

UNIVERSIDADE FEDERAL DE PERNAMBUCO
CENTRO DE TECNOLOGIA E GEOCIÊNCIAS
PÓS-GRADUAÇÃO EM GEOCIÊNCIAS

Ana Glória da Silva Marinho

HISTÓRIA CENOZÓICA DA BACIA DE SOUSA

Dissertação de Mestrado
1979

ANA GLÓRIA DA SILVA MARINHO

Geógrafa, Universidade Federal da Paraíba, 1968
Mestre, Universidade Federal de Pernambuco, 1979

HISTÓRIA CENOZÓICA DA BACIA DE SOUSA

Dissertação que apresentou ao Programa de Pós-Graduação em Geociências do Centro de Tecnologia e Geociências da Universidade Federal de Pernambuco, orientada pelo Prof. Jannes Markus Mabesoone, em preenchimento parcial para obter o grau de Mestre em Geociências, área de concentração Geologia Sedimentar, defendida e plenamente aprovada em 1979.

RECIFE, PE
1979

HISTÓRIA CENOZÓICA DA BACIA DE SOUSA

ANA GLÓRIA DA SILVA MARINHO

Aprovado:

Jannes Markus Mabeoone

Abelci Daniel de Assis

Hélia Lobo

APRESENTAÇÃO

Esta dissertação apresenta a evolução do relevo da bacia morfológica de Sousa durante o Cenozóico, baseada no estudo dos sedimentos – aluviões e coluviões – que capeiam o Grupo Rio do Peixe, na referida bacia.

Constam deste trabalho a análise de sedimentos clásticos constituintes das áreas de acumulações fluviais da região, cujos resultados fornecem subsídios para a reconstituição paleogeográfica cenozóica da grande bacia do Rio do Peixe.

Importantes subsídios foram colhidos a partir de estudos da Formação Moura, datada do Pleistoceno Inferior, correlativa a um aplainamento geral da região e base da evolução paleogeográfica aqui apresentada. As feições geomórficas foram deduzidas e mapeadas por fotointerpretação, sempre com reambulações e controles sistemáticos de campo.

Apesar das limitações a que esteve subordinado este trabalho, a autora espera ter dado uma parcela de contribuição ao estudo da Geologia Sedimentar da Paraíba.

RESUMO

A bacia morfológica de Sousa constitui parte de uma bacia sedimentar cretácea, situada no sertão semi-árido da Paraíba.

As características do modelado estão na dependência de influências variadas, tais como: litologia e estrutura, tipo de clima, vegetação, além de fatores relacionados à ação da tectônica.

Durante o Cenozóico, a bacia de Sousa esteve subordinada a processos de aplainamento sob a influência de climas semi-áridos que, entretanto, nem sempre atuaram com o mesmo rigor sobre a região.

É provável que os períodos de seca mais acentuada estejam relacionados com os fenômenos das glaciações quaternárias, as quais atingiram as latitudes mais altas.

Os processos morfogenéticos característicos dessa área variaram de intensidade consoante o sabor das flutuações climáticas. Evidências de fases semi-áridas acentuadas são encontradas nos terraços com cascalheiras, nos colúvios e nos glaciais, observados no interior da bacia. Ao contrário, nos períodos em que essa tendência se atenuava, havia dissecação dos pedimentos e fenômenos de laterização.

Métodos sedimentológicos e geomorfológicos foram utilizados para análise da paisagem física atual com base nos quais se pode inferir sobre os principais acontecimentos da história cenozóica da bacia.

ABSTRACT

The morphological basin of Sousa actually forms part of a Cretaceous sedimentary basin situated in Paraíba's semi-arid inland.

The characteristics of the relief forms depend upon various influences such as: lithology and structure, type of climate and vegetation, besides factors related to the action of tectonics.

During the Cenozoic the basin of Sousa suffered processes of leveling under the influence of semi-arid climates, which, however did not always act with the same severity over the region.

The more rigorous periods of drought are likely to be related to the phenomena of Quaternary glaciations, which reached the higher latitudes.

The morphogenetic processes characteristic of this area thus change in intensity, according to the climatic fluctuations. Evidences of accentuated semi-arid climates are found in the terraces with gravel, in the colluvia and in the glaciais observed within the basin. On the contrary, in the periods in which this tendency diminished a dissection of the pediments and laterization processes occurred.

Sedimentological and geomorphological methods were used for analysis of the present physical landscape on which base could be inferred the main events of the Cenozoic history of the basin.

ÍNDICE

LISTA DE TABELAS.....	08
LISTA DE FIGURAS.....	09
1. INTRODUÇÃO.....	10
1.1 OBJETIVOS DO TRABALHO.....	10
1.2 TRABALHOS ANTERIORES.....	10
1.2.1 <u>Geologia</u>	10
1.2.2 <u>Geomorfologia</u>	11
1.2.3 <u>Solos</u>	12
2. MÉTODOS E TÉCNICAS UTILIZADOS.....	13
3. A BACIA DE SOUSA.....	15
3.1 ASPECTOS GEOGRÁFICOS.....	15
3.1.1 <u>Localização</u>	15
3.1.2 <u>Relevo</u>	18
3.1.3 <u>Clima</u>	19
3.1.4 <u>Vegetação</u>	20
3.1.5 <u>Drenagem</u>	23
3.1.6 <u>Associações pedológicas</u>	31
3.2 ASPECTOS GEOLÓGICOS ESTRUTURAIS.....	32
4. GEOMORFOLOGIA.....	35
4.1 FORMAS E PROCESSOS MORFOGENÉTICOS.....	35
4.2 COMPARTIMENTAÇÃO DO RELEVO.....	39
4.2.1 <u>As “sercas” cristidinas (P^e)</u>	39
4.2.2 <u>A Baixada Sedimentar</u>	39
4.2.3 <u>As planícies aluviais (Pa)</u>	43
4.3 EVOLUÇÃO DO RELEVO.....	44
5. ANÁLISE DOS SEDIMENTOS CENOZÓICOS.....	47
5.1 FORMAÇÃO MOURA.....	47
5.1.1 <u>Análise dos Seixos – Morfometria</u>	48

5.1.2 <u>Interpretação das análises</u>	49
5.2 COLUVIÕES DA BACIA DE SOUSA.....	51
5.3 ALUVIÕES DA BACIA DE SOUSA.....	52
6. CONSIDERAÇÕES FINAIS	57
AGRADECIMENTOS.....	59
BIBLIOGRAFIA.....	60
ANEXO.....	66

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Ocorrências do Quaternário na Bacia de Souza.....	46
Tabela 2 – Textura superficial dos coluviões.....	53
Tabela 3 – Dados granulométricos das aluviões.....	53
Tabela 4 – Aluviões dos rios do Peixe e Piranhas – Diâmetros lidos nas curvas cumulativas.....	53
Tabela 5 – Aluviões dos rios do Peixe e Piranhas – Dados estatísticos.....	54
Tabela 6 – Aluviões dos rios dos Peixes e Piranhas – Textura superficial.....	54
Tabela 7 – Aluviões dos rios dos Peixes e Piranhas – Valores estatísticos e outras evidências sedimentares.....	55

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Mapa de localização da área.....	16
Figura 2 – Pontos de amostragem.....	17
Figura 3 – Diagrama climáticos.....	24
Figura 4 – Cartograma climático.....	25
Figura 5 – Divisão bioclimática da Paraíba.....	26
Figura 6 – Coluna Estratigráfica.....	33
Figura 7 – Mapa geológico.....	37
Figura 8 – Diagramas dos índices dos seixos.....	50
Figura 9 – Curvas granulométricas – Rio do Peixe.....	56
Figura 10 – Curvas granulométricas – Rio Piranhas.....	56

1. INTRODUÇÃO

1.1 OBJETIVOS DO TRABALHO

Esta pesquisa tem a finalidade de contribuir para ampliação do conhecimento da geologia sedimentar e da geomorfologia na Paraíba, na qual a bacia de Sousa, pertencente a uma das manchas de depósitos cretáceos do interior do NE, exibe formas de relevo típicas de uma evolução sob condições climáticas semi-áridas.

Nosso trabalho faz parte de um plano maior de estudos programados pelo Centro de Tecnologia da UFPE, envolvendo bacias de idade e origem semelhantes, visando estabelecer possíveis correlações morfológicas que possam levar a interpretação paleoambiental ou aproveitamento dos recursos hidrogeológicos de interesse da região.

1.2 TRABALHOS ANTERIORES

1.2.1 Geologia

As primeiras referências à geologia da área foram feitas por Crandall em 1910 e Sopper em 1913 (in Mabesoone, 1973). Moraes (1924), denominou de “Série Rio do Peixe” às alternâncias de folhelhos e arenitos por ele identificadas na região.

A partir de 1960, intensificaram-se os estudos na bacia, com o estabelecimento da SUDENE e um maior interesse da Escola de Geologia do Recife, que encetaram programas de pesquisas nessa área e outras similares (Iço e Iguatú – CE), tendo em vista os recursos hídricos e eventuais recursos minerais. Braun (1969) elaborou relatório interno para a PROSPEC sobre a geologia da bacia, baseado em fotografias aéreas, apresentando os resultados ao XXIV Congresso Brasileiro de Geologia. Com base nesse relatório, o DNPM, em 1970, mandou perfurar um poço na localidade de Lagoa de Forno, município de Sousa, onde as sondagens deram a seqüência sedimentar uma espessura em torno dos 1.000m. Em 1969, alunos concluintes da Escola de Geologia do Recife, apresentaram relatórios de graduação sobre a Bacia do Rio do Peixe, com mapeamento na escala 1:50.000. Beurlen (1971) estudou a posição das bacias intracratônicas do Nordeste dentro do conjunto de bacias

sedimentares do bloco brasileiro. Costa (1970) e Albuquerque (1971) aplicam à seqüência a denominação de Formação Rio do Peixe com os membros: Antenor Navarro, Sousa e Piranhas. Posteriormente, Mabesoone (1972) apresentou ao XXVI Congresso Brasileiro de Geologia os primeiros resultados formais do estudo sobre os sedimentos dessa bacia, elevando a Formação à categoria de Grupo e os Membros à categoria de Formações: Antenor Navarro, Sousa e Piranhas, da base para o topo. Ainda neste ano (1972), Mabesoone & Campos e Silva estudaram depósitos fluviais de clima semi-árido, encontrados na bacia de Iguatú – CE, aos quais denominaram de Formação Moura. Mabesoone & Campanha (1974), fizeram a caracterização estratigráfica dos Grupos Rio do Peixe, Iguatú e intermediários. Tinoco & Kato (1975), num estudo sobre os conchostráceos da Formação Sousa reforçaram a suposição da idade Jurássica Superior – Cretáceo Inferior para a bacia do Rio do Peixe.

1.2.2 Geomorfologia

São raros os trabalhos específicos sobre a bacia morfológica de Sousa. Viagens empreendidas por Luetzelburg (1922 – 1923) pelo Estado da Paraíba, para estudos botânicos, resultaram em relatório, no qual a paisagem física das áreas de Sousa e Antenor Navarro é descrita sumariamente.

Entretanto, os trabalhos gerais sobre o Nordeste semi-árido, implicitamente, incluem a área da Bacia de Sousa. Entre esses trabalhos estão os de Ab'Saber (1955) que deu as características do relevo da região sertaneja e sua evolução durante o Cenozóico. Tricart (1959) fez referências aos terraços com cascalheiras das regiões secas, atribuindo-os a possíveis variações climáticas e dividiu morfologicamente o Nordeste brasileiro, chamando de Sertão, as partes centrais mais secas da região. Tricart & Cardoso da Silva (1968) relacionaram o posicionamento dos terraços fluviais cenozóicos às fases de uma evolução morfológica durante o Quaternário. Ab'Saber (1970), em sua divisão morfoclimática do Brasil, deu o conceito do domínio semi-árido baseado nas características de clima, relevo, drenagem e vegetação. Mabesoone & Castro (1975) estudaram as etapas de desenvolvimento do relevo nordestino com base nas fases de aplainamento e seus respectivos depósitos correlativos. Mabesoone (1975) lançou subsídios a um estudo das etapas do relevo nordestino baseado nas pesquisas sobre o desenvolvimento paleoclimático da região. Moreira (1977) analisou as feições morfológicas dos relevos de climas semi-áridos e os processos geomórficos atuantes nessa zona morfoclimática. Castro (1977), escreveu sobre a elaboração da Superfície Sertaneja e as formas derivadas da atuação de recentes ciclos de erosão.

1.2.3 Solos

Os estudos sobre os solos da Paraíba não são ainda muito numerosos. Os conhecimentos sobre o assunto estão contidos no Levantamento Exploratório e Reconhecimento dos Solos do Estado da Paraíba, feito pela SUDENE em 1972. Coelho (1978) fez referências às condições naturais do município de Sousa, enfatizando os tipos de solos, tendo em vista sua aptidão agrícola.

2. MÉTODOS E TÉCNICAS UTILIZADOS

O trabalho foi feito à base de técnicas e métodos sedimentológicos, cartográficos e geomorfológicos, de campo e laboratório. Obedeceu às seguintes etapas:

a) Levantamento e triagem do material bibliográfico disponível sobre a geologia e estratigrafia local e sobre a geografia física geral do Nordeste semi-árido, em particular do sertão paraibano. Foram selecionados cartas, mapas, mosaicos, fotos e fotos-índices que serviram de base ao mapeamento que conduziu a compartimentação geomorfológica da área;

b) Os trabalhos de campo foram realizados visando o reconhecimento da região, seleção de sítios para estudo, coleta de amostras das formações superficiais e descrição das formas de relevo observadas;

c) Em laboratório, procedeu-se à análise dos sedimentos coletados, visando o estabelecimento de certas propriedades importantes apresentadas por eles. Constatou-se de:

- Análise granulométrica das aluviões feita por peneiramento, usando a escala de Wentworth para subdivisão em areia fina, média, grosseira e cascalho (Wentworth, 1922), sendo calculadas suas percentagens retidas e acumuladas. Com os resultados, foram construídas curvas cumulativas a partir de que se determinaram parâmetros estatísticos tais como: diâmetro médio, desvio-padrão, assimetria e curtose, segundo Folk & Ward (1957) (Tabelas 3, 4 e 5 e Figuras 9 e 10). Foram realizados também estudos morfooscópicos e morfométricos dos grãos (fração 0,53 a 2mm), utilizando-se a terminologia de Pettijohn (1957). Os resultados e as conclusões desse estudo dos aluviões estão contidos nas Tabelas 6 e 7.
- Medidas sobre seixos, segundo o método de Cailleux (1961). De cada local foram tomados 100 seixos, com tamanho mínimo de 5cm e máximo de 20cm de comprimento. Sobre esses seixos foram efetuadas medidas de comprimento (L), largura (l) e espessura (E). A medida (r) corresponde ao menor raio de curvatura do

seixo. A partir dos dados obtidos, foram calculados os valores de achatamento e arredondamento, segundo as fórmulas abaixo:

$$\text{ACHATAMENTO} = \frac{L \times l}{2E}$$

$$\text{ARREDONDAMENTO} = \frac{2r}{L}$$

As medidas de (L), (l) e (E) foram tomadas com o auxílio do paquímetro. Para achar (r), usou-se o princípio de medida sobre círculos concêntricos, procurando-se em qual dos círculos a parte mais pontuda do contorno de seixo coincide: aí é lido o valor de (r). Os resultados dos valores de achatamento e arredondamento foram plotados em histogramas com o cálculo dos seus valores médios (Figura 8).

