveis de aplainamento. Porém o registro da sucessão vertical desse nível topográfico, com relação à calha atual dos vales e das depressões, poderá fornecer elementos complementares para a determinação da cronologia e, ainda, uma correlação entre os níveis de altitudes absolutas variadas que ocorrem em outras áreas, devendo ser levada em conta também a possibilidade de que a erosão linear tenha se instalado em épocas diferentes nas diversas regiões.

A generalização dos processos de pedimentação poderá, portanto, se estender para todo o território brasileiro, nos pontos onde se observa essa desnudação. "Para as áreas do sertão nordestino Dresch, em 1958, já havia proposto tal critério de correlação, ao argumentar a favor de uma contemporaneidade entre os baixos níveis existentes em alvéolos a diferentes altitudes, ao longo da rede do Piranhas, Manhaguape e Paraíba" (Bigarella e Ab'Sáber, 1964). Esta interpretação é aceita pelos estudiosos da Geomorfologia, que consideram como gênese da maioria das superfícies aplainadas existentes na crosta terrestre os processos de pedimentação e pediplanação, em substituição ao processo de peneplanação da teoria davisiana.

A depressão sertaneja de terrenos cristalinos, considerada como área de desnudação periférica (Aziz Ab'Sáber, 1968), a leste da Bacia Sedimentar do Maranhão-Piauí, corresponde a uma área de aproximadamente 10.000,00 Km². Dessa área 9.300,00 Km² correspondem às 25 sub-bacias estudadas e o restante não foi considerado devido aos critérios utilizados neste trabalho (tabela 09).

O tamanho médio que representa as sub-bacias estudadas nessa unidade é de 375 Km², com uma variação de 203% (tabela 14), e um nível médio de encaixamento na estrutura geológica. Apresenta também um nível médio de disseção de suas feições e maior frequência de direção geral norte/sul, tanto do total como dos rios principais das sub-bacias consideradas.

Sua topografia é representada por altitudes que variam

TABELA 09

CARACTERIZAÇÃO GEOMORFOLÓGICA DA BACIA HIDROGRÁFICA DO POTI
DISTRIBUIÇÃO DAS ÁREAS DAS SUB-BACIAS POR UNIDADES GEOMORFOLÓGICAS

UNIDADE GEOMORFOLÓGICA	ÁREA DAS SUB-BACIAS CONSIDERADAS		ÁREA DAS SUB-BACIAS NÃO CONSIDERADAS		BACIA TOTAL	
	Km ²	%	Km ²	%	Km ²	%
CURSO ALTO	9.300	93,0	700	7,0	10.000	100
CURSO MÉDIO	29.700	97,0	1.000	3,0	30.600	100
CURSO BAIXO	8.200	91,0	700	9,0	9.000	100
TOTAL	47.200	95,0	2.400	5,0	49.600	100

Fonte: Pesquisa direta.

TABELA 10

CARACTERIZAÇÃO GEOMORFOLÓGICA DA BACIA HIDROGRÁFICA DO POTI

DIREÇÃO GERAL DO TOTAL DE RIOS DAS SUB-BACIAS CONSIDERADAS SEGUNDO AS
UNIDADES GEOMORFOLÓGICAS

DIREÇÃO GERAL DO TOTAL DE RIOS DAS SUB-BACIAS	UNIDADES GEOMORFOLÓGICAS	I-CURSO ALTO		II-CURSO BAIXO		III-CURSO MÉDIO		BACIA TOTAL	
		Nº	%	Nº	%	Nº	%	Nº	%
N/S		525	30,38	314	26,63	982	25,71	1.821	27,07
NE/SW		471	27,26	286	24,26	1.033	27,04	1.790	26,61
E/W		324	18,75	251	21,29	891	23,32	1.466	21,79
SE/NW		408	23,61	328	27,82	914	23,93	1.650	24,53
TOTAIS		1.728	100	1.179	100	3.820	100	6.727	100

Fonte: Pesquisa direta.

TABELA 11

CARACTERIZAÇÃO GEOMORFOLÓGICA DA BACIA HIDROGRÁFICA DO POTI

DIREÇÃO GERAL DOS PRINCIPAIS RIOS DAS SUB-BACIAS DO RIO POTI, SEGUNDO

AS UNIDADES GEOMORFOLÓGICAS

UNIDADES GEOMORFOLÓGICAS	DIREÇÃO GERAL DOS PRINCIPAIS RIOS DAS SUB-BACIAS	I-CURSO ALTO		II-CURSO BAIXO		III-CURSO MÉDIO (REVERSO)		BACIA TOTAL	
		Nº	%	Nº	%	Nº	%	Nº	%
	N/S	8	32,0	7	31,82	10	27,03	25	29,76
	NE/SW	6	24,0	13	59,09	8	21,62	27	32,17
	E/W	5	20,0	2	9,09	4	10,82	11	13,1
	NW/SE	6	24,0	-	-	15	40,54	21	25,0
	TOTAIS	25	100	22	100	37	100	84	100

Fonte: Pesquisa direta.

TABELA 12

CARACTERIZAÇÃO GEOMORFOLÓGICA DA BACIA HIDROGRÁFICA DO POTI
TIPOS DE DISSECAÇÃO, SEGUNDO CLASSES E FREQUÊNCIA POR UNIDADE GEOMORFOLÓGICA
(ÍNDICE DE FREQUÊNCIA DE DRENAGEM)

TIPOS DE DISSECAÇÃO	CLASSES	UNIDADES GEOMORFOLÓGICAS					
		CURSO ALTO		CURSO BAIXO		CURSO MÉDIO	
		FREQUÊNCIA	%	FREQUÊNCIA	%	FREQUÊNCIA	%
BAIXA	0,08 — 0,26	17	68,0	22	100,0	35	94,6
MÉDIA	0,26 — 0,44	7	28,0	-	-	2	5,4
ALTA	0,44 — 0,62	1	4,0	-	-	-	-

Fonte: Pesquisa direta

TABELA 13

CARACTERIZAÇÃO GEOMORFOLÓGICA DA BACIA HIDROGRÁFICA DO POTI
NÍVEL DE ENCAIXAMENTO DAS SUB-BACIAS SEGUNDO CLASSES E FREQUÊNCIA
POR UNIDADE GEOMORFOLÓGICA
(ÍNDICE RAZÃO COMPRIMENTO/LARGURA)

NÍVEL DE ENCAIXAMENTO	CLASSES	UNIDADES GEOMORFOLÓGICAS					
		CURSO ALTO		CURSO BAIXO		CURSO MÉDIO	
		FREQUÊNCIA	%	FREQUÊNCIA	%	FREQUÊNCIA	%
FRACO	0,81 — 1,85	8	32,0	10	45,5	9	24,3
MÉDIO	1,85 — 2,89	11	44,0	9	40,9	20	54,1
FORTE	2,89 — 3,93	6	24,0	3	13,6	8	21,6

Fonte: Pesquisa direta.

TABELA 14

CARACTERIZAÇÃO GEOMORFOLÓGICA DA BACIA HIDROGRÁFICA DO POTI
IDENTIFICAÇÃO, ÁREA DAS SUB-BACIAS E EXTENSÃO DOS SEUS RIOS
PRINCIPAIS POR UNIDADE GEOMORFOLÓGICA

CURSO ALTO

Nº	SUB-BACIA	ÁREA	EXTENSÃO DO RIO PRINCIPAL (KM)
01	S/N	32	11
02	S/N	43	14
03	Rch. S. Francisco	220	30
04	Rch. dos Cavalos	443	51
05	S/N	64	22
06	Rch. Pequeno	213	42
07	S/N	71	19
08	Rch. Três Irmãos	315	40
09	Rch. de Dentro	715	69
10	S/N	56	17
11	S/N	63	12
12	S/N	40	13
13	Rch. Paraíso	33	13
14	S/N	48	11
15	S/N	26	11
16	Rch. Independência	3.621	99
17	Rch. Tourão	420	40
18	S/N	35	11
19	Rch. Baié	90	24
20	Rch. Pitombeira	1.712	85
21	Rch. do Mato	911	59
22	S/N	29	10
23	Rch. do Mel	101	22
24	S/N	43	14
25	S/N	24	10
T O T A I S		9.368	749
N		25	25
\bar{x}		375	30
s		761	24
C.V.		202	80

Fonte: Pesquisa direta.

de 300m a 800m. O nível de base local, em torno de 250m, encontra-se embutido entre os planaltos residuais cristalinos, no Estado do Ceará e o planalto sedimentar do Piauí - rebordo da cuesta da Ibiapaba.

Com relação à litologia, compreende rochas do Pré-Cambriano Indiviso, onde ocorrem principalmente gnaisses migmatizados, biotita gnaiss, leitos de quartzitos e veios de quartzo leitoso, lentes de anfibólito e mármore e ainda granitos de anatexia, pertencentes ao Grupo Caraíba (Radam, 1973).

O padrão de drenagem se aproxima do tipo paralelo a sub-paralelo, sugerindo elevado grau de controle estrutural. Esta afirmação é reforçada pela direção geral Sanfranciscana (N/S) para a maioria dos rios das sub-bacias consideradas, inclusive a do rio principal da bacia. Dos 1.728 rios constantes dessa unidade de trabalho, 525 (30,38%) seguem essa direção, que também coincide com a predominância das direções de lineamentos de fraturamentos, registrados nos mapeamentos do Radam de 1973, considerando-se todos os rios das sub-bacias, critério utilizado para todas as unidades. Porém, ao se considerar os rios de maior porte, como se pode ver na figura 09, o padrão de drenagem é do tipo radial convergente em direção ao centro da depressão exumada, onde o rio Poti flexiona-se da direção Norte/sul para leste/oeste, no sentido que penetrará mais adiante na estrutura sedimentar.

Pela tabela nº 13, observa-se que o nível de encaixamento das sub-bacias tende a um número significativo, pois sua maior frequência corresponde à classe medianamente encaixada. Quanto à sua frequência de drenagem, verificou-se um baixo nível de dissecação atual, fatores esses que corroboram com a condição de encaixamento apenas atual dos rios dessa Unidade em função do elevado controle estrutural.

A morfologia dessa depressão compreende as vastas rampas pedimentares, partindo da base das elevações residuais do cristalino cearense em direção à escarpa da cuesta da Ibiapaba a oeste no contato com o Piauí.

Nas proximidades do canyon formado pelo rio Poti, em direção ao Norte e ao Sul aparecem pequenos morros tabulares, testemunhos prováveis do recuo da cuesta, e em direção à leste e ao sul observam-se elevações residuais ao longo da rodovia do

trecho compreendido entre Ipú, Crateús e Novo Oriente, no Estado do Ceará.

Os alvéolos, unidades menores de pedimentação, hoje não identificados, podem ter sido recobertos com sedimentos provenientes do recuo da cuesta, fenômeno este observado em grandes áreas de pedimentação, onde se inicia o processo a partir de centros menores que vão coalescendo até formar conjuntos maiores. Torna-se, no entanto, difícil inferir com segurança as fontes geradoras do seu transporte, pois em direção à cuesta os depósitos de seixos espalhados na superfície não apresentam relação direta com a topografia atual. Infere-se, então, que devem ter constituído calhas fluviais portadoras de grande energia para depositar o referido material. Esses seixos hoje apresentam, na sua maioria, uma patina em decorrência, possivelmente de permanecerem algum tempo em sub-superfície. Encontra-se, geralmente, em grandes manchas e formam camadas pouco espessas (foto 02). Observa-se sua ocorrência em grande quantidade, embutidos nos perfis ao longo dos pequenos rios atuais, erodindo áreas de leitos antigos de rios. Pela grande heterogeneidade e condição de adoçamento, infere-se sua condição de cascalheiros provenientes de fontes não muito distantes (foto 03).