- Morfoscopia dos coluviões com auxílio de uma lupa binocular. Para os resultados constantes na Tabela 2, foi utilizada a terminologia de Pettijohn (1957).

d) Elaboração de um mapa geomorfológico da bacia de Sousa (Mapa Georfológico Gurupi-PB – em anexo), feito a partir de fotointerpretação, mapas topográficos e geológicos, com verificação no campo. As fotografias aéreas na escala 1:70.000 (SUDENE, 1962 – 1965), as folhas SB – 24Z – AIV – Cajazeiras e SB – 24 – Z – AV – Sousa, escala 1:100.000 (SUDENE – DRN, 1972) e o mapa geológico da Bacia do Rio do Peixe (DNPM, 1969) escala 1:100.000 constituíram o material básico utilizado no mapeamento da bacia de Sousa. Após a interpretação preliminar, na qual foi utilizada uma legenda provisória, procedeu-se ao controle de campo, nas áreas onde foi possível o acesso, para detalhar e confirmar as informações obtidas na interpretação inicial. A seguir, foi feita a reinterpretação, sendo os dados de campo lançados no mapa final. A metodologia utilizada baseou-se no Manual of Detailed Geomorphological Mapping, da Comissão de Geomorphological Survey and Mapping (Prague, 1972), na Légende des Cartes Géomorphologiques Détaillées (France – CNRS, 1970), Carta Geomorfológica de São Pedro (USP, 1977) e Geomorfologia da Folha SD.20 – Guaporé (RADAM, 1978), os quais sofreram adaptação para atender aos objetivos desse mapeamento.

3. A BACIA DE SOUSA

A bacia morfológica de Sousa constitui, na realidade, uma sub-bacia da grande bacia sedimentar do Rio do Peixe, considerada a maior das pequenas bacias cretáceas intracratônicas encravadas no cristalino do Nordeste semi-árido. Abrange os municípios de Sousa e Antenor Navarro, na Paraíba, ocupando uma área de aproximadamente 650 Km². Como ocorre com as outras porções da bacia (sub-bacias de Brejo das Freiras e Pombal), “assemelha-se a um polígono irregular alongado-se elipticamente na direção E/W”, (Tinoco & Mabesoone, 1975).

A seqüência sedimentar da sub-bacia de Sousa é representada pelo Grupo Rio do Peixe, composta de arenitos, folhelhos e argilitos. Capeando essa seqüência, assentam-se discordantemente os cascalhos da Formação Moura, cuja acumulação baliza os níveis de terraços mais antigos da região. Terraços mais jovens com acumulação de areias e argilas testemunham variações do nível dos rios, em épocas mais recentes do Quaternário. Todo o conjunto acha-se circundado pelo cristalino pré-cambriano.

3.1 ASPECTOS GEOGRÁFICOS

3.1.1 Localização

A área estudada localiza-se entre os meridianos de 30°30' e 38°10' a oeste de Greenwich e os paralelos de 6°40' e 6°30' ao sul do equador, coincidindo com as regiões fisiográficas do Baixo Sertão do Piranhas e Alto Sertão da Paraíba (Atlas Geográfico da Paraíba, 1965), nos municípios de Sousa e Antenor Navarro (Figuras 1 e 2).

A faixa que representa a bacia de Sousa está orientada na direção E/W, contactando a W com a bacia de Brejo das Freiras. Para o sul, os terrenos sedimentares terminam ao pé das escarpas da falha de São Gonçalo e falhas adjacentes e, ao norte e ao leste, encontra-se o cristalino em contato de não conformidade.

A bacia tem um comprimento de 57,4 Km e sua maior largura é de 17 Km a leste da falha de Bé.

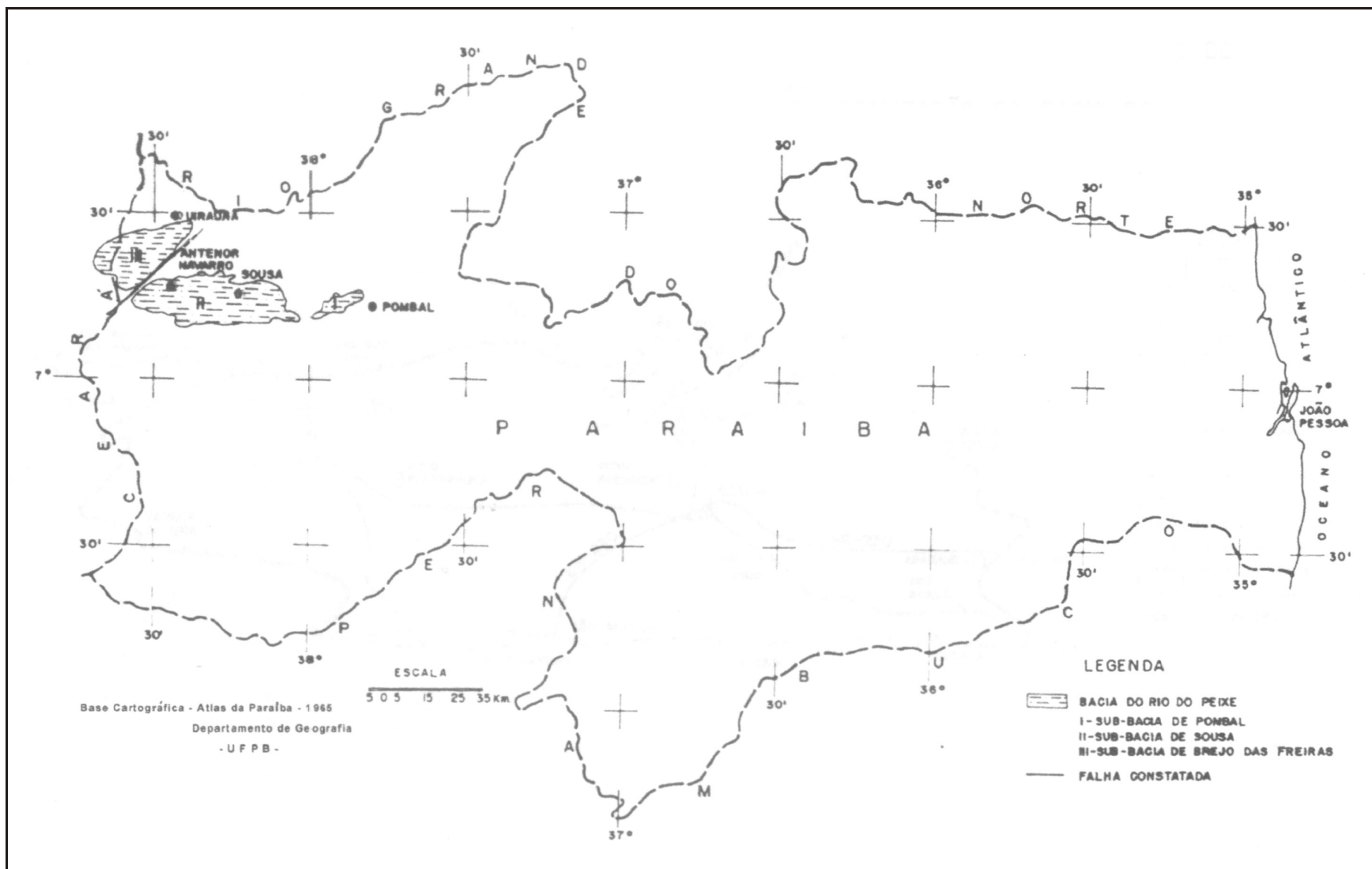


Figura 1 - Mapa de Localização da Bacia do Rio do Peixe

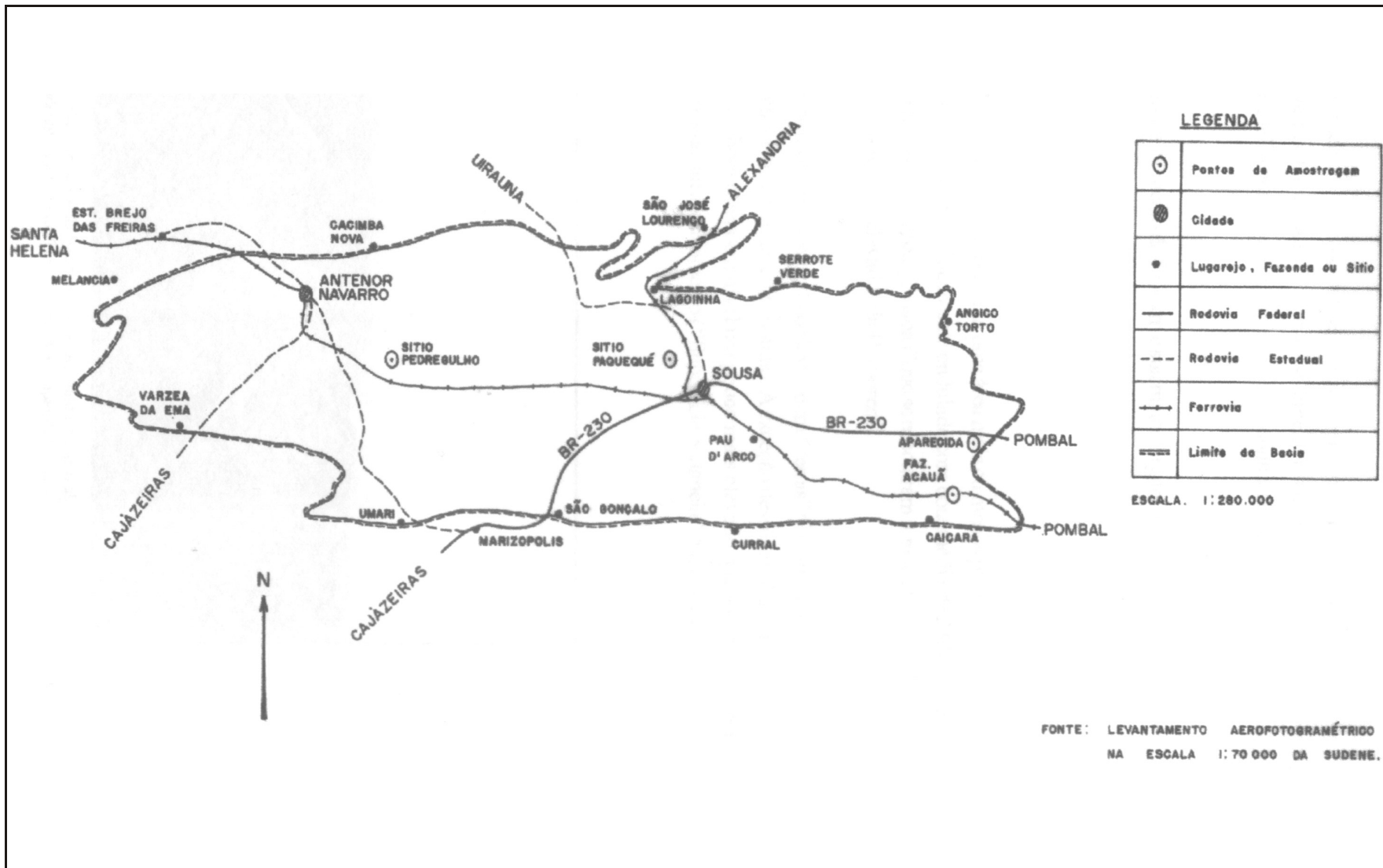


Figura 2 - Bacia de Sousa (vias de circulação e pontos de amostragem)

3.1.2 Relevo

A bacia morfológica de Sousa representa uma área mais ou menos plana com suave inclinação para o sul, no interior da qual o relevo é fracamente ondulado com cota média de 230 m. Encaixa-se em uma das chamadas “superfícies baixas pediplanadas” que se encontram numa altitude de 100 a 300 m (Moreira, 1977) na periferia dos relevos da Borborema.

Circundando o aplainamento, o cristalino eleva-se em “serras” (Pitombeiras, Rajada e Acauã, com 430 m e a da Estrela, com 390 m, ao norte, entre outras). À exceção desses alinhamentos, o relevo no cristalino não é vigoroso e, embora esteja em nível um pouco mais elevado que a Bacia, a superfície cristalina também exhibe feições de um aplainamento (“Superfície Sertaneja”, Mabesoone e Castro, 1975) (Foto 1).



3.1.3 Clima

Os elementos e fatores climáticos desempenham um papel muito importante na bacia de Sousa, dada a sua influência sobre a vegetação, condicionando, desse modo, o intemperismo e o próprio relevo, assim como as atividades humanas e econômicas.

Como em toda a região Nordeste do Brasil, a diferenciação climática não pode ser feita com relação às temperaturas que, com exceção de relevos mais elevados encontrados em outras áreas da Borborema, apresentam homogeneidade espacial e uma variação anual pouco significativa. Na bacia de Sousa, os diagramas climáticos de Antenor Navarro e Sousa mostram que a temperatura se mantém elevada durante todo o ano (média de 27°C) e a amplitude gira em torno de 5° a 8°C. Os meses mais quentes são novembro e dezembro, coincidindo com o final da estação seca. Março e abril são, geralmente, os meses menos quentes.

Ao contrário do que acontece com as temperaturas, são os dados pluviométricos que diferenciam os climas do Nordeste, quer quanto à sua quantidade, quer quanto ao seu regime (Guerra, 1971). As chuvas variam consideravelmente no total das médias anuais. Na maioria dos climas, há uma nítida separação entre os períodos chuvosos e secos que pode durar de um a onze meses (Figura 3).

Por influência da menor ocorrência dos sistemas de correntes atmosféricas, cuja passagem é marcada por chuvas, há uma tendência geral para a diminuição dos totais pluviométricos do litoral para o interior (Nimer, 1977). Assim, os totais de precipitação da bacia de Sousa estão em torno dos 800mm anuais, mas é, sobretudo, a irregularidade das mesmas que cria condições de semi-aridez. Esse fenômeno é comum nas regiões tropicais pouco sujeitas às influências marítimas, onde a repartição das chuvas se caracteriza por sua concentração em poucos meses. No Sertão paraibano, cujas precipitações dependem das correntes perturbadas do norte (CIT – Convergência Intertropical), o trimestre mais chuvoso está nos meses de fevereiro a abril, ou seja, verão-outono. Os meses de estiagem prolongam-se de maio a dezembro.

Com base na duração dos períodos secos, Nimer (1977) classificou essa área como semi-árida quente, variedade mediana (7 a 8 meses secos).

Segundo a classificação de Köppen, estamos diante de dois tipos climáticos na região: o tipo Aw' quente e úmido com chuvas de verão-outono que domina na parte centro-ocidental da bacia e o BShw', com chuvas de verão que ocorrem na porção oriental (SUDENE, 1973) (Figura 4).

Na classificação bioclimática de Gaussen, aplicada pela CEPA (1973) à Paraíba, a área em apreço estaria enquadrada no tipo climático 4 ath, tropical quente de seca acentuada, com temperatura média do mês mais frio acima de 15°C, apresentando um índice xerotérmico entre 200 a 150, com 7 a 8 meses secos (Figura 5).

3.1.4 Vegetação

Toda a área estudada acha-se encoberta por uma vegetação xerofítica, cujos aspectos variam de um local para o outro, ocasionados por fatores edáficos, climáticos e até mesmo antrópicos.

A caatinga (do indígena: caa = mata e tinga = branca, clara, aberta) pode ser descrita como mata seca, aberta, decídua, verde na estação chuvosa, com árvores baixas ou médias e arbustos espinhosos (Fotos 2 e 3).

Característica de climas com estação seca prolongada, a caatinga sofre adaptações que lhe permitem suportar a longa estiagem e a forte evaporação aliada às temperaturas elevadas reinantes na região. Como consequência, observa-se nos vegetais uma completa perda das folhas na estação seca, a inexistência de folhas largas, a predominância de folhas pequenas e móveis e a profunda ramificação das árvores e arbustos espinhosos.



Foto 2 – Caatinga da região de Sousa na época das chuvas. Observa-se o estrato arbustivo e a cobertura de plantas rasteiras.



Foto 3 – Caatinga da região de Sousa na época da estiagem, sem folhas e sem estrato rasteiro.

Uma das primeiras descrições da paisagem florística da região de Sousa foi feita por Luetzelburg (1923), que identificou ali diversas associações vegetais xerofíticas: as áreas de matas de vazantes, a caatinga verdadeira e os adensamentos de palmeiras e outras árvores descritos como “carnaubais compactos e outras árvores, cujos troncos cortados abundam na região das várzeas de Sousa e demonstram que ali houve outrora matas”.

A mata de várzea e os carnaubais, presentes na paisagem, são considerados por Hulck (1972) variedades de matas secas ou agrestes, onde “plantas sub-xeromorfas formam uma cobertura pouco densa em que se encontram várias espécies locais de caatinga verdadeira”. Essas matas se desenvolvem no solo das várzeas, temporariamente inundadas. Este solo retém alguma umidade, de modo que as gramíneas e ciperáceas aparecem recobrimo-o e as cactáceas não estão presentes. São comuns nessas matas espécies pertencentes aos gêneros Aspidosperma, Caesalpinia, Bowdichia, Cróton, Jatropha, entre outros (Fotos 4 e 5).

Os carnaubais aparecem nas baixadas, onde o lençol freático é pouco profundo. As palmeiras (*Copernicia cerifera*), alcançam 16 a 20 metros de altura e se adensam ao longo do Rio do Peixe e na área de confluência com o rio Piranhas.

A caatinga propriamente dita é do tipo arbustivo e arbóreo, remanescente das matas xerofíticas nativas que predominam extensivamente em todo o Nordeste semi-árido (SUDENE, 1975).

Na classificação de caatinga de Egler (1975), o tipo arbustivo e arbóreo denso é aquele em que os arbustos formam bosques densos, ocorrendo árvores isoladas: é o tipo mais distribuído na região.



Foto 4 – Aspecto da mata de vazante, comum às margens dos rios do Peixe e do Piranhas. Sítio Paquequé – município de Sousa.

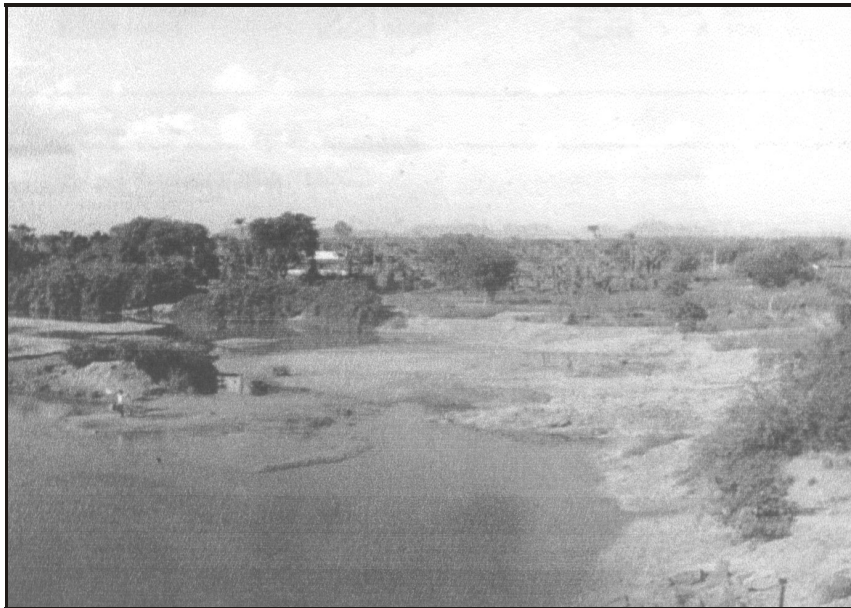


Foto 5 – Leito e várzea do Rio do Peixe, em Aparecida, município de Sousa. Vê-se a mata de várzea com carnaubais e outras árvores.

A caatinga arbustiva é formada por uma sucessão de estratos distintos, com dominância do arbustivo, homogêneo quanto à altura, com espécies espinhosas de folhas decíduas, entremeado de cactáceas de grande porte que se sobressaem a esse estrato. Nessa vegetação, reconhece-se: uma sub-vegetação de gramíneas, leguminosas, malváceas e convolvuláceas que abundam no inverno, como o quebra-panela (*Eromphrema demissa*, Mart.), o mata-pasto (*Cássia uniflora*, Mill), a jitirana (*Ipomea glabra*, Croisy). Aqui se encontram também cactáceas como o xique-xique (*Pilocerus goumellei*), a palma de espinho (*Opuntia* sp.) e bromeliáceas como a macambira (*Bromélia laciniosa*); um estrato arbustivo, onde se encontram o mofumbo (*Combretum leprosum*, Mart.), o marmeleiro (*Cróton nemyargyens*, Muell), a jurubeba (*Solanum paniculatum*, Linn); um terceiro estrato é formado por árvores de copa baixa e galhos curtos, como a oiticica (*Licania rigida*, Benth), o juazeiro (*Ziziphus joazeiro*, Mart.), o ipê (*Tecoma chysotricha*, Mart.), a aroeira (*Schimons aroeira*, Vell), a canafístula (*Cassia fistula*, Linn), entre outras.

As zonas de caatinga densa e compacta coincidem com os locais de relevo mais elevado, nos quais há também restos de matas xerofíticas nativas. Em toda a região, vemos os efeitos da ação antrópica que reduziu sobremaneira a vegetação original, acelerando os processos de intemperismo.

3.1.5 Drenagem

Os fatores litológicos, estruturais e, sobretudo, os climáticos, são os condicionantes que explicam a organização e tipo de escoamento superficial da bacia.

A longa estação seca (7 a 8 meses) e o curto período de chuvas concentradas são responsáveis pela periodicidade dos rios dessa região. Durante os meses chuvosos, esses rios de leitos rasos recebem água, verificando-se um escoamento tipo torrencial, muitas vezes com “cheias” que inun dam as regiões ribeirinhas (Foto 6). Cessadas as chuvas, a forte evaporação seca aos poucos essas águas que se concentram em canais no meio de bancos de areia (Foto 7). Por fim, as águas secam totalmente, os leitos viram caminhos de areia e cascalhos durante a estiagem.

A presença de rochas argilosas dominantes no centro da bacia, aumenta o escoamento superficial dessas áreas em que a vegetação também não oferece uma proteção eficaz. As chuvas fortes escavam ravinas nas vertentes, alagam as estradas e concentram-se nas baixadas. Com a seca, a forte insolação seca a lama dos caminhos e as gretas de contração substituem a lama desses locais.

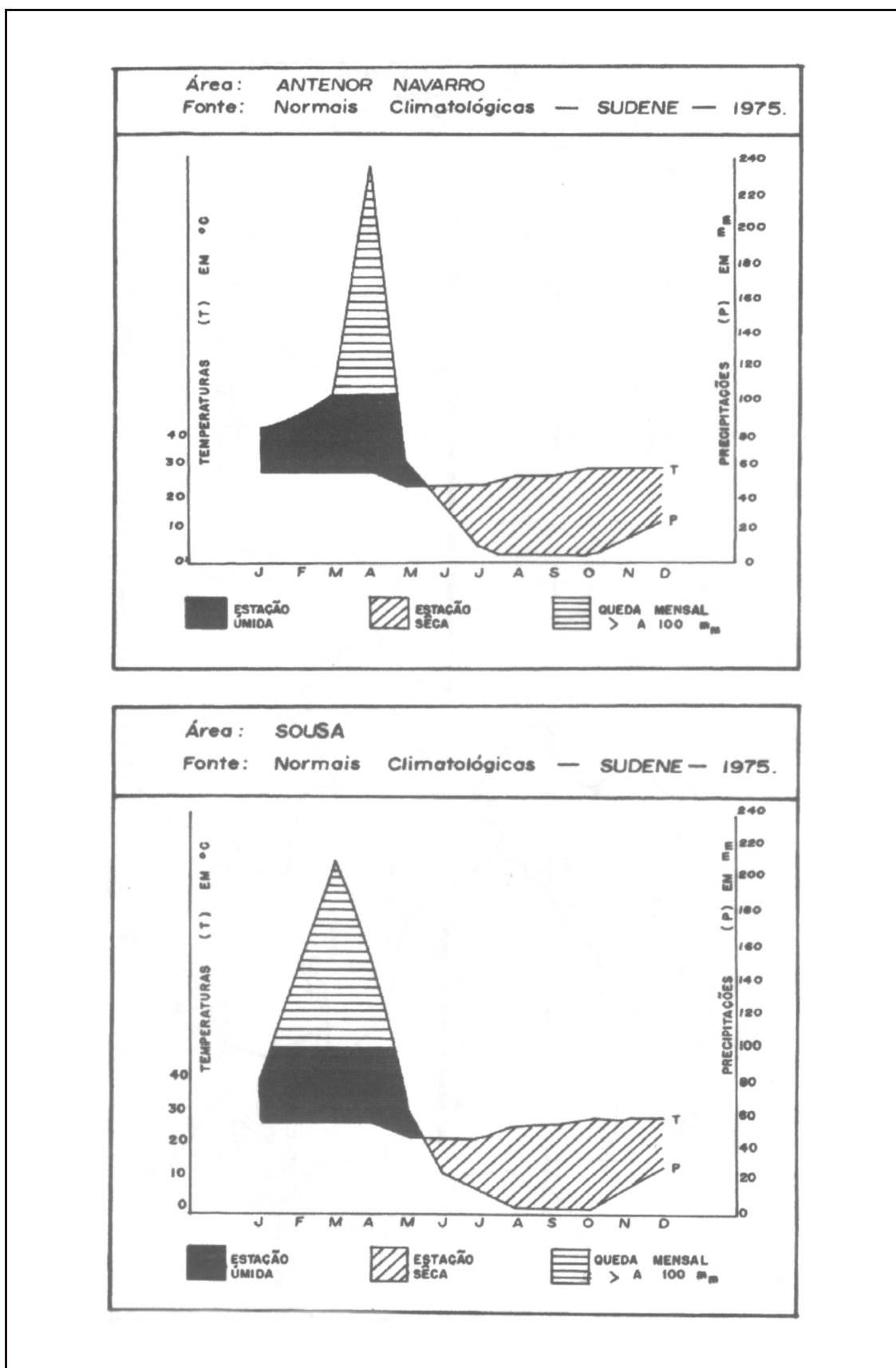


Figura 3 - Diagrama Climático de Antenor Navarro e Sousa - PB

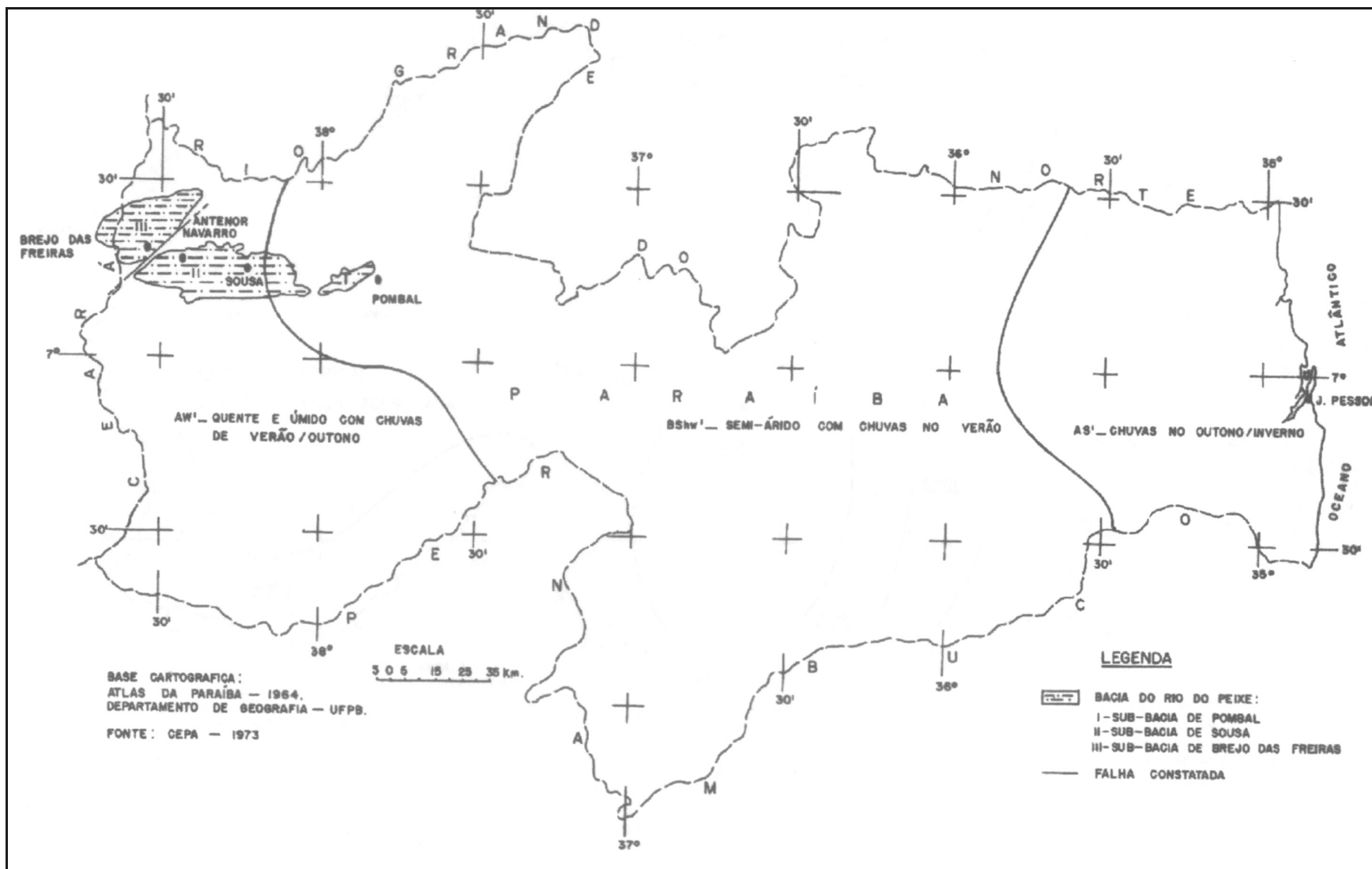


Figura 4 - Cartograma Climático da Paraíba (segundo Köppen)