Nos perfis ao longo das estradas carroçáveis que ligam Crateús ao povoado de Ibiapaba, observa-se a ocorrência de depósitos em sub-superfície, evidenciados pelas linhas de seixos que indicam deposição por colúviação, possivelmente sob condições de maior umidade que a atual. Aparecem também zonas com maior intensidade de cascalhos, coincidentes com os topos das pequenas elevações da topografia atual, constituindo áreas de maior resistência à erosão. Estas áreas se intercalam com faixas de aluviões e coluviões subatuais, e este conjunto policíclico torna difícil a identificação de centros de depressões antigas ("playas") (foto 04).

A drenagem atual, incipiente, se evidencia pela formação de canaletas nas pequenas ondulações sem, contudo, formar rede organizada nessa superfície de erosão.

A vegetação característica desta unidade é a de caatinga, onde se instala a pecuária nas faixas de solos rasos e

arenosos. Nas áreas deprimidas, topograficamente, identificadas como playas, de solos mais úmidos e textura mais fina, concentra-se a ocupação agrícola.

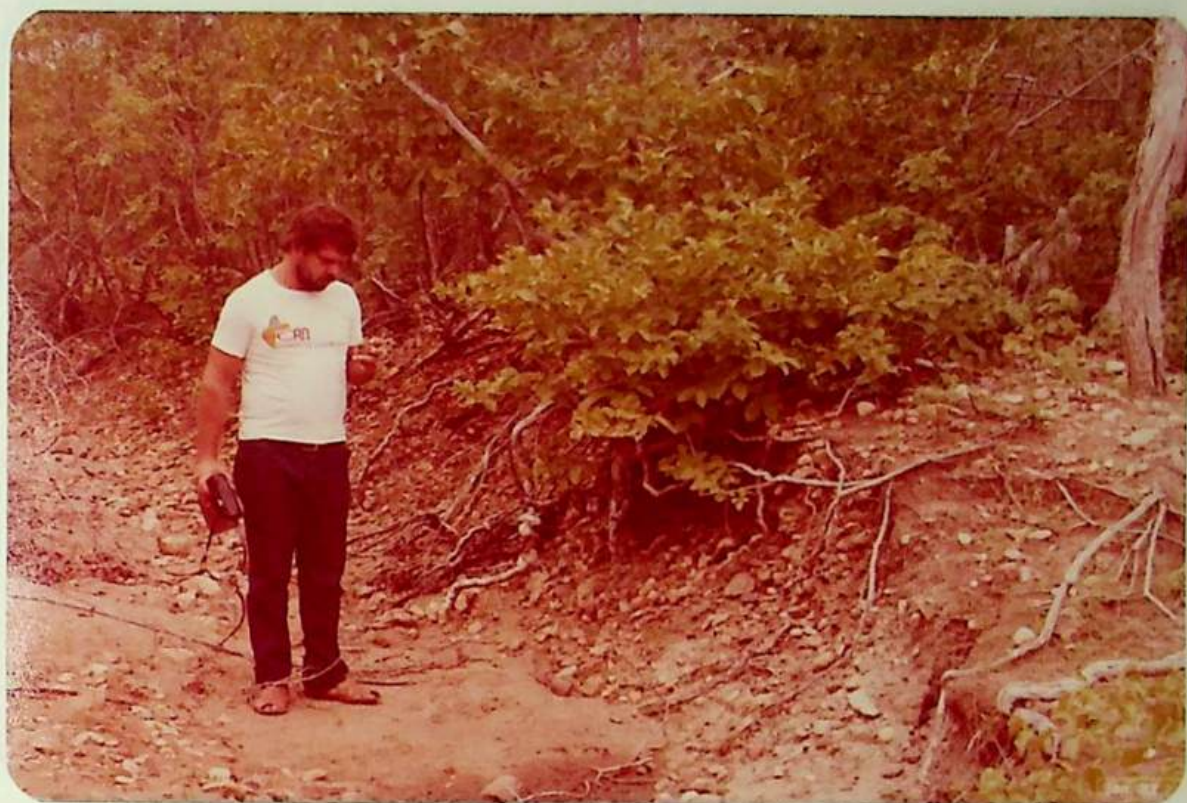


Foto 02. Ocorrência de cascalheiros com seixos de tamanho e litologia variados erodidos nos vales de riachos atuais. Localiza-se no pediplano entre Crateús e a Ibiapaba, no curso alto.



Foto 03. Esta foto mostra em detalhe o tipo de seixos encontrados nos pedimentos do curso alto, detalhados na foto 01.



Foto 04. Observa-se solos subatuais bem desenvolvidos entre as localidades de Crateús e Ibiapaba, no curso Alto do Poti.



Foto 05. Material rudáceo capeando baixas colinas, testemunha do processo de pedimentação (80 cm espessura). Corte na BR-316, Km 57, entre Teresina e Monsenhor Gil, no curso baixo do Poti.

4.2 - Depressão do Baixo Poti (Baixo Curso)

A literatura identifica no Piauí estruturas monoclinais ou homoclinais, como as bases dos relevos típicos de cuestas, abrangendo essas estruturas grandes áreas constituídas de camadas de sedimentos, que correspondem às formações geológicas regionais, com leve inclinação numa direção constante, formando uma topografia tabular e assimétrica. As cuestas modeladas na área em estudo dessa bacia sedimentar correspondem, segundo a classificação de Penteado (1974), a um relevo de "estrutura concordante inclinada de borda de bacia sobre superfície de erosão em escudo antigo".

Os elementos topográficos que se individualizam nessa forma de relevo de cuestas, mencionados no decorrer deste trabalho, são as escarpas ou fronts que formam os limites abruptos das camadas sedimentares; as depressões ortoclinais ou subseqüentes que se encontram nas frentes das escarpas, limitando-se com os depósitos de talus desenvolvidos nesses contactos, apresentando formas topograficamente deprimidas; e os reversos formados pelos planos que se inclinam suavemente no sentido do mergulho das camadas ou formações geológicas, em oposição aos fronts.

Esta unidade compreende uma área de 9.000 Km^2 , onde 8.200 Km^2 correspondem a área de 22 sub-bacias estudadas. A área média dessas bacias é representada por 558 Km^2 e uma variação em torno dessa média de 519 %.

Corresponde esta unidade a uma extensão do reverso da cuesta da Ibiapaba, com altitudes modestas e caimento topográfico para oeste até o rio Parnaíba, situando-se dentro de uma ampla depressão limitada a oeste pelas elevações maranhenses, de idades Jurássicas e Cretácicas.

Do ponto de vista ambiental apresenta continuidade do controle estrutural, representado pelo relevo modelado em cuestas de baixas altitudes. A erosão não obliterou sua forma de planalto da região e toda a energia potencial resultou do soerguimento, restringindo e/ou direcionando o processo erosivo pelo predomínio da forma estrutural e pela influência das variações litológicas. Os baixos perfis apresentam a formação de colúvios de pequena espessura, indicando a extensão do controle

TABELA 15

CARACTERIZAÇÃO GEOMORFOLÓGICA DA BACIA HIDROGRÁFICA DO POTI
IDENTIFICAÇÃO, ÁREA E EXTENSÃO DO RIO PRINCIPAL DAS SUB-BA-
CIAS DA UNIDADE GEOMORFOLÓGICA

CURSO BAIXO

Nº	SUB-BACIAS	ÁREA	EXTENSÃO DO RIO PRINCIPAL (KM)
63	S/N	40	12
64	Rch. do Saco	73	15
65	Rch. Fundo	102	23
66	Rch. Corrente	349	36
67	Rch. Bandeira	70	15
68	S/N	30	11
69	Rio Gameleira	1.313	63
70	Rch. Macacos	53	11
71	Rch. Formosa	207	28
72	Rch. Olho D'agua	134	21
73	S/N	59	11
74	S/N	92	20
75	S/N	53	11
76	Rch. Marimbás	302	45
77	Rch. Gameleira	90	15
78	Natal ou Riachão	496	50
79	Rch. Barracão	121	19
80	Rch.S. Domingos	259	31
81	S/N	56	10
82	Rio Berlengas	3.791	158
83	Rch. Rodeador	159	26
84	Rch.da Gameleira	36	13
T O T A I S		7.885	644
N		22	22
\bar{x}		558	29
s		2.875	31
C.V.		519	105

Fonte: Pesquisa direta.

tectônico.

Em direção à cidade de São Félix, nas proximidades do povoado Baixa Grande, há evidências de fraturamento indicando, provavelmente, que essa movimentação tectônica foi mais intensa, embora se observe uma feição pouco ondulada, no contato entre as Formações Piauí e Longã e entre as de Pedra de Fogo e Itapecuru. Registra-se aí uma grande variação litológica e em superfície, abundância de fragmentos de sílex de origens variadas.

Onde o rio Poti recebe os grandes tributários, o Sambito e o Berlengas, quando passa a um regime de perenidade, observam-se fraturamentos locais e presença de superfícies ferruginosas esparsas, apresentando seixos e blocos de canga, associados às manchas de vegetação de cerrados. Observa-se, ainda, a presença de cascalheiros, pouco espessos e não consolidados, em montículos que individualizam pequenos formadores encaixados, sendo suas depressões representadas por areias muito finas.

Próximo ao sítio urbano de Prata, o encaixe do Rio Poti na rocha regional é evidenciado pelos blocos de arenitos facetados em sua margem esquerda (sentido nascente/foz), testemunhando fraturamentos em sua direção geral leste/oeste, num trecho de aproximadamente 20 Km de extensão.

O terraço aluvial é visível na margem direita do rio Poti, mas só é inundado periodicamente (informações locais), o que comprova que o rio não tem hoje ação de energia suficiente para esgotar o material grosseiro, principalmente em função da pequena declividade do gradiente ao longo de seu curso, permitindo inferir-se sua condição sub-atual.

Na margem esquerda observa-se a presença de grande quantidade de seixos rolados, provavelmente resultantes do seu trabalho durante épocas passadas (Quaternário), quando o processo de pedimentação esteve forte e o seu curso com energia suficiente para transportar maior carga de sedimentos. À montante constata-se testemunhos da Formação Piauí, capeando a Formação Longã e os degraus estruturais que aí se observam, em direção ao sul da bacia, no contato dessas duas Formações, devem ser remanescentes de uma linha deuestas de caimento para o rio Parnaíba (Moreira, 1978). Esses pontos de maior resistência ao desgaste são atribuídos, também, à ocorrência de

sills de diabásios, comuns na Formação Longã, que possivelmente estejam associados também à maior resistência da própria composição litológica dessa formação.

Tanto a falha como o dique de diabásio que aí se acham em contato, não foram encontrados nos trechos percorridos nas imediações da cidade de Prata do Piauí. Esta ausência, possivelmente é indicada pela localização desse dique no mapa do Radam (1973), como inferido, no ponto que o rio forma um ângulo reto.