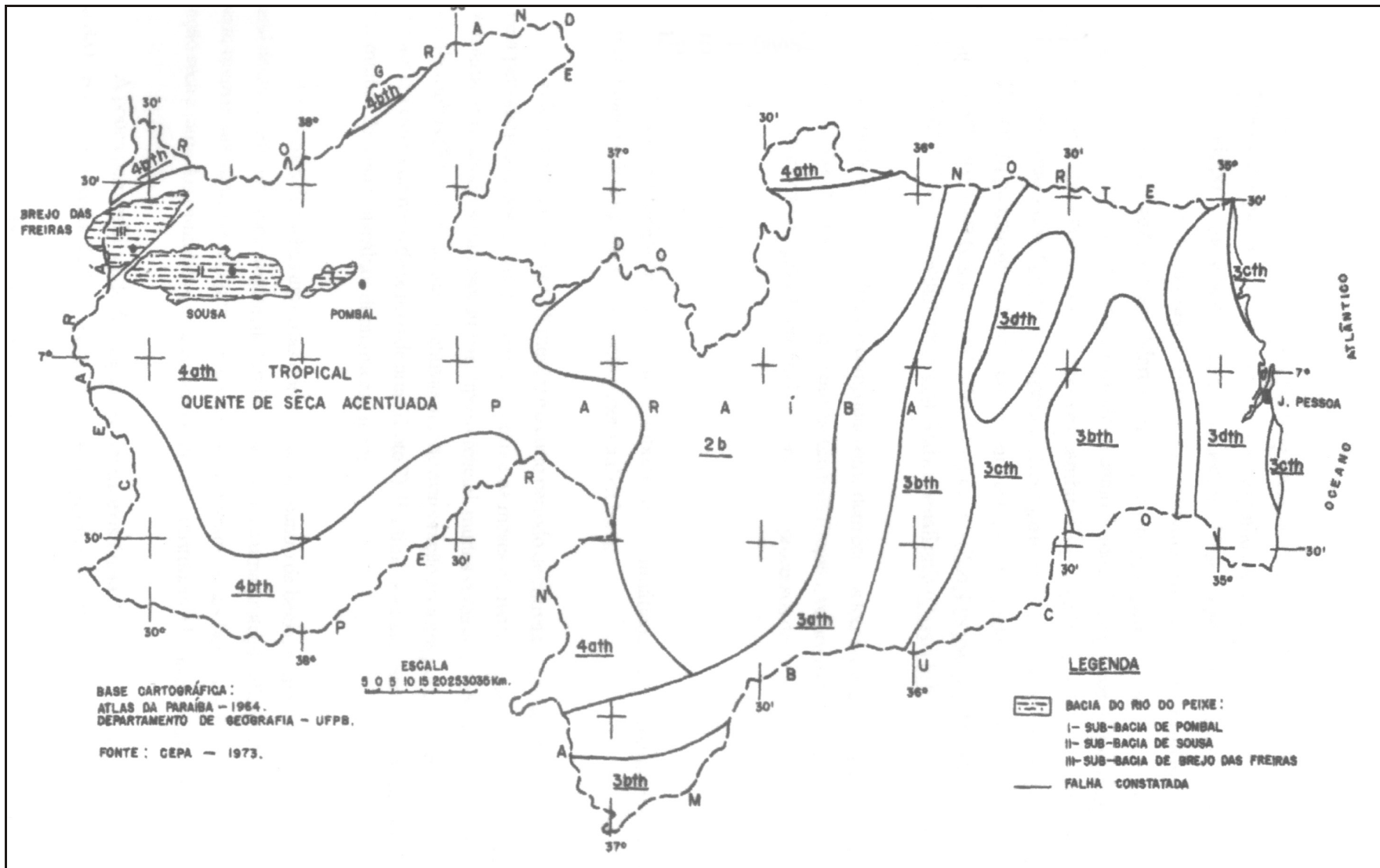


Figura 5 - Divisão Bioclimática da Paraíba (segundo Gaussen)



Foto 6 – Rio do Peixe no início da estação chuvosa.
Sítio Paquequé, município de Sousa.



Foto 7 – Canal ocupado pelo Rio do Peixe, na estiagem.
Aparecida, município de Sousa.

À pouca permeabilidade das argilas se deve à existência de numerosas lagoas na região: Lagoa do Forno, Lagoa Redonda, Lagoa dos Pássaros, Lagoinha, etc. (Foto 8).

O Rio do Peixe, por sua extensão e largura do seu vale, dentro da Bacia Rio do Peixe (drena as sub-bacias de Sousa e Brejo das Freiras), pode ser considerado aqui, o elemento principal da drenagem da área, justificando com isso que a bacia recebesse seu nome. Esse rio corta a bacia de Sousa no sentido E/W, inflexionando para o sul, próximo ao limite oriental da

bacia onde conflui com o rio Piranhas. Seus principais afluentes nascem nas áreas cristalinas (riacho Zé Dias, Riachão, Cacaré, do Cupim, das Araras, do Boi Morto), exibindo cursos extensos e padrão dendrítico sub-paralelo, dentro da área sedimentar.



Foto 8 – Uma das lagoas da bacia de Sousa: Alagoinha, município de Sousa – PB.

O rio Piranhas drena a bacia de Sousa, ao sul, a partir do açude de São Gonçalo, onde parte de suas águas é desviada para irrigação (Fotos 9 e 10). Seus afluentes também vêm das “serras” cristalinas que limitam meridionalmente a bacia (riachos: Lamarrão, da Picada e Mutuca), todos eles condicionados a linhas estruturais, paralelos, apresentando uma rede retangular no traçado dos sub-afluentes. Comumente, tais afluentes atravessam a “serra cristalina”, em passagens “heróicas”: os boqueirões.

A organização dessa drenagem é superimposta e contribuinte na elaboração da Superfície Sertaneja. Atualmente, devido ao rebaixamento do nível de base geral da região, essa drenagem escava vales onde deposita os terraços mais recentes (Fotos 11 e 12).

A morfologia da rede de drenagem é controlada estruturalmente pelas inclinações das camadas sedimentares e pelas falhas que ocorrem na região. São comuns os trechos retilinizados nos dois principais rios. Movimentos tectônicos mais recentes podem ser responsáveis pelo deslocamento do Rio do Peixe, para o norte, testemunhado pelos terraços e aluviões mais extensos na margem direita do rio. Também o rio Piranhas que, ao penetrar na bacia, segue a direção dos demais afluentes, correndo para o eixo hidrográfico que é o Rio do Peixe, muda de direção próximo a Conceição e Mãe D’água (SW/NE e NW/SE). Prova este rio adaptar-se ao sistema de fraturas da área e passa a correr entre blocos do arenito Piranhas.

Por fim, desviando-se para sudeste, corre paralelo ao Rio do Peixe, com quem se reúne em Acauã.

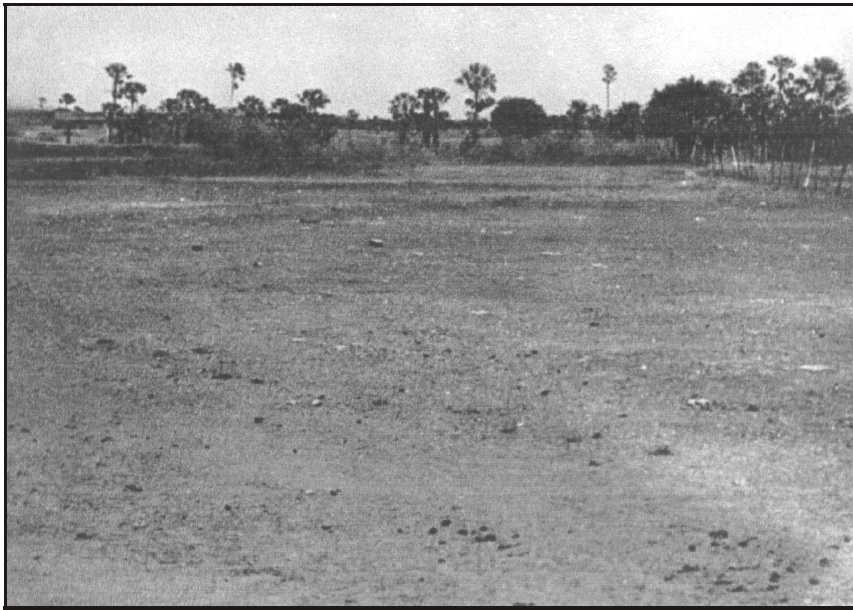


Foto 9 – Várzea do rio Piranhas na localidade de Acauã, município de Sousa.

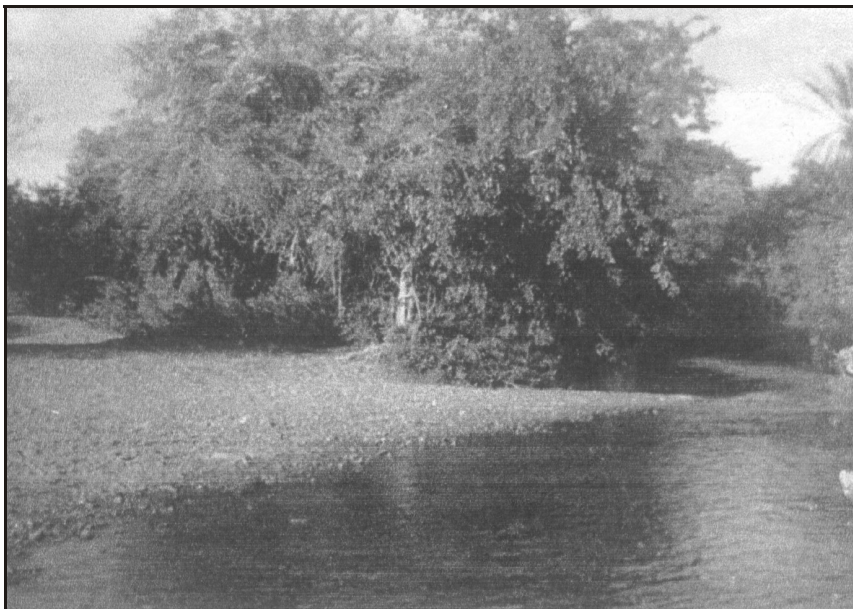


Foto 10 – Margem do rio Piranhas, em Acauã. O rio tem leito muito raso e revestido de seixos.



Foto 11 – Sedimentos atuais do vale do Rio do Peixe, em Aparecida, município de Sousa.



Foto 12 – Curva do Rio do Peixe, vendo-se o nível do terraço inferior (T_3).
Sítio Paquequé, município de Sousa.

3.1.6 Associações pedológicas

O levantamento dos solos da área da bacia indica a presença de um quadro bem variado, face às diferenças do material originário, sugerindo um mosaico onde ocorrem os grupos de solos: Vertissolos, Solonetz solodizados, Litólicos Eutróficos e Aluviais Eutróficos (SUDENE, 1972).

O grupo dos Vertissolos se caracteriza como uma associação complexa de vertissolos, solonetz solodizados e solos aluviais eutróficos. Ocupa 31% da área do município de Sousa (Coelho, 1978), ocorrendo na parte central do município. Origina-se de sedimentos cretáceos do Grupo Rio do Peixe (folhelhos e argilitos) e, assim, encontra-se descrito:

V₄ – “Associação complexa de Vertissolo fase caatinga hiperxerófila relevo plano e solonetz solodizado, textura indiscriminada fase caatinga hiperxerófila relevo plano e solos litólicos eutróficos com A fraco textura indiscriminada fase pedregosa e rochosa caatinga hiperxerófila relevo plano e suave ondulado, substrato arenito e folhelho e solos aluviais eutróficos textura indiscriminada fase caatinga hiperxerófila relevo plano” (SUDENE, 1972).

Os vertissolos possuem alto teor de argila (morilonita) apresentando elevada capacidade de troca de cátions, e fendilhamento na estação seca. Originam-se dos argilitos e folhelhos calcíferos do grupo Rio do Peixe. Os solos tipo solonetz solodizado são rasos com drenagem imperfeita ou má. É o segundo componente da bacia cretácea e de associações pedológicas em todo o estado, principalmente “nas áreas semi-áridas, às margens dos cursos d’água intermitentes, nas porções terminais de voçorocas e em áreas onde se formam bacias” (SUDENE, op. cit.). Originam-se de sedimentos não consolidados arenoso-quartzosos do Holoceno, arenito e folhelhos do Cretáceo em relevo plano com pequenos desníveis. Solos típicos litólicos eutróficos com A fraco, textura indiscriminada relevo plano, são componentes das associações dos dois primeiros e originam-se do substrato onde estão incluídos conglomerados, arenitos e folhelhos do Grupo Rio do Peixe. Os solos aluviais eutróficos desenvolvem-se a partir de sedimentos aluviais de natureza e granulometria variadas, referidos ao Holoceno. Ocorrem na bacia sedimentar cretácea, ao longo das planícies de inundação dos cursos d’água, com relevo plano de altitudes em torno de 200m sempre ocupando as cotas mais baixas da região.

Todas essas associações de solos ocorrem sob climas 4ath de Gaussem ou Aw' de Köppen, sob uma vegetação de caatinga hiperxerófila arbustiva, típica dessa região.

3.2 ASPECTOS GEOLÓGICOS – ESTRUTURAIIS

A bacia sedimentar do Rio do Peixe é descontínua e composta por três blocos ou sub-bacias: Pombal, Sousa e Brejo das Freiras, sendo as duas últimas separadas por um intenso falhamento SW-NE, no qual se relaciona a fonte termal de Brejo das Freiras. Essas secções apresentam uma forma poligonal e irregular e se encontram encravadas por tectonismo, no cristalino circundante.

O complexo cristalino que limita a bacia se apresenta muito falhado e fraturado, principalmente nos seus limites meridionais, onde a bacia termina na extensa falha W-E. É constituído por rochas graníticas e gnáissicas do pré-Cambriano indiviso (DNPM, 1974), que afloram ao norte enquanto, ao sul, dominam os migmatitos heterogêneos (Costa, 1969).