A vegetação da mata-galeria é representada principalmente por babaçu e carnaúba e à jusante se intensifica a presença de baixadas com predominância dessa vegetação nativa de cocais, onde os solos bem desenvolvidos encontram-se em franco uso agrícola.

Os testemunhos do processo de pedimentação são representados pelas linhas de seixos observados nos cortes das encostas de baixas colinas, onde o material rudáceo capeia as camadas geológicas (foto 05). A cobertura vegetal e o intemperismo atuais impedem a evolução erosiva intensa ou pedimentar. A partir do Km 19 da BR-316, no trecho entre Teresina e Monsenhor Gil, começa a se evidenciar a presença de linhas de seixos embutidos nos perfis paralelos à essa rodovia, se intensificando em áreas de escoamento difuso da sub-bacia do riacho Marimbás. Observa-se que nos perfis topograficamente mais elevados das suaves ondulações do relevo, esses seixos apresentam maior granulometria e menor grau de retrabalhamento que os encontrados nos baixos perfis, conservando-se como testemunhos de transporte anterior de pouca energia e indicando fonte não muito distante (fotos 06 e 07). Estes seixos são compostos principalmente por folhelhos e apresentam um início de decomposição química e desgaste físico em anéis, em que as saliências circulares atestam resistência diferencial ao transporte (foto 08). No trecho Teresina / Altos, na BR-343, encontra-se uma linha de seixos em discordância com as camadas geológicas indicando, também, desgaste anterior pouco enérgico, refletido na topografia suavemente ondulada, não permitindo, porém, a determinação de ciclos de erosão que correspondem aos níveis mais elevados de pedimentação, que no Brasil são estudados principalmente a partir dos trabalhos de Bigarella.

A litologia dessa área é representada essencialmente por dolomitos, folhelhos e arenitos pertencentes às Formações



Foto 06. Ocorrência de linhas de seixos sedimentares (folhelhos) embutidos nos vales dos pequenos rios atuais temporários, da sub-bacia do Marimbás, Km 35 da BR-316, entre Teresina e Mons. Gil, no baixo curso do Poti.



Foto 07. Linhas de seixos sedimentares (folhelhos) nos cortes das baixas colinas do baixo curso do Poti. Localiza-se em torno do Km.30 da BR-316, entre Teresina e Monsenhor Gil.

Piauí, Pedra de Fogo e Itapecuru, correspondentes ao Carbonífero, Permiano e Cretáceo respectivamente, além da estreita faixa de aluviões do Quaternário.

Quanto à direção geral, predomina neste curso do rio Poti a direção Caraíba (noroeste/sudeste), embora com pequenas inflexões para nordeste/sudeste e leste/oeste sem se afastar, no entanto, do comportamento do vale encaixado. Essa direção geral NW/SE é a que lhe caracteriza, pois do total de rios de todas as sub-bacias estudadas neste curso baixo, ela representa 27,82% num valor absoluto de 328 rios (tabela 10), para o total de 1.179 rios, valendo salientar que com relação aos rios principais das 22 sub-bacias estudadas, a direção predominante foi a de nordeste/sudoeste representada por 13 rios com 59,09%.

A sua drenagem é representada pelo padrão de paralelo a sub-paralelo, e as tabelas 12 e 13 indicam que há uma predominância de baixa dissecação fluvial e que seus rios se encontram na condição de um nível médio de encaixamento na estrutura geológica, refletindo assim a continuidade do controle geológico, verificado no seu curso médio.

Próximo à foz, já no sítio urbano de Teresina, o Rio Poti descreve duas grandes curvas sinuosas: a primeira delas apresenta encaixe de sua calha, e a segunda, à montante, descreve uma acentuada migração de seu canal, constatadas a partir de uma faixa bem representativa de pestanas na margem convexa (Mosaico Semi-Controlado de Radar, 1972) e confirmadas em observações locais.

O comportamento de erosão lateral, que se observa na migração desse rio, propicia a formação de aluviões mais espessos, sendo típico o processo de meandramento, onde se observa o fenômeno das margens caídas, que corresponde ao trabalho atual do rio, representado pelos bancos de solapamento na margem côncava e a zona de point bars ou deposição, na margem convexa. A zona de turbulência se aproxima das margens côncavas por ocasião das descidas das cheias em pontos das curvas, em função do encaixe da calha, e estende a faixa de desgaste para onde o material é menos resistente. Essa área corresponde ao bairro de Buenos Aires, Campus da Universidade Federal e Zoobotânico, na cidade de Teresina (fotos 09 e 10).

Nesse trecho se inicia a formação de planícies fluviais, pelo Poti, apresentando-se em faixas que ora se alargam, ora

se estreitam, em direção à jusante. Transversalmente podem ser bem identificadas, pelo pronunciado talvegue resultante do aprofundamento do leito menor e sua homogeneidade de sedimentação tabular, somente inundáveis por ocasião de grandes cheias. Porém mesmo no sítio urbano de Teresina, onde o promontório que forma o interflúvio do Parnaíba/Poti é estreito, ocorre pequeno desenvolvimento de planícies aluviais. Vale ressaltar que os terraços aluviais próximo à sua foz são formados pelo trabalho conjunto dos rios Poti e Parnaíba, atingindo extensões representativas, com leve caimento de nível a partir dos respectivos diques marginais. Aí observa-se a intensificação da formação de lagoas, principalmente a partir desse trabalho conjunto, pois quando sobe o nível das águas durante as cheias, o rio Poti fica represado pelo Parnaíba diminuindo a energia do seu fluxo linear e conseqüentemente transbordando sua calha menor.

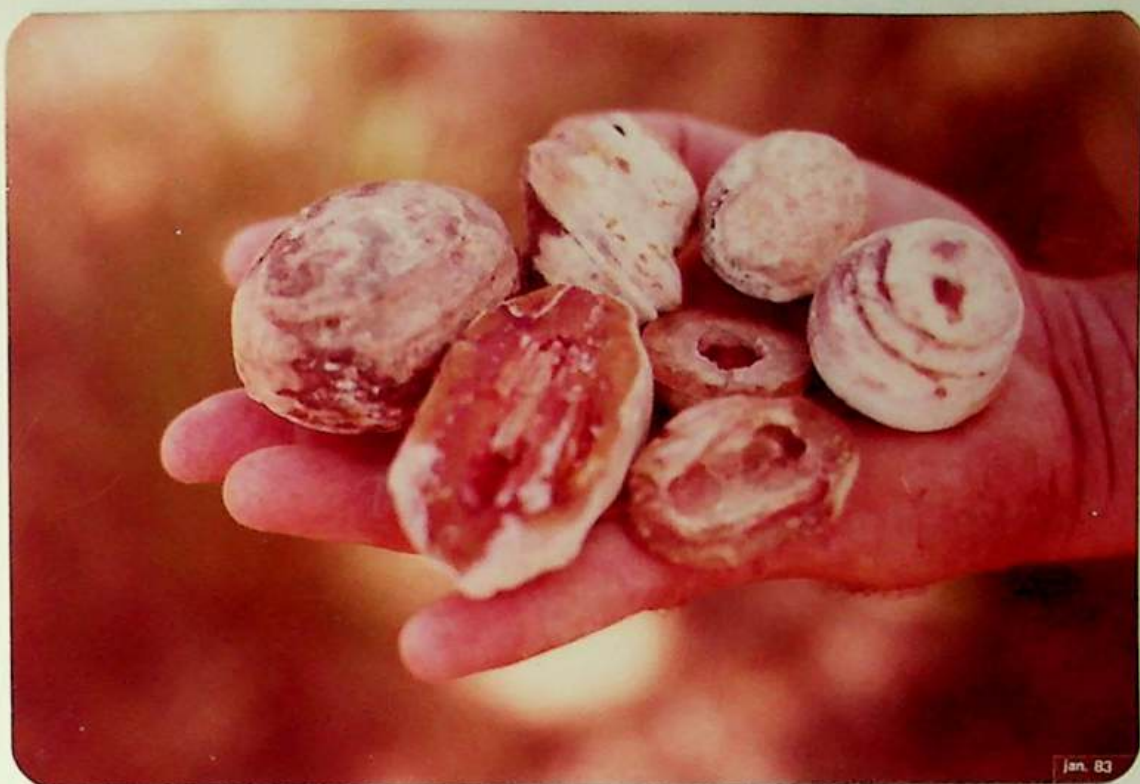


Foto 08. Seixos rolados de rochas sedimentares, em processo de decomposição, apresentando desgaste em anéis, decorrente do transporte. Material colhido nos perfis das fotos 04 e 05, na área do curso baixo do Poti.



Foto 09. Fenômeno de margens caídas do processo de meandramento da segunda curva, à montante, do baixo Poti. Notar o encaixe da calha, pelo talude da margem além rio. Localiza-se entre os bairros Primavera e Buenos Aires, em Teresina.



Foto 10. Panorâmica da primeira curva do Poti, junto à sua foz, onde se observa a exposição de paleossolos na sua margem. Localiza-se no bairro Poti Velho, em Teresina.

4.3 - Cuesta da Ibiapaba (Médio Curso)

Moreira (1977) comenta que os estudos sobre a formação da Ibiapaba, limite atual entre a bacia sedimentar e o cristalino, interpretam a retilinidade de sua escarpa duplamente: como escarpa de falha e como escarpa de erosão. Para essa autora a hipótese de que seja uma escarpa de falha prevalece, colocando como argumento a ação de uma falha datada do Pré - Paleozóico, que continuaria ativa durante a deposição do Devoniano, tendo elevado as camadas sedimentares à altitude atual. A segunda hipótese baseia-se na relação entre a erosão pós-cretácica e o movimento epirogenético que motivou o relevamento do escudo cristalino à leste da bacia sedimentar.

Corroborando com a hipótese apoiada por Moreira, acrescenta-se que, embora essa falha não se encontre registrada nos mapeamentos geológicos da área, é passível de aceitação a sua inferência uma vez que no cristalino se observa um perfeito paralelismo entre as falhas registradas e a posição dessa escarpa (mapas 03 e 05). Associe-se, ainda, o fato de que em direção ao sul do Piauí observa-se a continuidade dos bordos dessa bacia sedimentar formando cuestras em semicírculo, apresentando-se frequentemente em escarpas de falhas inferidas ou constatadas pelo mapeamento do Projeto Radam (1973).

O rebordo da bacia sedimentar do Maranhão-Piauí que forma a Ibiapaba, limita-se a Leste com a Depressão Cristalina Exumada, apresentando declividades íngremes voltadas para o Estado do Ceará e, para oeste, já no Estado do Piauí, suas camadas sedimentares apresentam um mergulho que não ultrapassa os cinco graus. Caracteriza-se esse conjunto, assim, como relevo tipicamente de cuesta.

Esta unidade apresenta uma área total em torno de 30.600 Km², dos quais foram considerados neste trabalho 29.700 Km², identificados em 37 sub-bacias fluviais, com uma área média de 810 Km² e 301 % de variação em torno dessa média (tabela 16). Os rios principais dessas sub-bacias, apresentam extensão média de 42 Km com uma variação em torno de 122 %. A direção geral dos rios obedece o padrão de direção geral Brasileira (NE/SW), pois o rio Poti ao sair do encaixamento leste/oeste, que forma o canyon, trecho esse que apresenta pequena

TABELA 16

CARACTERIZAÇÃO GEOMORFOLÓGICA DA BACIA HIDROGRÁFICA DO POTI
IDENTIFICAÇÃO, ÁREA E EXTENSÃO DO RIO PRINCIPAL DAS SUB-BA-
CIAS DA UNIDADE GEOMORFOLÓGICA

CURSO MÉDIO

Nº	SUB-BACIA	ÁREA	EXTENSÃO DO RIO PRINCIPAL(KM)
26	Rch. dos Oitis	66	18
27	Rch. Cachoeira	150	28
28	Rch. Macambira	3.533	152
29	S/N	35	11
30	S/N	78	15
31	S/N	58	11
32	Rch. Capivara	1.620	124
33	Rch. Parafuso	928	90
34	S/N	40	11
35	S/N	20	12
36	Rch. Canudos	1.409	124
37	Rch. Caiçara	286	29
38	S/N	51	13
39	Rch. Capivara	214	29
40	Rch. dos Mendes	90	17
41	Rch. Coroatã	45	13
42	Rio Sambito	14.614	243
43	Rch. dos Silva	89	20
44	Rio Onça	1.345	86
45	Grande	60	13
46	S/N	41	12
47	Caís	3.428	151
48	S/N	64	17
49	Rch. S. Francisco	74	20
50	S/N	43	13
51	Palmeira	85	19
52	Ingã	166	25
53	S/N	43	12
54	Imburana	145	23
55	S/N	96	21
56	Salina	125	25
57	Gameleira	61	15

continua...

TABELA 16
CURSO MÉDIO

Nº	SUB-BACIA	ÁREA	EXTENSÃO DO RIO PRINCIPAL (KM)
58	Rch. do Saco	124	22
59	Rch. Cana Brava	437	51
60	Rch. Olho D'água	220	32
61	Rch. Carnaubal	55	16
62	S/N	45	15
T O T A I S		29.983	1.548
	N	37	37
	\bar{x}	810	42
	s	2.445	51
	C.V.	301	122

Fonte: Pesquisa direta.

extensão em relação ao curso total dentro desta unidade, aproveita-se da fraqueza da estrutura, encaixando-se no lineamento do Grupo de falhas Guaraciaba, registrado no Mapa Radam (1973) até o final do seu curso médio. O número de rios que obedece essa direção NE/SW é da ordem de 1.033, ou seja, 27,04% do total de rios deste curso (tabela 10) como uma predominância relativa de 40,54% na direção geral NW/SE dos 37 rios principais das sub-bacias estudadas. (Tabela 11).

O seu nível de encaixamento foi de 54,06% de bacias na classe medianamente encaixada (Tabela 13), índice este que atesta uma condição de maior grau de encaixamento com relação às unidades do curso alto e do curso baixo desta bacia estudada, também apresentando baixa dissecação linear (Tabela 12).

Com relação à topografia, compreende áreas de altitudes máximas em torno de 800m nas cumeadas no front e reverso imediato e cotas mínimas em torno de 200m nos vales encaixados.

O poderoso controle estrutural regional reflete o soerguimento em conjunto e a estrutura local de falhas e fraturamentos determinaram as feições atuais. Do ponto de vista morfogenético, o seu reverso é caracterizado por processos sub-atuais de degradação pedimentares, com a sua compartimentação em unidades de relevo menores, tanto em altitude quanto em forma, para o interior da bacia sedimentar, obedecendo o padrão de cuestras, impostos por esse condicionamento estrutural e alternados por depressões monoclimais, à semelhança de grandes alvéolos pedimentares, na base das escarpas das cuestras (foto nº 11). Assim as cuestras formam os grandes traços do relevo e a sua evolução é atestada dentro do compartimento, onde se observa a possível sequência desse processo de pedimentação, ou seja, a encosta apresenta-se retilínea e na sua base o material rudáceo, que forma o depósito de talus, seguido, em direção à depressão, de lençóis de areias de grosseira a fina até o nível de base do riacho local, geralmente encaixado e em trabalho de erosão regressiva (foto nº 12).

Esse desdobramento do relevo em cuestras, e em menor proporção em morros tabulares do tipo mesa, pode ser observado através dos sucessivos entalhes, nessa estrutura sedimentar,



Foto-11. Relevo de cuestras destacando os alvéolos ou depressões ortoclinais, próximo ao povoado Cana-Brava, no curso médio do Poti.



Foto 12. Rampa de colúvio oriunda do front de entalhe no relevo de cuestras, testemunho do processo de pedimentação. No primeiro plano a cerca de arenito folheado. Curso médio do Poti.

de rios de porte variado que, com energias diferenciadas dissecaram-no em feições tabulares. Esses níveis diferentes de erosão linear são observados nos Mosaicos Semi-Controlados de Radar (1972), principalmente nos contatos entre as Formações Sedimentares, pontos esses em que, pela variação de resistência litológica, as incisões dos vales refletem padrões de maior ou menor intensidade de dissecação. Esse contato se encontra bem evidenciado, por exemplo, entre as Formações Serra Grande, Pimenteiras e Cabeças onde a primeira é formada principalmente por arenitos e conglomerados, facilmente erodidos em relação às outras duas que oferecem maior resistência, por serem constituídas tipicamente por folhelhos, associados ainda a um endurecimento litológico, provocado pela presença de silificação que forma alguns domos, observados ao longo do contato dessas duas formações.

Próximo à cidade de Castelo-PI, o encaixamento do rio Poti se evidencia por seguir as direções do padrão ortogonal de fraturamento observado no cotovelo do rio, coincidente com esse padrão (foto 13). Aí, o seu leito apresenta a formação de marmitas e cariações na rocha arenítica aflorante abaixo dos folhelhos, pelo efeito da movimentação dos seixos transportados como carga de fundo. As encostas apresentam forma retilínea e à medida que recuam, apresentam algum festonamento provocado por pequenos tributários, também encaixados, que correm para o rio Poti (foto 14), intensificando a formação de piemont, que atesta antiguidade. Nestas proximidades o folhelho que capeia o arenito é utilizado para o comércio de pedra para revestimento de pisos (foto 15).

No trecho entre Castelo e o povoado de Cana Brava, observa-se repetições de afloramentos areníticos ruiniformes, formando pináculos, como forma de detalhe dentro dos grandes alvéolos intermontanos. Esse tipo de forma resulta da erosão pluvio/eólica em áreas intensamente diaclasadas. Mais adiante, o riacho Tranqueira apresenta-se com a aparência de um "oued" ou rio de areia, indicando que lhe falta energia suficiente para desgastar até a rocha (foto 16).

Ao longo da rodovia São Miguel do Tapuio-PI/Novo Oriente-CE, encontram-se morros remanescentes da Formação Serra Grande sobre a Formação Pimenteiras, sob forma de pequenas colinas



Foto 13. Controle estrutural no encaixe do rio Poti. Município de Castelo, margem da PI-115, no curso médio do Poti.

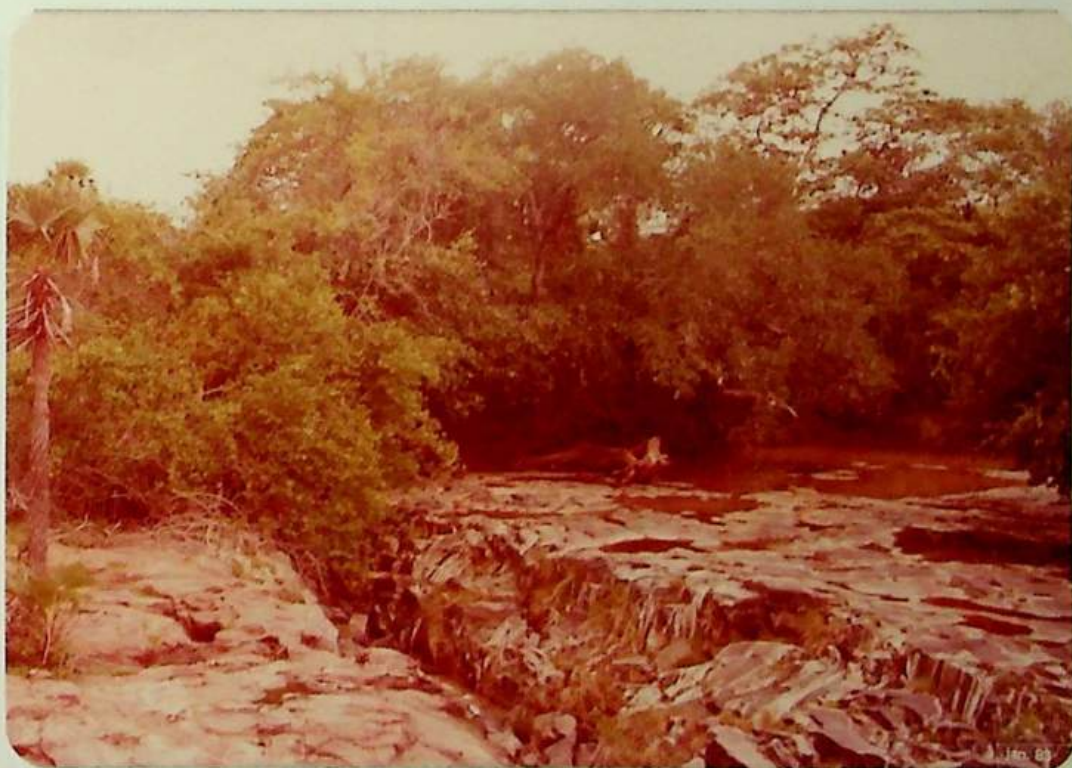


Foto 14. Encaixe de um tributário do Poti em rocha intensamente fraturada, evidenciando o controle estrutural. Município de Castelo, margem da PI-115, curso médio do Poti.

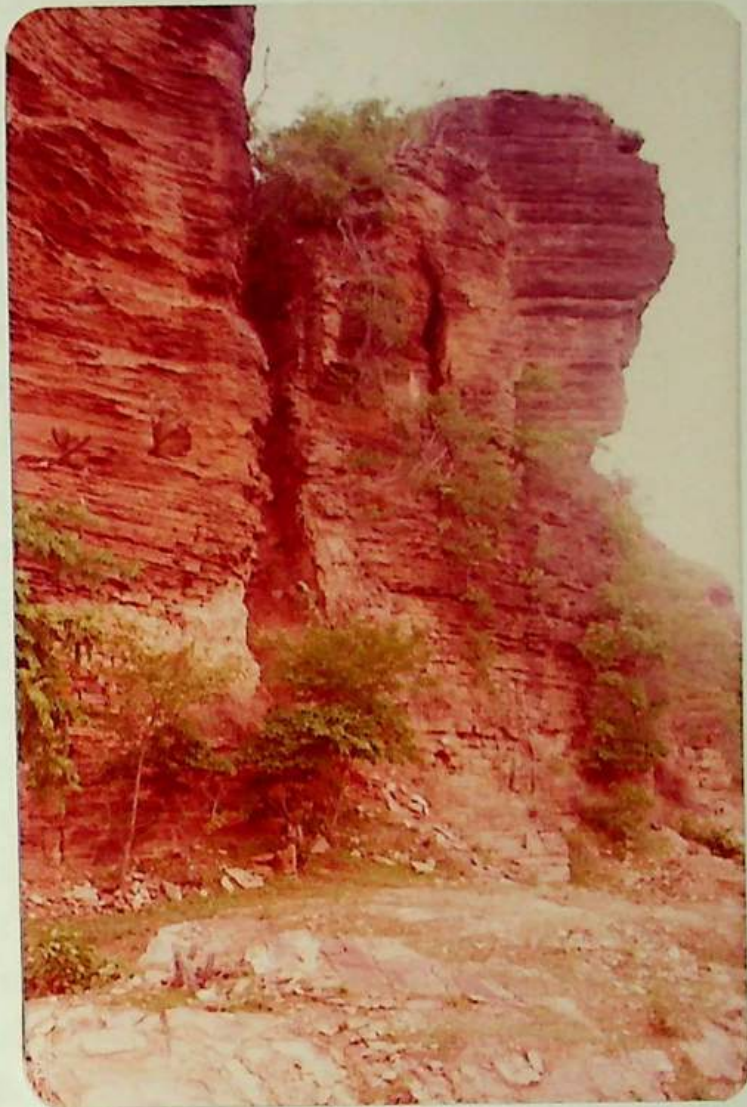


Foto 15. Relevo ruiforme na Formação Pimenteiras. Folhelho intensamente diaclasado, em exploração econômica. Margem da PI-115, no curso médio do Poti.