As rochas pré-Cambrianas do embasamento possuem, ao sul da bacia, uma faixa de lineamentos leste-oeste, de Cajazeiras para o ocidente começam a arquear ligeiramente para o norte (lineamento Patos). Ao norte dessa faixa, as linhas estruturais são de direção nordeste, curvando-se para oeste até alcançarem-na. Paralelas a esse alinhamento, observam-se diversas outras faixa menores (Braun, 1969).

Relíquias de uma antiga capa contínua de sedimentos devonianos são encontrados nas regiões de Umari e Brejo das Freiras (Mabesoone, informação verbal). Trata-se da formação Tacaratu (Barbosa et alii, 1970). São sedimentos do tipo conglomerado e arenito conglomerático que capeiam o cristalino, mas não pertencem à bacia sedimentar, cujo desenvolvimento fica restrito ao Neocomiano, mas que são parte do embasamento da bacia (Beurlen, 1976).

A seqüência sedimentar é constituída por um pacote inferior arenítico, de origem fluvial, torrencial (Formação Antenor Navarro), um pacote médio, microclástico, de origem lacustre e fluvial de correntes fracas (Formação de Sousa) e um pacote superior arenítico de origem fluvial (Formação Piranhas) (Figura 6).

Toda a seqüência do grupo Rio do Peixe apresenta em fotografias aéreas ondulações de direções estruturais convergentes nos limites das linhas de falhas, evidenciando, assim, “uma movimentação lateral transcorrente, concomitante a um novo afundamento assimétrico (2ª fase de reativação, pós Grupo Rio do Peixe), sendo pronunciado, ao sul da bacia, razão do mergulho secundário que a seqüência apresenta para o sul, sudeste ou sudoeste” (Albuquerque, 1970) (Ver mapa geológico).

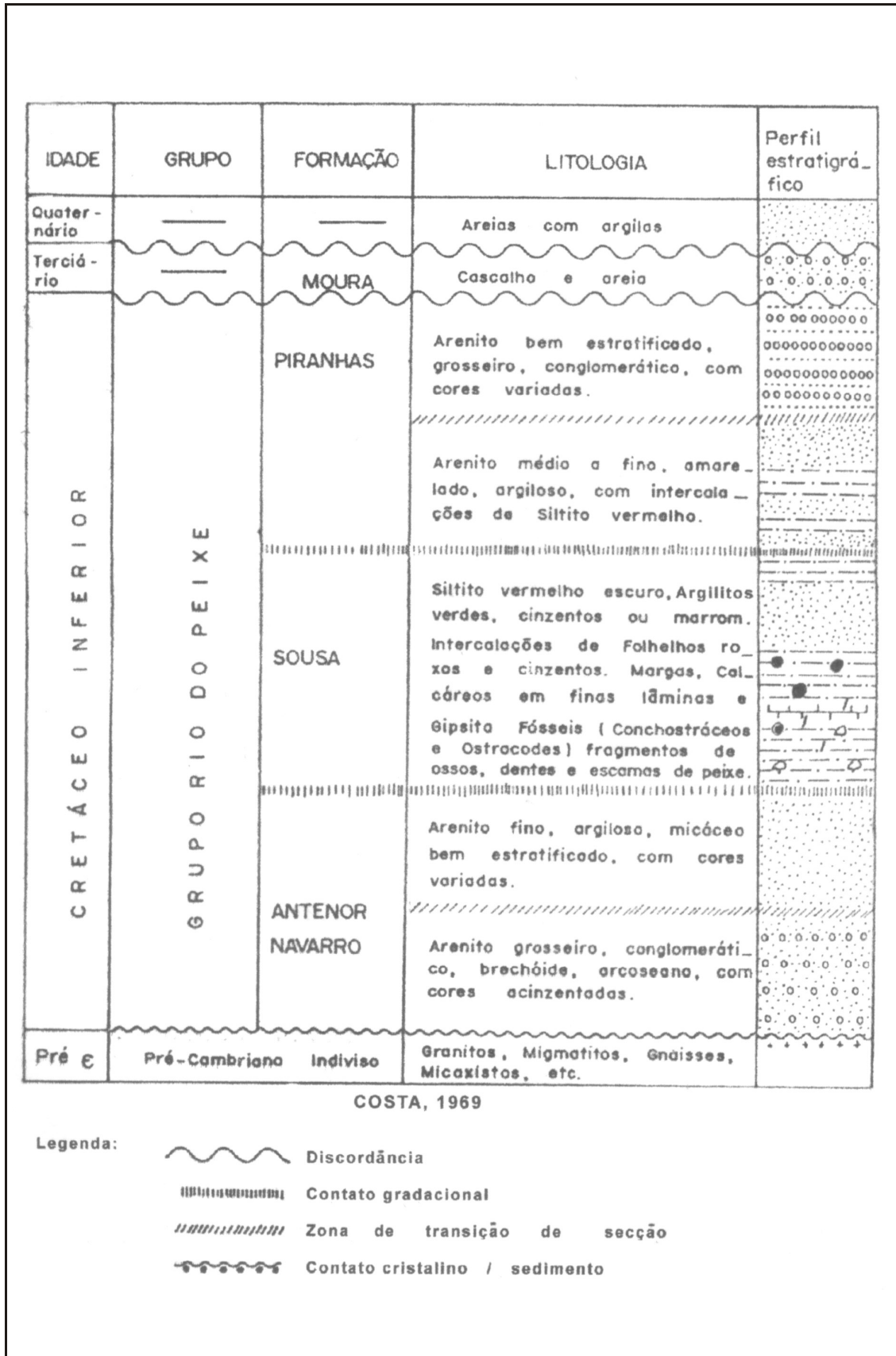


Figura 6 - Coluna Litoestratigráfica do Grupo do Rio do Peixe

Para Braun (1969), os falhamentos deram peculiaridades a estrutura das camadas e, assim, os anticlinais e sinclinais são conseqüência dos esforços conjugados na convergência de várias falhas. Essas falhas são freqüentes na parte centro-ocidental da bacia, onde existia uma concentração de linhas de ruptura, observada através do condicionamento dos cursos d'água e pela modificação nas atitudes das camadas.

Durante a fase de aplainamento do Pleistoceno inferior (Superfície Sertaneja), espessas camadas de seixos, imersos numa matriz areno-argilosa, foram depositados pelos rios da região. São depósitos correlativos da elaboração do pediplano inferior da região e constituem a Formação Moura (Mabesoone & Campanha, 1974). Encontra-se sobre as colinas recobrando a Formação Sousa, e remanejada pelas vertentes.

4. GEOMORFOLOGIA

4.1 FORMAS E PROCESSOS MORFOGENÉTICOS

Os processos geomórficos atuantes na bacia de Sousa fazem parte de um sistema morfoclimático que abrange no Nordeste um domínio bem caracterizado: o do sertão semi-árido.

A chamada “morfodinâmica das caatingas” (Moreira, 1977), tem como componentes principais a desagregação mecânica das rochas e o escoamento superficial. A eles vêm se associar os processos bioquímicos e químicos de importância secundária na elaboração do modelado.

Na bacia de Sousa, a morfogênese é típica de clima semi-árido, marcado por temperaturas elevadas todo o ano e chuvas concentradas, atingindo o rigor máximo da estiagem de setembro a dezembro.

A natureza dos processos e a sua intensidade são afetadas pelo rigor da semi-aridez (da qual depende o tipo de caatinga e a proteção que esta oferece ao solo e à rocha nua), mas também pela estrutura e litologia dos afloramentos.

Na estiagem, às expensas das variações térmicas diurnas, há o predomínio da desagregação mecânica. Este processo atinge os arenitos da bacia que se desagregam sob efeito do alargamento das diáclases, liberando grandes blocos que são, em seguida, reduzidos pela alteração, fornecendo areias (Fotos 13 e 14).

As alternâncias de temperatura aliadas à ação de mecanismos internos de pressão afetam os maciços graníticos das bordas da bacia onde são comuns às formas de lajes lascadas, os matacões e as arenas quartzosas. Estas são produtos residuais onde micas e feldspatos são atacados em primeiro lugar.

Nos siltitos e argilitos na Formação Sousa, as alternâncias de umidade e dessecação provocam as gretas de contração, notadamente nos vertissolos de textura argilosa.



Foto 13 – Blocos de arenito Antenor Navarro fragmentado segundo os planos de diáclases. Malhada da Pedra, município de Antenor Navarro.



Foto 14 – Outro aspecto do dismantelamento dos blocos de arenito, vendo-se, no primeiro plano, sinais de alteração dessas rochas. Lagoinha, município de Sousa.

MAPA GEOLÓGICO DA BACIA DO RIO DO PEIXE

A decomposição química torna-se evidente nas rochas compactas e maciças, nas quais os sistemas de diáclases ou juntas favorecem a infiltração e concentração das águas das chuvas que vão hidrolisar os feldspatos e ferruginar as micas, enquanto que os quartzos mais resistentes dão origem às areias grosseiras (Moreira, 1977). A decomposição bioquímica tem início com o ataque às rochas a partir das linhas de fragilidade, onde se fixa a vegetação pioneira de musgos e líquens.

Papel muito importante é atribuído ao escoamento superficial que adquire expressão com as primeiras chuvas após a longa estiagem. São chuvas concentradas, tipo aguaceiros que levam a um escoamento difuso ou laminar, principal agente no transporte de detritos, oriundos da desagregação mecânica.

As vertentes são assim, submetidas a um intenso escoamento difuso que se organiza em pequenos regos de 10 a 15cm de largura, sobre o solo nu, e se divide ao encontrar moitas e arbustos e se concentra logo após. Transporta areias e siltes. A areia geralmente fica retida ao menor obstáculo, como tufo de vegetação e gravetos. Ela é sem cessar redepositada, retomada e só pode caminhar em declives suaves (4° a 5°), no mínimo. O silte, pelo contrário, atinge sem dificuldade o sopé das vertentes e se decanta nas baixadas submetidas a inundações periódicas.

A ablação por erosão pluvial e escoamento difuso é considerável. Lava sem cessar o horizonte superficial, mantendo os solos pouco espessos. Entretanto, é a pedogênese que lhe dá eficiência morfogenética, que lhe coloca à disposição, os grãos e as partículas de silte que utiliza (Tricart, 1950).

A superfície dos glaciais é dissecada pelo escoamento superficial. Após os fortes aguaceiros, estabelecem-se redes de drenagem de pequenas ravinas cujos ramos superiores logo desaparecem. Entretanto, as correntes alimentadas com maior regularidade são capazes de cortar esses glaciais. Sobre esses cursos d'água, Moreira (1977) dá as seguintes características: "São rios que apresentam perfil longitudinal fracamente inclinados e perfil transversal com vertentes côncavas suavemente inclinadas; são pouco profundos, arenosos e incorporam, a cada enxurrada, materiais oriundos da desagregação mecânica das rochas, da erosão dos solos e dos próprios glaciais".

Gradualmente, os glaciais passam a terraços fluviais que representam o rebaixamento da superfície da Bacia. Foram identificados três níveis de terraços: um nível superior (15 – 16m), um nível médio (7 – 9m) e um nível inferior (2 – 3m).

4.2 COMPARTIMENTAÇÃO DO RELEVO

Foram consideradas as seguintes unidades que constam do mapa geomorfológico anexo:

- As “serras” cristalinas;
- A baixada sedimentar;
- As planícies aluviais.

4.2.1 As “serras” cristalinas (p^o)

As áreas cristalinas que circundam a bacia são modeladas em “serras” e vales, associados a feições estruturais, principalmente, falhamentos. Ao norte da região, geralmente, apresentam direção NE – SW e, ao sul, direção E – W. Possuem uma altitude média de 400m, chegando algumas a ultrapassar os 500m. Entre as “serras” nas áreas baixas, a altitude média está em torno dos 300m: nível da Superfície Sertaneja.

A drenagem aparece adaptada às linhas de falhas e fraturas, comumente, apresentando padrão retangular. Os rios nascem nessas áreas cristalinas e se espraiam ao atingirem a baixada sedimentar.

As rampas de material coluvial podem ser observadas nos “pés de serras” desenvolvidos na Bacia.

4.2.2 A Baixada Sedimentar

Em nível altímetro inferior à área cristalina, esta unidade é a mais extensa aqui considerada. Corresponde à superfície da bacia de Sousa (nível do terraço superior). Nela se encontram rochas sedimentares de natureza diferente: arenitos da base e do topo do Grupo Rio do Peixe, a N e NW, siltitos e argilitos que afloram, sobretudo, no centro da bacia, além de cascalhos, colúvios e aluviões. O conjunto é cortado pela drenagem do Rio do Peixe, do rio Piranhas e dos afluentes (Foto 15).



Foto 15 – Contraste topográfico da Bacia de Sousa: a baixada sedimentar e as “serras” que a limitam (norte da bacia de Sousa).

Observamos na baixada as seguintes formas de relevo:

- Colinas de vertentes abruptas, dissecadas – (Cr)

Ocorrem normalmente nas rochas areníticas de granulometria mais grosseiras e resistente. As altitudes variam de 240 a 260m e os declives são fortes (40° a 45°, aproximadamente). Encontram-se muito dissecadas por uma rede de pequenos canais que se aprofundam facilitados pelo diaclasamento dos arenitos. São freqüentes os blocos rochosos que se destacam e rolam sobre as encostas onde se acumulam. Estas formas se encontram freqüentemente recobertas pela caatinga, o que dificulta o seu reconhecimento.

- Colinas de declive suave, dominantes no centro da bacia – (Cs)

São colinas modeladas em rochas siltico-argilosas, de formas amplas, com declives suaves (Fotos 16 e 17). As rochas tenras e friáveis desses relevos facilitam a ação do escoamento superficial que modela essas colinas. A ocorrência de níveis de rocha mais resistentes (calcários), orienta a evolução das vertentes, fazendo surgir vários níveis de dissecação (Foto 18). Sobre essas colinas coincidem as maiores acumulações de cascalhos da Formação Moura, antigos terraços fluviais dos rios do Peixe e do Piranhas (Fotos 19 e 20).

- Os glaciais

Inclinam-se suavemente ao pé das elevações cristalinas circundantes, em direção ao centro da bacia. Os mais extensos se localizam ao norte, porém, dado ao pequeno ângulo de inclinação, não são facilmente reconhecíveis (Foto 21). São superfícies descontínuas, dissecadas pela

drenagem local, passando a terraços próximos aos rios. Essa característica de descontinuidade justifica o uso do símbolo em traços interrompidos, escolhidos para a legenda. Os glaciais coluviais de menor extensão podem ser reconhecidos ao norte e ao sul da Bacia. Esses glaciais superpõem-se aos anteriores e também se inclinam para o centro da Bacia (rampas de colúvio).



Foto 16 – Aspectos do relevo de colinas suaves do centro da bacia de Sousa.
Estrada Sousa – Aparecida.



Foto 17 – Outro aspecto das colinas suaves modeladas em rochas da Formação Sousa. Estrada Sousa – Aparecida.