Foto 16. Riacho seco em alvéolo interplanáltico, com sobrecarga arenosa. Próximo a Cana-Brava, no curso médio do Poti.

convexas, e já no alto da serra, do topo para o reverso, zona correspondente à área de litígio entre esses dois Estados, alternam-se alvéolos estruturais com drenagem incipiente endorreica. E ao longo dos cortes das estradas dessa área, observa-se a presença de solos mais profundos, com manchas de laterização, possíveis cangas retrabalhadas pela erosão atual, indicando formação de solos subatuais, como também se observaram manchas de solos escuros, possíveis indicadores de rochas básicas, que correspondem provavelmente aos derrames de sills e diques nessa região.

Essa unidade também apresenta variações nas suas características morfoclimáticas, pois o front e o reverso imediato recebem maior umidade proveniente das chuvas orográficas aí concentradas. Essas chuvas propiciam o desenvolvimento de matas, embora suas condições atuais apresentem elevado índice de desmatamento pelo intenso uso agrícola de minifúndios. Vale salientar que essas condições climáticas e de ocupação agrícola apresentam distribuição espacial diferenciada, tanto no sentido leste/oeste como norte/sul: enquanto no trecho Norte, em relação ao canyon do Poti, observa-se uma intensa umidade e utilização agrícola, a área do Sul é menos úmida e apresenta um grau de exploração econômica bem menor. E, à medida que se avança pelo reverso, em direção ao interior da bacia sedimentar, as condições de secura são atestadas pela pobreza da vegetação de cerrados e caatingas predominantes nesta unidade, após o reverso imediato.

O rio Poti, ao sair da área cristalina ceatense, penetra na bacia sedimentar do Maranhão-Piauí, através de um canyon no bordo dessa bacia, que compreende o front da cuesta da Ibiapaba, representado atualmente por uma garganta de mais de 300 metros de profundidade, conhecida como boqueirão do Poti. As encostas que formam o front e essa garganta apresentam uma forma retilínea-convexa, formando patamares em direção à depressão periférica de Crateús e ao eixo do rio Poti (foto panorâmica 17), com o desenvolvimento de cobertura vegetal na meia-encosta. Mais próximo à calha menor do rio Poti, dentro do boqueirão, desenvolvem-se vossorocas com o carreamento atual de areia fina para dentro do leito do rio, onde o seu débito se reduz, depois das chuvas, a poças d'água (foto 18). Observa-se



Foto 17. Visão panorâmica do front da cuesta da Ibiapaba, sentido oeste, tendo ao centro o canyon. Representa o contato entre o alto e o médio curso do Poti.

ai uma assimetria nessas encostas apresentando-se o lado esquerdo do rio (sentido nascente-foz) em menores altitudes e maior compactação dos blocos de rochas, com um consequente grau de dissecação linear diferente pelos tributários do Poti, que drenam tanto paralelamente a seu eixo como para o interior do canyon. Essa assimetria e níveis de incisão são comprovados pelos perfis transversais traçados em três pontos: início, interior e saída do canyon (figuras 06, 07 e 08), como também o relativamente forte gradiente do leito do rio Poti, neste trecho, pode ser observado no seu perfil longitudinal (figura 05).

A variabilidade litológica e o intenso fraturamento foram atestados "in situ", quando se coletou amostras de arenito, conglomerado, diabásio, granito e gnaisses com veios de quartzo, no interior do canyon. Assim, pode-se afirmar que o encaixe do leito atual, nesse trecho que é de aproximadamente 35 Km de extensão; está modelado em rochas de grande variabilidade litológica com uma forte indicação de elevada fraqueza estrutural, de direção Leste-Oeste, que é a mesma dos padrões mais frequentes de fraturamentos de detalhe (foto nº 19), também localmente constatados, sendo que o próprio canyon obedece predominantemente a direção citada.

Com relação aos estudos que tentam explicar a origem desse grande canyon escavado pelo rio Poti, na borda da bacia sedimentar, as principais hipóteses de sua formação são elaboradas a partir da teoria de epigenia. Este processo corresponde ao aprofundamento de um vale que corta indistintamente rochas cristalinas e sedimentares, conforme a literatura francesa especializada, podendo ocorrer sob duas condições: por antecedência e por superimposição.

Penteado (1974) explica que este processo corresponde a uma inadaptação de uma rede hidrográfica à um controle geológico de âmbito regional. A epigenia por antecedência se dá quando a rede se organiza antes do estabelecimento da estrutura atual, permanecendo o seu curso na posição previamente traçada, conforme a crescente inclinação topográfica. Os blocos de rochas são cortados em garganta e concomitantemente ao seu soerguimento lento e contínuo. Uma segunda condição classifica um rio como epigênico por superimposição, quando a organização da rede de drenagem se coloca como posterior ao soerguimento



Foto 18. Leito menor do rio Poti, no interior do canyon, no período chuvoso (janeiro), reduzido a poças d'água e excessiva carga de areia.



Foto 19. Comprovação do encaixe, ao longo da fratura leste/oeste, do rio Poti no interior do canyon ou boqueirão.

da estrutura e a sua orientação se gera a partir de fraturas, dentro do conjunto sedimentar soerguido e em remoção, motivo pelo qual o rio corta indistintamente as diversas rochas sedimentares que compõem a estrutura geológica local.

Como elemento básico de raciocínio, sabe-se que, em estruturas falhadas, a organização da drenagem depende diretamente, entre outras, das relações entre velocidades relativas do tectonismo e da erosão, que podem gerar o desnível topográfico e também auxiliar na manutenção da direção da drenagem antecedente.

Como resultante desse processo de epigenia "a garganta do rio Poti, corta perpendicularmente a Serra da Ibiapaba, vindo do Estado do Ceará" (Guerra, 1966). E como uma hipótese importante a ser confirmada, esse autor coloca a de que "as gargantas e os vales superimpostos são cavados, principalmente, em zonas fissuradas".

Para Lins (1978), essa drenagem do Poti se caracteriza como herdada, em função dos seus afluentes cortarem uma superfície sedimentar anterior, periférica à atual, removida pelo recuo da cuesta da Ibiapaba. É possível admitir, segundo Lins, que essa drenagem já se encontrava organizada quando as superfícies cristalina e sedimentar estiveram, em passado remoto, "relativamente niveladas com mergulho, como agora, para o interior da bacia ...". Acrescenta, ainda, que a partir da localidade de Ibiapaba "se penetra um vão aberto num dos festões da cuesta e em cujas vertentes escalonam-se cascalheiros fluviais documentando a gradual superimposição do rio".

Essa hipótese parte da premissa de uma única rede fluvial organizada, anterior ao Cretáceo, da área cristalina para a sedimentar, sobrepujando as diferentes estruturas rochosas através de uma pronunciada garganta subatual. A esse respeito, coloca-se em discussão a atuação dos processos de formação dessa garganta epigênica a partir do argumento básico de que:

- . o estabelecimento das redes de drenagem brasileiras, e em particular das localizadas no nordeste, ainda não se encontra suficientemente estudado, pois segundo Ab'Saber (1968), as grandes variações climáticas, com períodos de maior ou menor umidade, contribuíram profundamente na hierarquização dos sistemas fluviais, desfazendo e reorganizando total ou parcialmente essas redes flu-

viais. E enfatiza que "tanto em relação à bacia do Paranã como, parcialmente, em relação à bacia do Maranhão-Piauí, uma superimposição hidrográfica pós-Cretáceo tendencialmente centrípeta" se estabeleceu, em linhas gerais favorecida pela disposição periclinal de seus estratos.

Assim, esses processos estariam relacionados com o desmembramento da drenagem, no contato dessas estruturas, durante o Cretáceo, pelo soerguimento epirogenético que sofreu a bacia sedimentar do Maranhão-Piauí a partir dessa data, e à sua reorganização posterior em duas redes fluviais distintas, que voltariam a se fundir gradativamente ao estabelecimento estrutural atual, através da erosão regressiva do rio Poti nessa borda soerguida. E como indicadores dessa proposição, somam-se ao argumento anteriormente citado, as características distintas observadas em trabalhos de análise de imagem Landsat e de Radar e de inspeção ao campo:

- . a direção geral Leste/Oeste do rio Poti formando o canyon, coincidente com o padrão de fraturas que cruzam o cristalino e a formação Serra Grande (mapa geológico do Radam, 1973) e o seu encaixamento nas direções dos micro-padrões de fraturas observados no seu interior (foto 19);
- . a pronunciada incisão dos seus grandes tributários na Ibiapaba, tanto ao norte como ao sul do canyon, paralelamente ao Poti, tentando repetir o seu comportamento, em erosão regressiva, seguindo a direção Leste/Oeste de fraturamento (Mosaicos Semi-Controlados de Radar, 1972);
- . a assimetria das encostas voltadas para o interior do canyon com forte incisão dos rios que drenam para o seu interior (figuras 06, 07 e 08);
- . a variabilidade litológica, com intrusões de granito, constatadas no assoalho cristalino e na encosta ao longo do eixo desse canyon (fotos 19, 20 e 21);

- . considerando-se os rios do alto curso, de maior porte, observa-se que o seu padrão de drenagem apresenta-se como radial convergente em direção ao centro da depressão exumada de Crateús, constituindo-se num alvéolo com drenagem endorreica antes de ser capturada pelo Poti. Evidencia-se, assim, que essa área deve ter sido um alvéolo de pedimentação (figura 09).

A essas evidências associa-se a ausência de grande quantidade de sedimentos trabalhados, ao longo do curso do rio Poti, a partir do canyon, que deveriam estar presentes como testemunhas da remoção de uma cobertura sedimentar anterior ao Cretáceo e removida por processos areolares e pela própria drenagem do Poti. Esses testemunhos confirmariam a hipótese do processo de epigenia por antecedência citada por Lins (1978), pois em função do alto curso dessa drenagem ter-se instalado na depressão periférica de Crateús, com caimento topográfico para a Ibiapaba, o material resultante dessa remoção erosiva teria necessariamente que ser esgotado por essa garganta do Poti.

Vale também salientar que a extensão anterior da sedimentação dessa bacia ainda não está convenientemente estudada e que não existem testemunhos nos Estados limites, além dos morrotes paralelos à escarpa atual da Ibiapaba. As formações sedimentares que compõem o Jatobá e o Araripe, como também a pequena mancha da formação Iguatu, já praticamente nivelada ao cristalino, são datadas do período Cretáceo, não tendo relação estratigráfica ou de contemporaneidade com a bacia sedimentar do Maranhão-Piauí, no trecho da bacia do Poti.

Beurlen e Mabessone (1969), fazem referência a este assunto colocando como hipótese a possibilidade de que tenha havido, durante o Cretáceo, uma continuidade de sedimentação da bacia do Maranhão-Piauí para o sul do Ceará, oeste da Paraíba, centro-sul e noroeste de Pernambuco. Essa hipótese baseia-se nas correlações entre as formações e épocas de sedimentação (do Cretáceo) entre a Chapada do Jatobá (PE), pequenas bacias intermediárias (CE, PB, PE), Chapada do Araripe (CE/PE) e as for

mações Grajaú, Codó e Itapecuru da bacia do Maranhão-Piauí. Mesmo ocorrendo essa provável extensão de sedimentos observa-se, tanto pela descrição como pela expressão gráfica de seu trabalho, que o alto curso da bacia do Poti (CE) localiza-se fora dos seus limites, não registrando evidências de que essa continuidade de sedimentação tenha se processado além do sul do Ceará.

O desenvolvimento da hipótese, aqui proposta, de superimposição a partir da reorganização da drenagem do Poti, pode ser assim caracterizado:

A área sedimentar monoclinal, da cuesta da Ibiapaba, apresenta no seu reverso imediato uma litologia composta principalmente por arenitos e conglomerados e um intenso fraturamento local, que facilitou o rápido entalhe dos rios, através da erosão regressiva, por se constituir em zona de fraquezas litológica e estrutural. Assim, com o seu recuo progressivo, o rio Poti ao atingir o nível de base da drenagem endorreica existente na depressão periférica cristalina de Crateús, efetuou sua captura passando, conseqüentemente, a formar uma única bacia hidrográfica abrangendo áreas desnudadas cristalinas e áreas sedimentares em processo de remoção. A porção correspondente ao alto curso do Poti passou então a ser representada por essa drenagem capturada, que provavelmente tenha se reorganizado independentemente nessa grande área cristalina deprimida, formada e desnudada após o processo de epirogenia da bacia sedimentar, representada hoje pela coalescência de pedimentos embutidos num pediplano de caimento topográfico em direção ao Planalto da Ibiapaba, funcionando como um grande alvéolo de baixa amplitude de relevo.

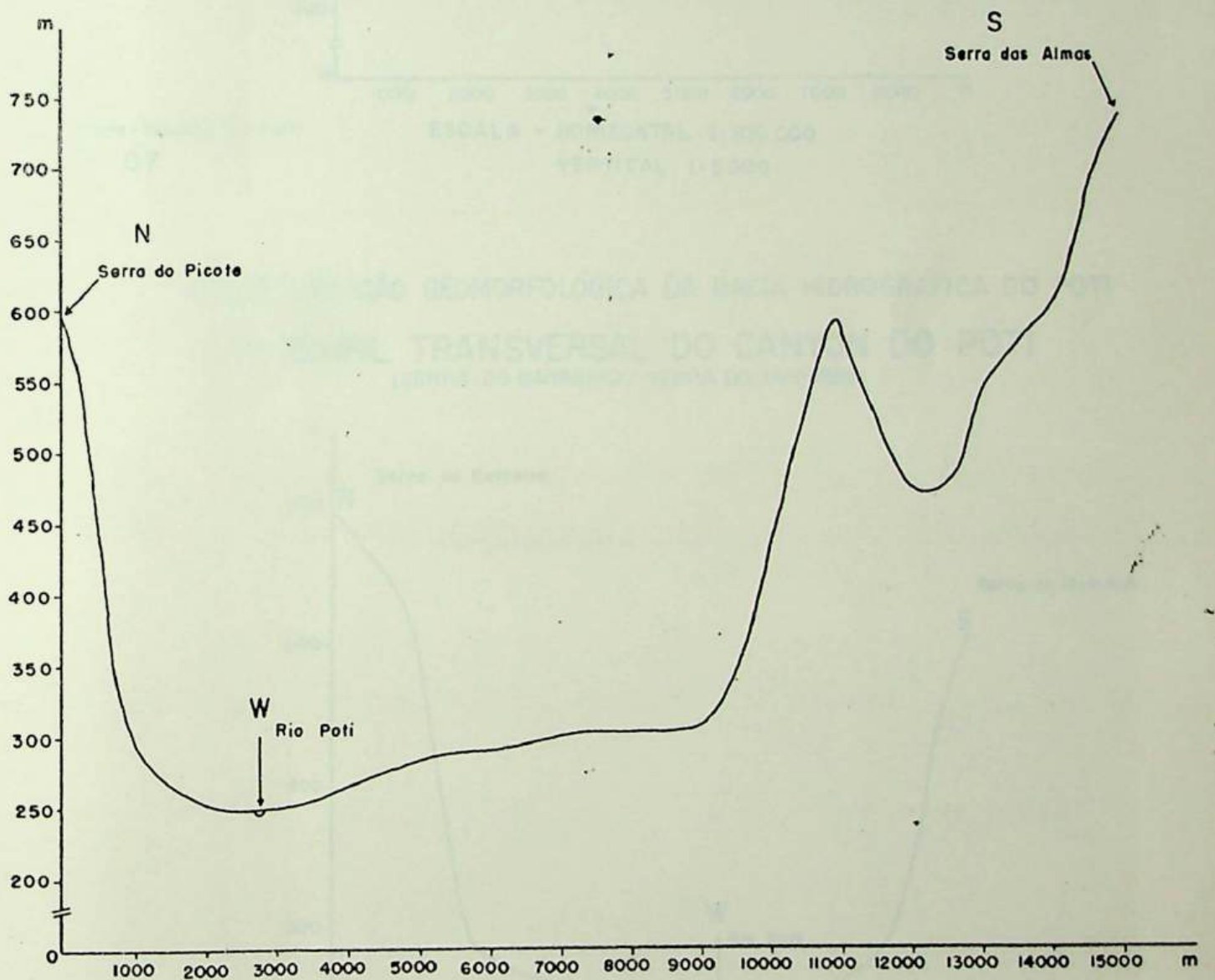


Foto 20. Afloramentos de rocha granítica nos espigões da margem direita do Poti - sentido nascente/foz, no interior do canyon.



Foto 21. Intrusão granítica na margem direita do Poti, na meia-encosta do interior do canyon.

CARACTERIZAÇÃO GEOMORFOLÓGICA DA BACIA HIDROGRÁFICA DO POTI
1º PERFIL TRANSVERSAL DO CANYON DO POTI
 (SERRA DO PICOTE / SERRAS DAS ALMAS)



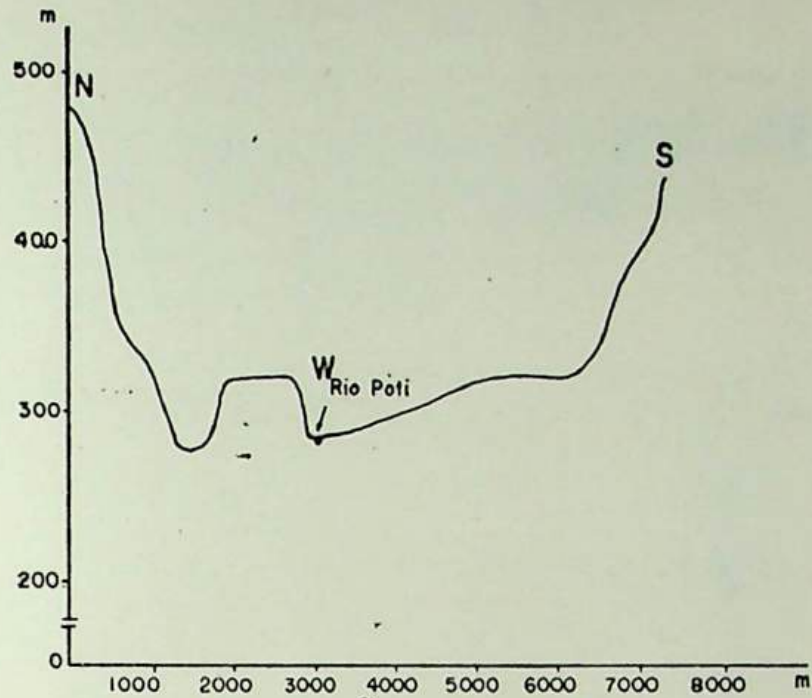
ESCALA - HORIZONTAL 1:100.000
 VERTICAL 1:5000

Fonte: FOLHAS DA D59
 F - 06

CARACTERIZAÇÃO GEOMORFOLÓGICA DA BACIA HIDROGRÁFICA DO POTI

2º PERFIL TRANSVERSAL DO CANYON DO POTI

(PRÓXIMO AO POVOADO OITICICA)



Fonte: FOLHAS DA D S G

F-07

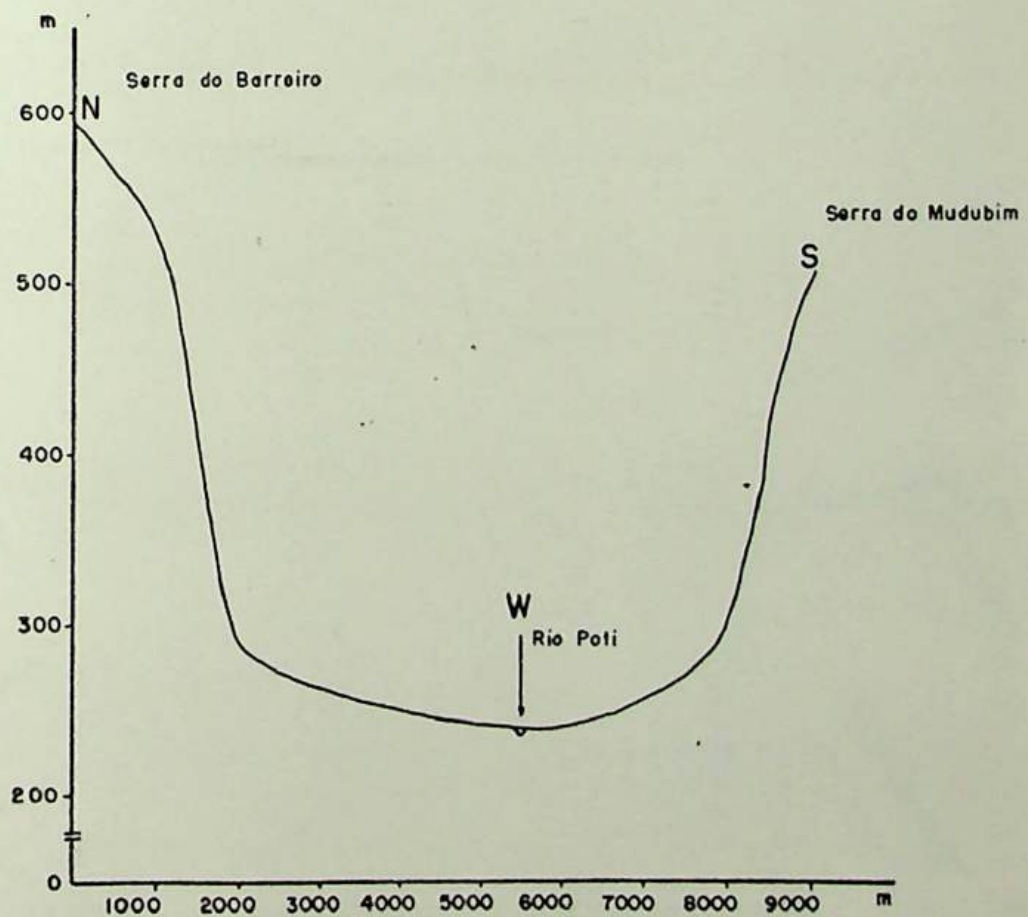
ESCALA - HORIZONTAL 1:100 000

VERTICAL 1:5000

CARACTERIZAÇÃO GEOMORFOLÓGICA DA BACIA HIDROGRÁFICA DO POTI

3º PERFIL TRANSVERSAL DO CANYON DO POTI

(SERRA DO BARREIRO / SERRA DO MUDUBIM)