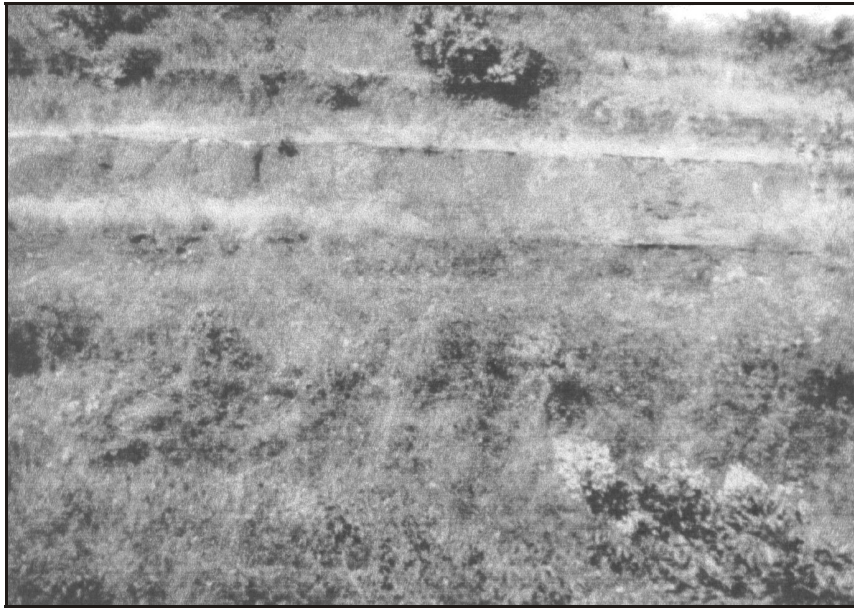


Foto 18 – Dissecação dos relevos nos argilitos e siltitos. Estrada Sousa – Aparecida.



Foto 19 – Micro-modelado dos argilitos e siltitos da Formação Sousa. espalhados sobre a superfície, os seixos remanejados da formação Moura. Município de Sousa – PB.



Foto 20 – Incisões do escoamento nos relevos da Formação Sousa. Observa-se a cobertura da Formação Moura no topo e nas vertentes. Margem do Rio do Peixe em Paquequé, município de Sousa.



Foto 21 – Glacis desenvolvidos ao pé das “serras” no contato cristalino. Limite setentrional da Bacia de Sousa. Município de Sousa – PB.

4.2.3 As planícies aluviais (Pa)

Os rios do Peixe, Piranhas e seus afluentes possuem planícies fluviais largas, contínuas, devido ao pequeno declive da Bacia. A presença de canais anastomosados demonstra a freqüente mudança de curso a cada cheia.

Os níveis topográficos diferentes identificados nos vales dos rios do Peixe e Piranhas são tidos como terraços fluviais no conceito de McGee (in Bigarella et alii, 1965): “plano horizontal ou quase horizontal de maior ou menor extensão, limitado de um lado por um terreno mais elevado e noutro por uma escarpa”.

Os terraços foram designados com a letra (T) e os índices 1, 2 e 3, respectivamente, para o terraço antigo, médio e inferior ou recente. O terraço T₃ foi observado nas fotos aéreas, apenas em alguns trechos dos rios. Na realidade, existem diversos desses terraços recentes, cuja extensão, entretanto, não permite o mapeamento, por causa da escala da foto.

4.3 EVOLUÇÃO DO RELEVO

A existência de climas semi-áridos é constatada na região sertaneja a partir do Terciário Médio (Mabesoone, 1975).

No Pleistoceno Inferior, após o abaulamento da superfície Sul-Americana, desenvolveu-se um ciclo de erosão, o Ciclo Velhas, no sentido de King (1956), que foi responsável pela elaboração de uma extensa superfície aplainada: Superfície Velhas (King, op. cit.), Sertaneja (Mabesoone & Castro, 1975), Pd₁ (Bigarella & Ab’Saber, 1964).

A Superfície Sertaneja exhibe feições de ter-se submetido a uma intensa degradação sob efeitos de climas semi-áridos, os quais persistiram na região desde o Plioceno. Testemunhas disso há a caatinga, cuja adaptação requer um longo período sob igualdade de condições e a ocorrência de glaciais extensos e generalizados desde o início do Pleistoceno.

Tricart (1959) mostra que as amplitudes das variações climáticas recentes no Brasil diferem muito conforme as regiões e, ao contrário do que se pensa, são máximas no sul do país e não no norte.

Diante disso, concluímos que a antiguidade de um clima regional semi-árido está fora de dúvida. Entretanto, é viável a ocorrência de episódios climáticos em que um regime diferente do atual poderia explicar certas feições atuais do modelado. Estes episódios climáticos consistiram em cheias violentas, estiagens mais longas e freqüentes, maior ablação dos interflúvios, maior massa de aluviões que provocaram uma acumulação onde hoje há erosão linear. Isso não implicaria em clima mais seco, porque aí os rios não deslocariam os seixos até distâncias tão consideráveis. Bastaria uma notável acentuação do escoamento, o que parece ter sido provocado, essencialmente, por uma irregularidade ainda maior das precipitações, com aguaceiros fortes, secas periódicas e mais duráveis: um regime torrencial! Isto deve ter ocorrido várias vezes durante o Quaternário.

Durante as épocas de semi-aridez acentuada ocorridas no Pleistoceno Inferior, seixos, provavelmente retomados de antigos sedimentos (Formação Tacaratu?), eram carregados, durante as cheias, em correntes de areia e lama e, acumulados pelos rios em locais onde havia um certo represamento das águas, como a saída estreita da Bacia do Rio do Peixe, no vale do Piranhas (Mabesoone & Campos Silva, 1972).

Nos termos de Tricart (1966), esses depósitos podem ser considerados “terraços climáticos” edificados por modificação do clima, durante as regressões marinhas, ocorridas durante os períodos frios.

Durante as épocas glaciais do Pleistoceno Superior, que atingiram latitudes mais altas, novamente a região sertaneja se submeteu a fases de semi-aridez acentuadas, porém mais curtas, com formação de pedimentos e terraços que representam o rebaixamento da superfície das bacias sedimentares interioranas, em nível inferior àquele da superfície cristalina circundante (Mabesoone & Castro, 1975).

O novo ciclo de erosão que modelou a região a partir do Pleistoceno Superior ao Holoceno, penetrando no interior através dos vales e acumulando terraços é o ciclo polifásico Paraguaçu, no sentido de King (1956), ou as fases de pedimentação P₂ e P₁ de Bigarella e Ab'Saber (1964).

Os níveis de terraço mais altos (T₁) correspondem aos níveis de 15 – 16m, elaborados durante a glaciação Riss-Wisconsinian Inferior. O terraço médio (T₂) de 7 – 8m está relacionado à glaciação Würm- Wisconsinian Superior. O nível do terraço inferior (T₃) é um fenômeno recente, pós-würmiano (a chamada “pequena idade do gelo”).

Durante os períodos interglaciais, havia atenuação das condições de semi-aridez e a morfogênese cedia lugar à pedogênese.

Uma série de pequenos glaciais colúviais veio se depositar sobre os mais antigos nos sopés das “serras”, no interior da Bacia. Essas rampas de acumulação atestam novamente modificação no regime de escoamento. Com o aumento da contribuição dos materiais laterais, a possibilidade de evacuação ao longo do vale diminuiu, havendo um acúmulo sobre a vertente. No perfil transversal dos rios, houve uma passagem gradual dos aluviões aos colúvios, dado o desequilíbrio entre a contribuição abundante das vertentes com mobilização ativa dos detritos ao longo do vale. A análise do depósito confirma a rapidez do transporte e do depósito: são sedimentos transportados em corridas de lama, após chuvas escassas e torrenciais (Mabesoone, 1968). Assim, os colúvios possuem significado paleoclimático definido e devem estar associados a mudanças climáticas ocorridas no Dunquerkiano (Foto 22).

As ocorrências dessa evolução estão resumidas na Tabela 1.

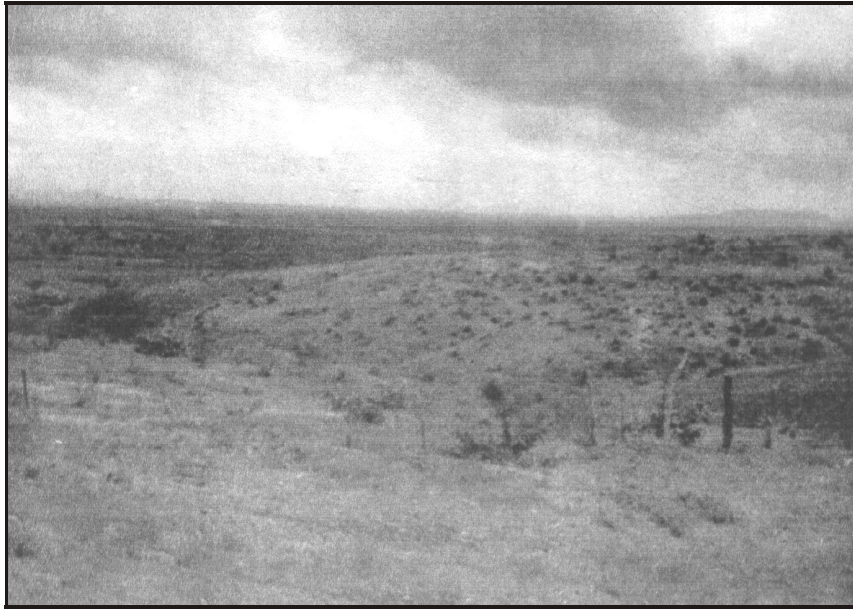


Foto 22 – Rampas de material coluvial que se desenvolvem ao pé das escarpas Cristalinas em direção ao centro da bacia. Estrada Sousa – Marizópolis.

Tabela 1 – Ocorrências do Quaternário na Bacia de Sousa

Idade e épocas conforme VAN EYSINGA. F.W.B. 1975

GEOLOGICAL TIME TABLE 3rd. ed. Elsevier Publ. Co. Amsterdam.

Época	Idade	Glaciações	Clima	Eventos
Holoceno	Atual		Semi-árido atenuado	Várzeas atuais/ fenômenos de laterização
	Dunkerquiano		Semi-árido acentuado	Pedimento/ terraço 2-3m; acumulação coluvial
	Flandriano	Fusão	Semi-árido atenuado	Pedogênese
	Tirreniano	Würm / Wiscosinian Sup.	Semi-árido acentuado	Pedimento/ terraço médio 7-8m – P ₁
Pleistoceno Superior		Interglacial	Semi-árido atenuado	Pedogênese
		Fusão		
	Milazziano	Riss / Wiscosinian Inf.	Semi-árido acentuado	Pedimento/ Terraço superior 15-16m – P ₂
		Interglacial	Semi-árido atenuado	Pedogênese
Pleistoceno Inferior		Mindel / Illinoian	Semi-árido acentuado	Aplainamento geral da região
	Siciliano	Interglacial	Semi-árido atenuado	(Sup. Sertaneja); terraços com cascalheiras da Fm. Moura (possivelmente polifásico)
	Emiliano	Gunz / Kansan	Semi-árido acentuado	
	Calabriano			

5. ANÁLISE DOS SEDIMENTOS CENOZÓICOS

5.1 FORMAÇÃO MOURA

Na Bacia de Sousa, os depósitos de seixos que jazem em discordância sobre os sedimentos cretáceos são conhecidos com o nome de Formação Moura (Mabesoone & Campos e Silva, 1972).

Esses sedimentos compreendem camadas de cascalhos compostas em sua maioria por seixos de quartzo, cujo diâmetro varia de 2 até 20cm. A matriz é areno-argilosa, de cor vermelha e, em muitos pontos, já foi totalmente removida ou nunca existiu (Foto 23).

Os cascalhos não têm estratificação, a não ser em poucos locais, onde leitos de seixos marcam um certo acabamento, como se observa na localidade de Riacho da Linha e no Sítio Paquequé, município de Sousa (Foto 24).



Foto 23 – Cascalhos da Formação Moura, concentrados em larga extensão.
Acauã, município de Sousa – PB.

O leito conglomerático da base tem espessura variável (40 – 60cm, em média), sendo máxima na confluência dos rios do Peixe e Piranhas, em Acauã (Foto 25). A matriz areno-

argilosa tem espessura variável: 50 a 80cm de espessura (Riacho da Linha) ou apenas 20cm (Sítio Paquequé).



Foto 24 – Detalhe da imbricação dos seixos da Formação Moura em um dos poucos Locais onde ainda se encontra preservada. Sítio Paquequé, município de Sousa – PB.



Foto 25 – Outro aspecto da Formação Moura, vendo-se os cascalhos acumulados no topo e remanejados pelo declive. Acauã, município de Sousa – PB.

5.1.1 Análise dos Seixos - Morfometria

Na figura 8 são apresentados os resultados dos cálculos dos índices de achatamento e arredondamento das amostras de cascalhos, segundo o método de Cailleux (1961). A coluna O, indica a porcentagem dos seixos quebrados.

Comparando os graus de arredondamento para caracterização descritiva, segundo Pettijohn (1957, in Suguio, 1973) observamos que a maioria dos seixos desta formação são sub-angulosos (arredondamento de 0,40 a 0,60).

Quanto ao achatamento, diz Mabesoone (1968) que este índice depende, em primeiro lugar, da fissilidade da rocha e da espessura da camada original. Nos seixos originados de rochas de estratificação espessa, a forma inicial será não-achatada (isodiamétrica). O transporte continental conserva a forma inicial da rocha.

Os valores médios de arredondamento variam entre 3,55 e 3,70, indicando a decomposição por correntes fluviais em climas semi-árido, o mesmo se dando para os índices médios de achatamento de 1,88 a 1,98 (Mabesoone, op. cit.).

5.1.2 Interpretação das análises

A relação entre a composição petrográfica dos cascalhos e a natureza dos afloramentos de onde provieram é muito distante. Isso depende da capacidade dos afloramentos fornecerem detritos da classe dimensional considerada e da aptidão dos seixos de vários tipos de rochas para sofrer transporte. Na zona tropical, só materiais muito resistentes à alteração como o quartzo, o quartzito, etc., fornecem a maioria dos seixos (Formação Moura – 100% quartzo). Além da alteração, os seixos sofrem ações mecânicas, tais como choques e polimentos pelas areias e siltes, fragmentação sub-aérea entre as enchentes, etc. resultando- daí, que a porcentagem de quartzo cresce para a jusante em detrimento dos outros componentes.

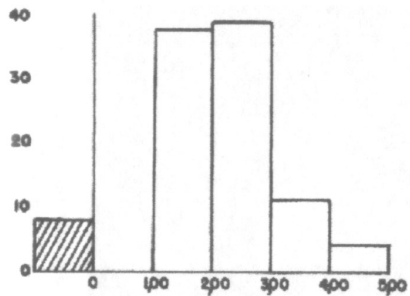
Os cascalhos correspondem a sistemas morfogenéticos cuja ação mecânica é dominante, capaz de desencadear intensa fragmentação das rochas. Esses detritos são transportados à superfície do solo até os rios, onde são encaminhados sob efeito da corrente. Isso supõe, no mínimo, condições de solos pouco espessos ou inexistentes e uma estabilidade suficiente dos fragmentos no meio de transporte, para que possam ser transformados em seixos, deslocados a distâncias suficientes e acumulados uns sobre os outros, em grandes massas.

Os processos de intemperismo, atualmente em vigor na região semi-árida nordestina, não são capazes de produzir seixos. Predominam as areias quartzosas, produtos mais grosseiros da alteração das rochas. Ora isso significa que a dominante mecânica é muito

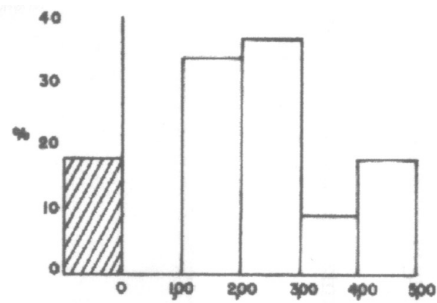
importante nesse processo, variando no sentido inverso das ações químicas: mesmo em relevos elevados, se a fragmentação não for suficiente, quase não haverá seixos.

A dimensão das partículas dá idéia da competência dos cursos d'água. Essa competência varia com a velocidade da corrente, mas também com a carga sólida: as águas turvas tem velocidade mais lenta, porém são mais competentes.

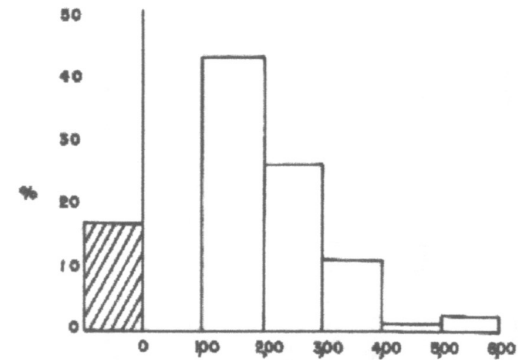
ÍNDICES DE ACHATAMENTO



Amostra 1 - Acauã (valor médio 1,88)

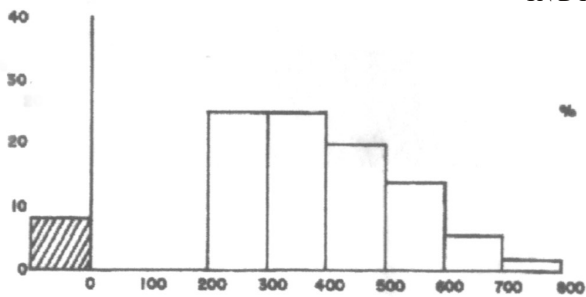


Amostra 2 - Paquequé (valor médio 1,98)

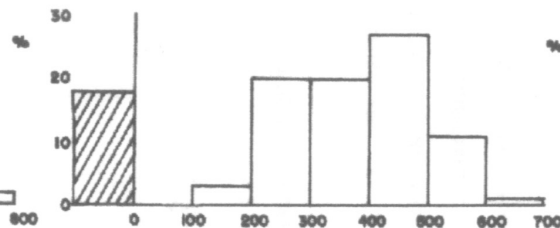


Amostra 3 - Pedregulho (valor médio 1,95)

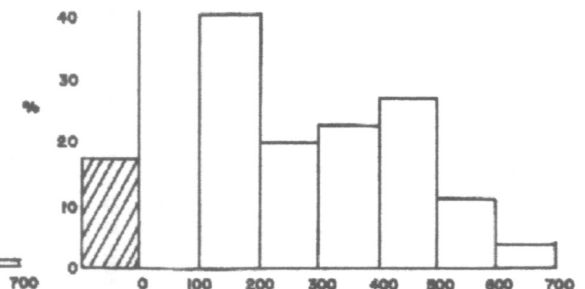
ÍNDICES DE ARREDONDAMENTO



Amostra 1 - Acauã (valor médio 3,55)



Amostra 2 - Paquequé (valor médio 3,60)



Amostra 3 - Pedregulho (valor médio 3,70)

Figura 8 - Diagrama dos Índices de Seixos - Formação Moura

Nesse caso, durante o escoamento torrencial, no curso das cheias, há episódios momentâneos de escoamento tipo “lava”, que transportam os elementos maiores e podem ser responsáveis pelos “altos terraços quaternários” do Nordeste do Brasil (Tricart, 1959). Assim, durante as fases de semi-aridez acentuada e marcada pela torrencialidade, os rios teriam transportado grandes massas de areia, onde os seixos ficaram enterrados e livres de alteração entre as cheias.

Uma vez que, sob o clima semi-árido atual (fase atenuada) não há produção de muitos seixos, a hipótese de que provenham das “serras” cristalinas parece pouco provável. Um remanejamento de antigos depósitos conglomeráticos, dos quais ainda temos vestígios na região de Umari e no alto da “serra” que leva a Brejo das Freiras nos leva a crer que esteja aí a origem desses lençóis de cascalhos.

5.2 COLUVIÕES DA BACIA DE SOUSA – TEXTURA SUPERFICIAL

As amostras coletadas de colúvio contém material de granulometria heterogênea, pouco arredondado, com muita argila e óxido de ferro. A maioria dos grãos (80%) é rugosa e fosca, seu arredondamento variando de anguloso a sub-anguloso (Pettijohn, 1957) (Tabela 2).

Na região de São Gonçalo, foram tomadas duas amostras: a amostra 1 corresponde ao colúvio mais superior, acerca de 10m do topo, logo abaixo da rocha. Esses sedimentos são pouco heterogêneos e muito ferruginosos. A amostra 2 já apresenta material com pequenos seixos. Foi tomada a mais ou menos 10m abaixo da anterior. Nessa área há pouco colúvio preenchendo as cavidades entre massas de seixos. A vegetação torna pouco visível o material.

As amostras 3, 4, 5 e 6 foram tomadas no lado direito da estrada que vai para Marizópolis sobre a rampa de colúvio. Estão numeradas em ordem de seqüência, topo até a base. Nessas acumulações, há ocorrência de muito material fragmentado tipo quartzo, liberado pela rocha matriz milonitizada. Em alguns pontos, há alguma estratificação, indicando uma certa movimentação do material. A última amostra, 6, já é uma transição para um solo.

As amostras 7 e 8 foram coletadas na estrada que vai para Uiraúna, ao norte de Sousa. Nesses locais, o colúvio já se acha recoberto por um solo.

A interpretação da análise morfoscópica revela um transporte curto com rápida deposição desse material, o que confirma a idéia de um regime climático diferente do atual. Nessa ocasião, o material desagregado era levado em correntes de areia e lama até o vale, onde se depositou, recobrando a várzea (rampa de colúvio de Bigarella e Mousinho, 1965).

5.3 ALUVIÕES DA BACIA DE SOUSA – ANÁLISE DAS CURVAS CUMULATIVAS

As amostras coletadas dos aluviões atuais foram tomadas no leito menor dos rios do Peixe e Piranhas.

As curvas cumulativas são formadas por materiais predominantemente arenosos, com maior porcentagem da fração grosseira. Isso explica bem o regime atual desses rios, funcionando com descargas fortes e cujo escoamento diminui rapidamente de violência no final das enchentes, o que provoca o abandono de materiais relativamente grosseiros no leito durante o transporte. A análise hidrodinâmica indica, assim, correntes fluviais não tão irregulares e cheias quase sempre, com a mesma intensidade.



Foto 26 – Cascalhos da Formação Moura espalhados pelas vertentes e leitos do Rio do Peixe, no Sítio Paquequé,

Tabela 2 – Coluviões da Bacia de Sousa – Morfoscopia e Morfometria – Fração 0,53 a 2mm
Segundo o método de Pettijohn, 1957

Legenda: A = anguloso; AS = sub-anguloso

Local	Nº Amostra	(%) Morfoscopia e Morfometria			
		Liiso/Rugoso	Fosco/Brilhante	Arredondamento	Esfericidade
São Gonçalo	1	20 80	80 20	A / SA	0,71
São Gonçalo	2	20 80	80 20	A / SA	0,67
Marizópolis	3	30 70	80 20	A / SA	0,73
Marizópolis	4	30 70	80 20	A / SA	0,65
Marizópolis	5	30 70	80 20	A / SA	0,73
Marizópolis	6	30 70	80 20	A / SA	0,75
Uiraúna	7	30 70	80 20	A / SA	0,73
Uiraúna	8	30 70	80 20	A / SA	0,71

Tabela 3 – Aluviões dos rios do Peixe e Piranhas – Dados Granulométricos

Local	Nº Amostra	% nas Amostras			
		Cascalho	Areia	Silto e Argila	Lama
Aparecida	1	25,15	72,45	2,40	2,45
Acauã	2	34,83	64,45	0,72	0,77
Paquequé	3	10,80	86,64	2,56	2,66
Pedregulho	4	1,86	96,81	1,33	1,48
Acauã	5	4,28	92,93	2,79	0,20
Acauã	6	41,55	56,50	1,95	1,18
Pau d'Arco	7	0,00	94,91	3,49	2,10

Tabela 4 – Aluviões dos rios do Peixe e Piranhas (diâmetros lidos nas curvas cumulativas)

Local	Nº Amostra	Ø 5	Ø 16	Ø 25	Ø 50	Ø 75	Ø 84	Ø 95
Aparecida	1) Peixe	- 2,4	- 1,6	-1,0	0	0,9	1,2	1,9
Acauã	2) Peixe	- 3,0	- 2,0	- 1,5	0	0,2	0,5	1,1
Paquequé	3) Peixe	- 1,5	- 0,7	- 0,4	0,4	0,9	1,2	2,0
Pedregulho	4) Peixe	- 0,8	0	0,2	0,7	1,2	1,5	2,1
Acauã	5) Piranhas Velho	- 1,0	- 0,9	- 0,7	- 0,5	0,3	1,5	3,6
Acauã	6) Piranhas	- 0,9	- 0,4	- 0,2	0,4	0,9	1,4	2,1
Pau d'Arco	7) Piranhas	2,0	2,2	2,5	2,8	3,1	3,5	4,0

Tabela 5 – Aluviões dos rios do Peixe e Piranhas – Dados Estatísticos

Local	Nº Amostra	Parâmetros Estatísticos			
		M_Z	\hat{Q}_i	SK_i	K_G
Aparecida	1) Peixe	0,13	1,35	1,0	0,53
Acauã	2) Peixe	0,50	1,25	1,0	0,52
Paquequé	3) Peixe	0,30	1,00	2,6	0,60
Pedregulho	4) Peixe	0,70	0,81	2,0	0,59
Acauã	5) Piranhas Velho	0,03	1,30	- 0,02	1,45
Acauã	6) Piranhas	0,47	0,90	1,73	0,68
Pau d'Arco	7) Piranhas	2,80	0,60	1,96	0,70

Tabela 6 – Aluviões dos rios do Peixe e Piranhas – Textura superficial – Fração 840 a 220 μ
Segundo o método de Pettijohn (1957)

Legenda: SA = sub-anguloso; SAr = sub-arredondado; Ang. = anguloso

Local	Nº Amostra	(%) Morfoscopia e Morfometria					
		Liso	Rugoso	Fosco	Brilhante	Arredondamento	Esfericidade
Aparecida	1) Peixe	30	70	20	80	SA / SAr	0,71
Acauã	2) Peixe	30	70	20	80	SA / SAr	0,75
Paquequé	3) Peixe	30	70	20	80	SA / SAr	0,81
Pedregulho	4) Peixe	30	70	20	80	SA / SAr	0,71
Acauã	5) Piranhas Velho	30	70	20	80	SA / SAr	0,77
Acauã	6) Piranhas	30	70	20	80	SA / SAr	0,79
Pau d'Arco	7) Piranhas	30	70	20	80	Ang./ SA	0,55

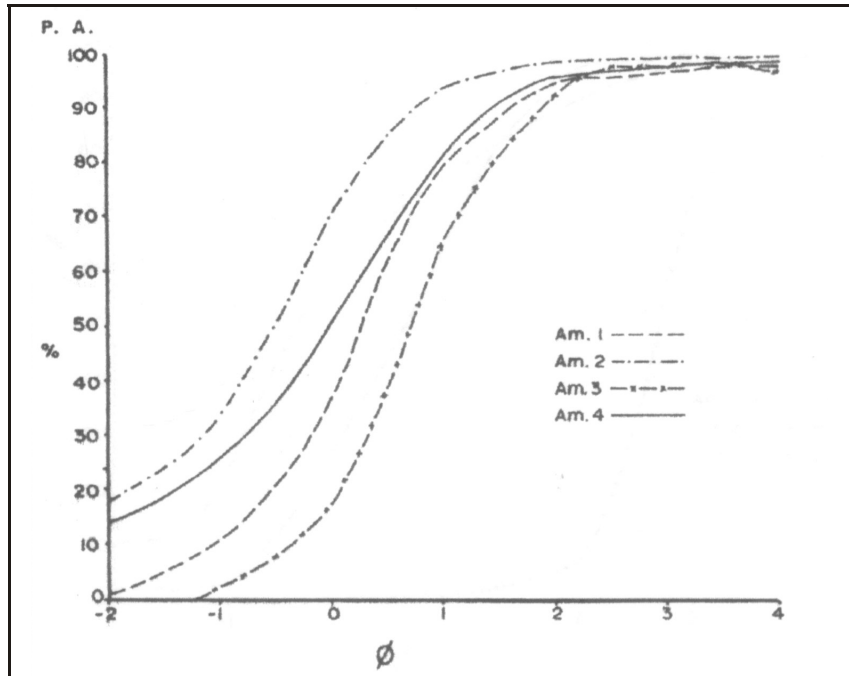


Figura 9 - Curvas Cumulativas de Distribuição Granulométrica
 Área: Bacia do Rio do Peixe - Sub-Bacia de Sousa - Sousa/PB
 Am. 1 - Aluvião do Rio do Peixe - Região de Aparecida
 Am. 2 - Aluvião do Rio do Peixe - Região de Acauã
 Am. 3 - Aluvião do Rio do Peixe - Localidade de Pedregulho
 Am. 4 - Aluvião do Rio do Peixe - Sítio Paquequé