Fonte: FOLHAS DA D S G

F-08

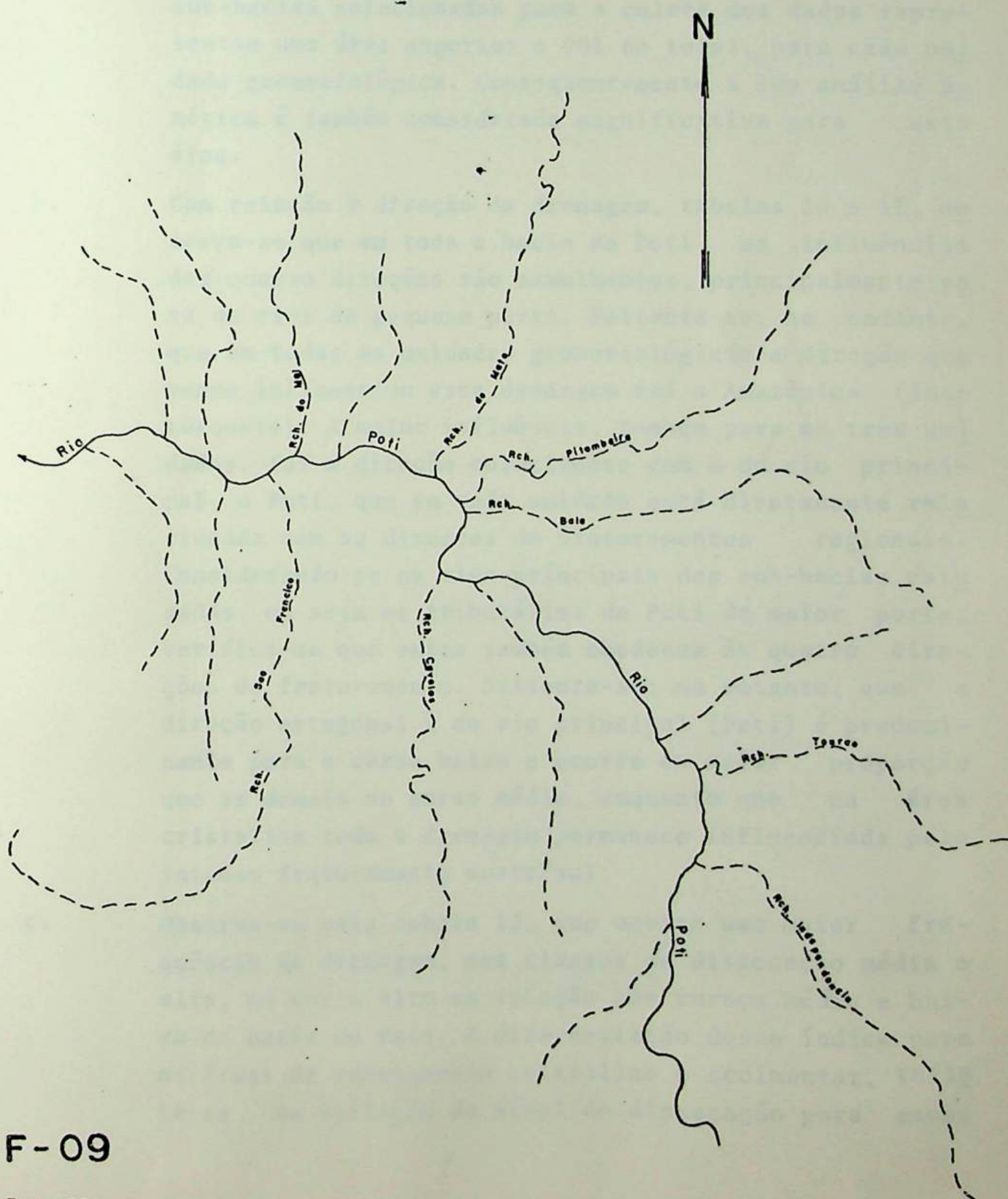
ESCALA - HORIZONTAL 1:100 000

VERTICAL 1:5000

CARACTERIZAÇÃO GEOMORFOLÓGICA DA BACIA
HIDROGRÁFICA DO POTI

MAPA DA REDE CONVERGENTE DOS AFLUENTES
DO POTI NO CEARÁ

ESCALA - 1: 250 000



F-09

Fonte: DSG

5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

5.1 - Análise Comparativa dos Dados Numéricos

O resultado obtido no tratamento estatístico aplicado às variáveis selecionadas para cada unidade geomorfológica possibilita algumas verificações:

- a. A tabela 09 indica que a área estudada neste trabalho é bem representativa da bacia do rio Poti, pois as sub-bacias selecionadas para a coleta dos dados representam uma área superior a 90% do total, para cada unidade geomorfológica. Consequentemente a sua análise numérica é também considerada significativa para esta área.
- b. Com relação à direção da drenagem, tabelas 10 e 11, observa-se que em toda a bacia do Poti as influências das quatro direções são semelhantes, principalmente para os rios de pequeno porte. Salienta-se, no entanto, que em todas as unidades geomorfológicas a direção que menos influenciou essa drenagem foi a Amazônica (leste/oeste). A maior influência, também para as três unidades, foi a direção coincidente com a do rio principal, o Poti, que em cada unidade está diretamente relacionada com as direções de fraturamentos regionais. Considerando-se os rios principais das sub-bacias estudadas, ou seja os tributários do Poti de maior porte, verifica-se que estes também obedecem às quatro direções de fraturamento. Saliente-se, no entanto, que a direção ortogonal à do rio principal (Poti) é predominante para o curso baixo e ocorre em maior proporção que as demais no curso médio, enquanto que na área cristalina toda a drenagem permanece influenciada pelo intenso fraturamento norte/sul;
- c. Observa-se pela tabela 12, que ocorre uma maior frequência de drenagem, nas classes de dissecação média e alta, no curso alto em relação aos cursos médio e baixo da bacia do Poti. A diferenciação desse índice para as áreas de embasamento cristalino e sedimentar, reflete-se na variação do nível de dissecação para essas

unidades geomorfológicas, apresentando-se a área cristalina mais dissecada que as outras unidades da área sedimentar, atestada pelo maior número de rios e menor área das sub-bacias;

- d. O arranjo espacial da rede de drenagem é representado pelo padrão paralelo em toda a bacia do Poti, atestando a sua orientação pela estrutura geológica fraturada, nas três unidades geomorfológicas;
- e. Com relação ao nível de encaixamento das sub-bacias do Poti (tabela 13), considera-se significativa que a frequência no nível de forte encaixamento tenha diminuído do alto curso (24%) para o médio curso (21,62%) e mais ainda para o baixo curso (13,64%). Essa redução do alongamento da forma das sub-bacias da área cristalina para a sedimentar, refletida por esse índice, e a maior incidência na classe de encaixamento médio para as três unidades reforçam os resultados obtidos pelo índice de frequência de drenagem (tabela 12), indicando a dependência da drenagem à estrutura geológica, em toda a área da bacia do Poti, porém sendo mais evidenciada onde o fraturamento se encontra exposto, na área cristalina do alto curso;
- f. A análise das médias e respectivos desvios padrão, das áreas das sub-bacias, constantes nas tabelas 14, 15 e 16, indica que no Alto Curso, em comparação com o Médio e o Baixo, a média é mais baixa e que há maior homogeneidade no tamanho das sub-bacias. No entanto, para os valores de extensão dos principais rios dessas sub-bacias, verifica-se uma grande semelhança entre os cursos Alto e Baixo por apresentarem uma predominância de rios principais menores (baixo coeficiente de variação). Esses resultados reforçam a condição de dependência da drenagem ao controle geológico sendo mais evidenciado para a área cristalina.

5.2. Conclusões e Sugestões

Os resultados obtidos neste trabalho permitem confirmar a validade dos pressupostos básicos de que a frequência e a direção da drenagem da bacia do Poti estão diretamente relacionadas com a direção das grandes falhas regionais e dos fraturamentos locais. As variações litológicas realçam mais a diferença de resistência à erosão areolar do que a incisão dos rios em sua erosão linear, principalmente na área sedimentar.

Ficou evidenciado nos trabalhos de campo que:

- . em toda a sua extensão, inclusive no canyon, o rio Poti se encontra encaixado na estrutura geológica;
- . mesmo compreendendo unidades ambientais bem distintas, toda a área da bacia do Poti esteve submetida a processos de pedimentação em passado recente, atestando predominância de climas secos com regime de chuvas concentradas, durante o Pleistoceno.

Verificou-se ainda que, apesar de se registrarem maiores índices pluviométricos, atualmente, na área sedimentar dos cursos médio e baixo do Poti, em relação ao alto curso, é neste último que ocorre maior frequência de drenagem, nas classes alta e média, representada pelo maior número e menor extensão dos seus rios, bem como um nível mais elevado de encaixamento de suas sub-bacias. Isto se deve à exposição do cristalino fraturado que condiciona a ocorrência de trajetos preferenciais para toda a água precipitada, mesmo em pequena quantidade. Portanto, a drenagem dessa área se organiza por erosão, isto é, pela ação direta dos rios. No Piauí, parte da água precipitada vai alimentar os lençóis subterrâneos e a outra parte, destinada ao escoamento superficial, se organiza seguindo um menor número de rotas preferenciais que se tornam disponíveis, pois a cobertura sedimentar mascara o fraturamento nessa porção dos cursos médio e baixo.

Fica demonstrado, assim, que as variáveis utilizadas, na análise da bacia hidrográfica do Poti, permitiram

que se obtivessem bons resultados a nível das grandes unidades geomorfológicas, pois todos os aspectos estudados convergiram para um resultado comum: de que toda a drenagem da bacia do Poti está condicionada ao controle geológico e que essa dependência é mais evidenciada na área de exposição da rocha fraturada.

Para maior conhecimento geomorfológico desta bacia hidrográfica recomenda-se o desenvolvimento de estudos que vissem principalmente:

- a. um nível de maior detalhamento na área do canyon formado pelo Poti, que possam fornecer maiores subsídios à explicação do processo de sua formação, principalmente através da reconstituição da páleodrenagem. Um estudo geológico de detalhe provavelmente informará sobre a presença de uma intrusão granítica acompanhando o eixo do rio Poti, intrusão esta inferida neste trabalho pelas evidências locais. Observa-se com nitidez o alinhamento de afloramentos dessa rocha nas festões na margem direita do interior do canyon - sentido nascente/foz (foto 20), constatando-se veios de quartzo nas amostras colhidas junto aos blocos rolados nessa margem (foto 21). O mapa geológico do Projeto Radam (1973) acusa a presença de granitos de anatexia nas proximidades dessa área do canyon;
- b. uma datação relativa dos níveis de aplainamentos e depósitos correlativos das unidades geomorfológicas dessa área;
- c. a identificação e mapeamento de unidades de manejo ambiental dentro dessa bacia hidrográfica, que permitam fornecer subsídios às atividades de planejamento para utilização dessa área.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

01. AB'SABER, Aziz Nacib. O relevo brasileiro e os seus problemas. In: - Brasil a terra e o homem; as bases físicas (organizado por Aroldo de Azevedo). São Paulo, Nacional, 1968. Cap. 3, p. 135-217.
02. _____. Participação das superfícies aplainadas nas paisagens do Nordeste brasileiro. Geomorfologia. São Paulo, IG USP, (19): 1-38, 1969.
03. _____. A depressão periférica paulista: um setor das áreas de circundesnudação pós-cretáceo na bacia do Paraná. Geomorfologia. São Paulo, IG-USP, (15): 1-14, 1969.
04. _____. Participação das depressões periféricas e superfícies aplainadas na compartimentação do planalto brasileiro. geomorfologia. São Paulo, IG-USP, (28): 1-38, 1972.
05. _____. Formas de relevo. São Paulo, EDART, 1975. 80p.
06. ABREU, Adilson A. de. Introdução ao estudo das paisagens do médio vale do Jaguarí-Mirim. Geomorfologia, São Paulo, IG-USP, (36): 1-23, 1973.
07. _____. Tentativa de compartimentação e estruturação das paisagens do médio vale do Jaguarí-Mirim. Geomorfologia, São Paulo, IG-USP, (39): 1-24, 1973.
08. _____. Surell e as leis da morfologia fluvial. Craton & Intracraton, escritos e documentos. São José do Rio Preto, UNESP, (7): 1-12, 1980.
09. AGUIAR, Guanahyro Antunes de. Revisão geológica da bacia paleozóica do Maranhão. In: - Anais do XXV Congresso Brasileiro de Geologia, São Paulo, 1971, vol. 3, p. 113-122.
10. ALMEIDA, Fernando Flávio Marques de. Origem e evolução da plataforma brasileira. Boletim Divisão de Geologia e Mineralogia - DNPM - MME, Rio de Janeiro, (241): 5-36, 1967.
11. _____. Os fundamentos geológicos. In: - Brasil a terra e o homem; as bases físicas (organizado por Aroldo de Azevedo). São Paulo, Nacional, 1968. Cap. 2, p. 55-134.

12. BAPTISTA, João Gabriel. Geografia física do Piauí. Teresina, COMEPI, 1981, 360 p.
13. BERTRAND, George. Paisagem e geografia física global. Cadernos de Ciências da Terra. São Paulo, (13): 1-27, 1972.
14. BEURLIN, K. & MABESONE, J. M. Bacias cretáceas intracontinentais do Nordeste do Brasil. Notícia Geomorfológica, Campinas, 9 (18): 19-34, 1969.
15. BIGARELLA, João J. et alli. Pediplanos, pedimentos e seus depósitos correlativos no Brasil. Boletim Paranaense de Geografia, Curitiba, (16-17): 117-151, jul, 1965.
16. BIGARELLA, João J. & Mousinho, Maria Regina. Significado paleogeográfico e paleoclimático dos depósitos rudáceos. Boletim Paranaense de Geografia, Curitiba, (16-17): 6-16, jul, 1965.
17. _____. Considerações a respeito dos terraços flúviais, rampas de colúvio e várzeas. Boletim Paranaense de Geografia, Curitiba, (16-17): 153-196, jul, 1965.
18. BRASIL. SUDENE. Inventário hidrogeológico do Nordeste. Folha 13: Teresina-SE. Recife, SUDENE, Divisão de Reprografia, 1978, 251 p. e mapa. (Brasil, SUDENE, Hidrogeologia, 57).
19. _____. Levantamento básico dos recursos naturais da bacia do rio Parnaíba nos Estados do Piauí, Maranhão e Ceará. Recife, Serete S/A Engenharia, 1975. Parte I - Inventário dos recursos naturais, s.p.
20. BRASIL. Projeto Radam. Folha SB. 23 - Teresina e parte da folha SB. 24 - Jaguaribe; Geologia; Geomorfologia. Rio de Janeiro, SUDENE, 1973, v. 2.
21. CHRISTOFOLETTI, Antonio. Análise morfométrica das bacias hidrográficas. Notícia Geomorfológica. Campinas, DG-Universidade Católica, 9 (18): 35-64, 1969.
22. _____. Geomorfologia. São Paulo, Edgard Blucher, 1971, 149 p.
23. _____. O canal fluvial. São Paulo, Edgard Blucher, 1971 (Geomorfologia fluvial, 1).

24. CHRISTOFOLETTI, Antonio & Penteado, M.Margarida. Cronologia relativa do quaternário na depressão periférica paulista. Notícia Geomorfológica, Campinas, DG-Universidade Católica, 10 (19): 35-46, 1970.
25. CHRISTOFOLETTI, Antonio et alii. Análise comparativa e classificatória de bacias hidrográficas paulistas. Geomorfologia, São Paulo, IG-USP, (45): 1-9, 1974.
26. COMISSÃO ESTADUAL DE PLANEJAMENTO AGRÍCOLA (CEPA-PI). Diagnóstico Agropecuário do Estado do Piauí. Teresina, 1973, v.2, p.19-159.
27. _____. Plano Anual de Produção e Abastecimento (PAPA - 1976). Teresina, 1975. 197p.
28. COOKE, R. U. & Doornkamp, J.C. Geomorphology in environmental management. Oxford, Clarendon, 1977. 413p.
29. CRUZ, Valdemir B. de & França, Hélio P.Macedo de. Inventário hidrogeológico básico do Nordeste. Folha 14, Jaguaribe-SO, Recife, SUDENE, Div. de Reprografia, 1970, 150p. e mapa. (Brasil, SUDENE, Hidrogeologia,31).
30. CUNHA, Francisco M. Bezerra de. Utilização de Mosaicos Radargramétricos no delineamento de estruturas regionais. In:- Anais do XXXI Congresso da Sociedade Brasileira de Geologia. Camburiú-SC, 1980, v.1, p.300-306.
31. CUNHA, Francisco M. Bezerra de & Carneiro, Raul G. Interpretação fotogeológica do centro-oeste da bacia sedimentar do Maranhão. In:- Anais do XXVI Congresso Brasileiro de Geologia, p.65-79.
32. DAVIS, John C. Statistics and data analysis in geology. New York, John Wiley & Sons, 1973. 550p.
33. DOORNKAMP, John C. & King, Cuchaine A.M. Numerical analysis in geomorphology. New York, St. Martin's, 1971.
34. FERREIRA, Evaldo Osório. Carta tectônica do Brasil. Rio de Janeiro, DNPM-MME, 1971. 19p.
35. FONSECA, Jairo S. da & Martins, G. de Andrade. Curso de estatística. 2 ed., São Paulo, Atlas, 1975. 165p.
36. FUNDAÇÃO CENTRO DE PESQUISAS ECONÔMICAS E SOCIAIS DO PI-

- AUI/INSTITUTO BRASILEIRO DE DESENVOLVIMENTO FLORESTAL - DE-PI. Estudo para delimitação do distrito florestal do Piauí. Teresina, 1977. 73p.
37. FUNDAÇÃO E INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. Brasil; carta internacional do mundo ao milionésimo. Rio de Janeiro, 1972. f.17 e 18.
 38. GUERRA, Antônio Teixeira. Dicionário Geológico-Geomorfológico. Rio de Janeiro, IBGE, 1969.
 39. GUERRA, Antonio José Teixeira. Considerações a respeito da importância da geomorfologia no manejo ambiental. Boletim Geográfico. Rio de Janeiro, 36 (258-259): 60-77, jul/dez., 1978.
 40. IRIONDO, Martin H. Geomorfologia cuantitativa de las cabeceiras del rio Cararaña. Buenos Aires, s.ed., 1973. Separata de Actas del Quinto Congreso Geológico Argentino, Buenos Aires, (5): 139-147, 1973.
 41. LEAL, José de Menezes. Inventário hidrogeológico básico do nordeste. Folha 8: Teresina-NE. Recife, SUDENE-Div. de Reprografia, 1977. 169p. e mapa. (Brasil, SUDENE, Hidrogeologia, 52).
 42. LEAL, Onofre. Inventário hidrogeológico básico do nordeste. Folha 9: Jaguaribe-NO. Recife, SUDENE, Div. Documentação, 1970, 144p e mapa. (Brasil, SUDENE, Hidrogeologia, 29).
 43. KING, Cuchaine A, M. Techniques in geomorphology. London, Edward Arnold, 1975. 342p.
 44. LINS, Rachel Caldas. Bacia do parnaíba: aspectos fisiográficos. Recife, IJNPS, 1978, 172 p.
 45. MENDES, Josué C. Geologia do Brasil. Rio de Janeiro, INL, 1971.
 46. MOREIRA, Amélia A. Nogueira. Geomorfologia. In: - Atlas do Ceará. Fortaleza, IBGE, 1973. s.p.
 47. _____. Relevo. In: - Geografia do Brasil; Região Nordeste. Rio de Janeiro, IBGE, 1977. v. 2. p. 1-45.
 48. ORELLANA, Margarida M. Penteado. A geomorfologia no plane-

- jamento do meio ambiente (Geomorfologia Ambiental). Notícia Geomorfológica. Campinas, 16 (31): 3-15, jun.; 1976.
49. PENTEADO, Margarida M. Fundamentos de geomorfologia. Rio de Janeiro, IBGE, 1970. 141 p.
50. RUHE, Robert V. Geomorphology. Boston, Houghton Mifflin, 1975. 246 p.
51. SMALL, Horatio L. Geologia e suprimento d'agua subterrânea no Piauí e parte do Ceará. Rio de Janeiro, Imprensa Inglesa, 1913.
52. TRICART, Jean. A geomorfologia nos estudos integrados de ordenação do meio natural. Boletim Geográfico. Rio de Janeiro, IBGE, 34 (251): 15-42. out/dez., 1976.
53. WERNICK, Eberhard & Sinelli, Osmar. Análise estrutural em geomorfologia. Notícia Geomorfológica. Campinas, 10 (20): 39-54, dez., 1970.
54. VIERS, Georges. Geomorfologia. Barcelona, Oikos-tan, 1973, 320 p.
55. XAVIER DA SILVA, Jorge. Unidades de manejo ambiental: a contribuição geomorfológica. In: - Anais do 3º Encontro Nacional de Geógrafos, Fortaleza, 1978. p. 103-4.
56. _____ . Projeto "logos I" - Sepetiba; relatórios 1-3, Rio de Janeiro, FEEMA, 1977, (mmeo). s.p.
57. XAVIER DA SILVA & Pereira, M. Luiza F. Um exemplo de análise numérica em geomorfologia. Anuário do instituto de Geociências, CCMN/UFRJ, Rio de Janeiro, 1977.