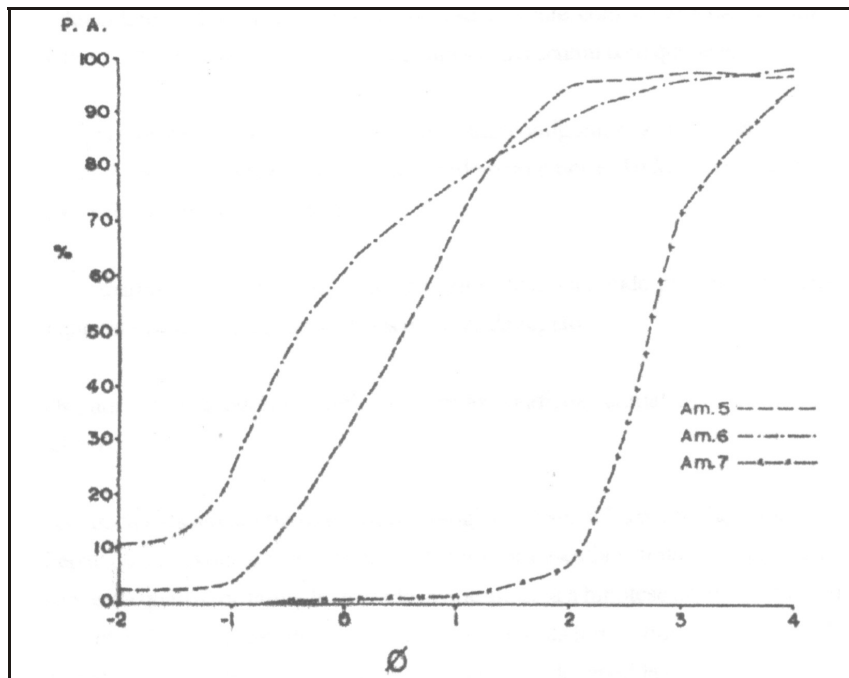


Figura 10 - Curvas Cumulativas de Distribuição Granulométrica
 Área: Bacia do Rio Piranhas - Sub-Bacia de Sousa - Sousa/PB
 Am. 5 - Aluvião do Rio Piranhas Velho - Região de Acauã
 Am. 6 - Aluvião do Rio Piranhas - Região de Acauã
 Am. 7 - Aluvião do Rio Piranhas - Sítio Pau d'Arco

6. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Com referência aos assuntos aqui abordados, alguns dos quais de cunho mais voltado para a proposição de problemas do que propriamente para a sua solução, enfocamos aqueles que julgamos merecer maior destaque:

1. A bacia de Sousa constitui um dos pequenos sistemas hidrográficos do sertão paraibano, formada a partir da elaboração da Superfície Sertaneja;
2. A individualidade da bacia de Sousa é conseqüência da disposição do seu relevo – acidentes cristalinos alinhados e sucessivos circundam uma parte central deprimida tectonicamente. Ao sul, o acidente mais relevante é a falha de São Gonçalo; ao norte, ocorrem áreas onde colinas sedimentares suavizadas se confundem, gradualmente, com os terrenos cristalinos, enquanto em outras, as “serras” caem abruptamente para a calha central com que se reúnem através dos glaciais;
3. A bacia hidrográfica do Rio do Peixe revela uma configuração assimétrica, assim como a posição desse rio dentro da várzea, sempre desviado para o norte. Tudo faz crer, numa ação tectônica, que se fez até recentemente;
4. A compartimentação geomorfológica é significativa, sobretudo para as diferenciações litológicas a que estão também ligados os tipos de solos da região;
5. Os padrões fitogeográficos refletem bem as condições climáticas, os solos e as unidades de relevo;
6. As características estruturais e sedimentológicas observadas nos terraços mais antigos do Rio do Peixe podem explicar a gênese desses lençóis de cascalhos: trata-se de camadas incoerentes de seixos de quartzo de tamanho variado, o que alicerça a hipótese de terem sido transportados em correntes de densidade, até o rio principal, durante as fortes chuvas

que se sucediam aos longos períodos secos. Como essas condições devem ter sido repetidas, é provável que essas acumulações tenham ocorrido mais de uma vez;

7. A morfogênese semi-árida não favorece a formação de extensas cascalheiras ao pé do relevo; os seixos dos terraços são provavelmente procedentes de depósitos conglomeráticos antigos, talvez da Formação Tacaratu;
8. As feições antigas são mascaradas pelo reentalhe dos rios que dissecaram os glaciais, fazendo surgir colinas, testemunhas de variações climáticas do Quaternário, no sentido de uma atenuação da semi-aridez, tal como se observa atualmente. Salientamos, dentro de uma possível ordem cronológica decrescente: a elaboração de pedimentos, a deposição dos cascalheiras que sustentam o nível mais alto das várzeas, o alargamento dos vales por erosão lateral (semi-árido mais acentuado). Finalmente, as pequenas voçorocas, o modelado das colinas, o reentalhe dos leitos, as acumulações coluviais, traduzem variações climáticas de menor monta, refletindo uma agressividade maior da erosão em curtos momentos da atual fase (semi-árido moderado);
9. A paisagem pleistocênica da região deve ter sido recoberta por uma vegetação de caatinga arbustiva contínua e, sobretudo nas largas várzeas, por matas fechadas, que, sob condições climáticas especiais, atingiu o seu equilíbrio biotásico. Essa vegetação foi agredida pelo homem através do desflorestamento, das práticas agrícolas primárias e da construção de vias de transporte. Iniciou-se, assim, o caminho para a erosão aerolar e a concentração do escoamento, que explicam os pequenos ravinaamentos recentes;
10. A seqüência dos acontecimentos principais foi resumida na Tabela 1, tendo em vista a dificuldade de se estabelecer um modelo geomorfológico.

AGRADECIMENTOS

Ao professor Dr. Jannes Markus Mabesoone, pela orientação dada durante toda a nossa pesquisa.

Ao professor Abelci Daniel de Assis, principal incentivador para a realização desta dissertação.

Ao professor Paulo da Nóbrega Coutinho, pela colaboração nas análises granulométricas efetuadas no laboratório do LACIMAR – PE.

Às professoras Luzinete, Lúcia Seve e Hélia, pelo apoio e auxílio que sempre nos proporcionaram.

Aos colegas e chefe do Departamento de Geociências da UFPB, cujo apoio foi imprescindível na efetuação das nossas pesquisas.

À SUDENE, ao DNPM, pelo material fornecido às nossas investigações e ao DER-PB que permitiu a realização dos trabalhos de fotointerpretação em seu laboratório e, em particular, a pessoa do técnico Severino Inácio Filho.

A professora Vanda Régis de Paiva, amiga e colaboradora na confecção dos trabalhos cartográficos.

Ao RADAM/BRASIL e, em especial, à amiga geógrafa Socorro Franco, pelo apoio fornecido ao trabalho.

A todos aqueles que, no anonimato, nos ofereceram seus préstimos, somos gratos.

BIBLIOGRAFIA

AB' SABER, A., 1953. O planalto da Borborema na Paraíba. Boletim Paulista de Geografia, São Paulo, 13:54-73.

_____, 1956. Depressões periféricas e depressões semi-áridas no Nordeste do Brasil. Boletim Paulista de Geografia, São Paulo, 22:13-18.

_____, 1956. Relevo, Estrutura e Rede Hidrográfica do Brasil. Boletim Geográfico IBGE, Rio de Janeiro, maio/jun, 14 (132) 225-268.

_____, 1969. Participação das superfícies aplainadas nas paisagens do Nordeste brasileiro. Universidade de São Paulo, Instituto Geológico-Geomorfológico, São Paulo, 20:26.

_____, 1970. Províncias geológicas e domínios morfoclimáticos do Brasil. Universidade de São Paulo, Instituto Geológico-Geomorfológico, São Paulo, 20:26.

_____, 1972. Participação das Depressões Periféricas e Superfícies Aplainadas na Compartimentação do Planalto Brasileiro. IGEOC – Universidade de São Paulo, Geomorfologia, nº 28, São Paulo, 38p.

ALBUQUERQUE, J. P. T., 1970. Inventário hidrogeológico básico do Nordeste. Folha Jaguaribe, SE, SUDENE, Divisão de Documentação, Série Hidrogeologia, Recife, p.32.

ALMEIDA, F. F. M., 1969. Diferenciação tectônica da plataforma brasileira. (SBG), Anais do XXIII Congresso Salvador/BA, São Paulo, 29-46.

ANDRADE, G. O., 1958. A superfície de aplainamento pliocênica no Nordeste do Brasil. Universidade Federal de Pernambuco, Diretório Acadêmico da Faculdade de Filosofia, Recife, p.44.

_____, 1968. Gênese do relevo nordestino: estado atual dos conhecimentos, Estudos Universitários, Universidade Federal de Pernambuco, Recife (2-3):13p.

ASSIS, A. D., 1977. Geologia do Quaternário da Planície de Lucena – PB. Dissertação de Mestrado.

BARBOSA, O., 1959. Quadro provisório das superfícies de erosão e aplainamento do Brasil. Notícia Geomorfológica. Campinas – SP, 2(4) p. 31-33.

BENCHETRIT, M. et. alii., 1971. Géographie Zonale des Régions Chaudes. Fernand Nathan, Paris p. 11-75.

BEURLEN, K., 1971. Bacias Sedimentares do Bloco Brasileiro. Estudos Sedimentológicos, Natal – RN, (1-2) p. 7-31.

BIGARELLA, J. J. & MOUSINHO, M. R., 1965. Considerações a respeito dos terraços fluviais, rampas de colúvio e várzeas. Boletim Paranaense de Geografia. Curitiba – PR, (16-17) p. 153-197.

_____ & SILVA, J. X., 1965. Considerações a respeito da evolução das vertentes. Boletim Paranaense de Geografia. Curitiba – PR, (16-17) p. 86-115.

BLOOM, A. L., 1970. Superfície da Terra. Edgard Blücher Editora da Universidade de São Paulo, São Paulo.

BRAUN, O. P. C., 1969. Geologia da Bacia do Rio do Peixe. DNPM, Rio de Janeiro.

CAILLEUX, A., 1961. Application à la Géographie des méthodes d'étude des sables et des galets. Curso de altos estudos geográficos. Faculdade Nacional de Filosofia, Centro de Pesquisas Geográficas do Brasil, Rio de Janeiro, p. 151.

CASTRO, C., 1977. Morfogênese e Sedimentação. Recife, 138p.

_____, 1978. Estudo Sedimentológico da Formação Açú. Dissertação de Mestrado, Recife, 138p.

CHRISTOFOLETTI, A., 1974. Geomorfologia. . Edgard Blücher Editora da Universidade de São Paulo, São Paulo, p. 81-84.

COELHO, M. S., 1978. Condições naturais do município de Sousa, Paraíba. Boletim do Departamento de Geogênese da Universidade Federal da Paraíba, João Pessoa (2) p. 63-84.

COSTA, S. A. G., 1969. Geologia da bacia do Rio do Peixe – PB: área 2 – Região Leste de Sousa. Relatório de Graduação, Recife, 69p.

COSTA, W. D., 1966. Nota preliminar da geologia da bacia do Rio do Peixe. Boletim de Geologia. Recife, (4) p. 47-50.

DERRUAU, M., 1965. Précis de Géomorphologie. Masson et Cie Editeurs, 4^{ème} Ed., Paris, p. 202-211.

DEPARTAMENTO NACIONAL DE METEOROLOGIA, 1977. Mudanças Climáticas. Brasília, 15p.

DEPARTAMENTO NACIONAL DE PRODUÇÃO MINERAL – DNPM, 1970. O Furo Estratigráfico de Lagoa do Forna. Rio do Peixe, Sousa, Paraíba, 4º Distrito Nordeste, Relatório interno, Recife 100p.

_____, 1974. Carta Geológica do Brasil ao milionésimo, Folhas Jaguaribe SB-24 e Fortaleza SA-24.

EGLER, A. W., 1951. Contribuição ao Estudo da Caatinga Pernambucana. Revista Brasileira de Geografia. IBGE, Rio de Janeiro (5) p. 65-76.

ERHART, H., 1956. La g n se des sols en tant que ph nom ne géologique. Masson, Paris, 83p.

EYSINGA, F. W. B. van, 1975. Geologic Time Table. Elsevier, Amsterdam, 3ª ed.

FERREIRA, E. M. D., 1979. Estudo Faciol gico da Forma o Quixo : grupo Iguatu – CE. Disserta o de mestrado, Recife, 133p.

GAUSSEN, H. & BAGNOLDS, F., 1963. Os climas biológicos e sua classifica o. Boletim Geográfico, XXL CNG. Rio de Janeiro, 176p.

GUERRA, I. A. L. P., 1971. Tipos de climas do Nordeste. Revista Brasileira de Geografia, XVII CNG. Rio de Janeiro, 4:25-40.

GUERRA, A. T., 1975. Dicionário Geológico-Geomorfológico. Biblioteca Geográfica Brasileira, IBGE, Série A, n  21, 4ª ed. 439p.

HUELCK, K., 1972. As florestas da América do Sul. Ed. Polígono, UB, São Paulo, p. 306-321.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA (IBGE), 1977. Região Nordeste. Rio de Janeiro, p. 13-79.

KEGEL, W., 1965. A estrutura geológica do Nordeste do Brasil. Boletim n  227, DNPM-DGM, Rio de Janeiro, 47p.

KING, L. C., 1967. A Geomorfologia do Brasil Oriental. Revista Brasileira de Geografia. Rio de Janeiro, 18(2):147-265.

KUX, H. J. H. et. alli., 1978. Geomorfologia da folha SD – 20 Guaporé. Anais do XXX Congresso Brasileiro de Geologia. Recife, p. 154-163.

LEGENDE POUR LA CARTE GÉOMORPHOLOGIQUE DE LA FRANCE AU 1:50.000, 1970, CNRS, Strasbourg, 76p.

LEPSCH, I. F., 1977. Solos, Formação e Conservação. Melhoramentos, São Paulo, p. 72-110.

LUETZELBURG, P. von, 1923. Estudos Botânicos do Nordeste. Vol. 2, IFOCS, Rio de Janeiro, 350p.

MABESOONE, J. M., 1968. Sedimentologia. Universidade Federal de Pernambuco, Imprensa Universitária, Recife, 473p.

_____, 1972. Sedimentos do Grupo Rio do Peixe. Anais do XXVI Congresso Brasileiro de Geologia, Boletim Especial. Belém, 1:236.

_____, 1974. Sinopse da Estratigrafia das Sequências sedimentares do Nordeste brasileiro. Boletim da Sociedade Brasileira de Geologia – Núcleo Nordeste. Recife, p. 7-36.

_____, 1975. Desenvolvimento paleoclimático do Nordeste brasileiro. Boletim da Sociedade Brasileira de Geologia – Núcleo Nordeste, Atas do VII Simpósio Fortaleza, p.75-90.

_____ & CAMPOS E SILVA, 1972. Formação Moura, depósitos correlativo do interior nordestino: estudos sedimentológicos. Universidade do Rio Grande do Norte, Imprensa Universitária, Natal, 2:35-41.

_____ & CASTRO, C., 1975. Desenvolvimento geomorfológico do Nordeste brasileiro. Boletim da Sociedade Brasileira de Geologia. Recife, 3:5-36.

_____, ROLIM & CASTRO, C., 1977. Late Cretaceous and Cenozoic History of Northeastern Brazil. *Geology Mijnbown*, 56:129-139.

MANUAL OF DETAILED GEOMORPHOLOGICAL MAPING, 1972. International Geographical Union – Commission of Geomorphological Survey and Mapping. Jaromir Demek Editor, Prague, 120.

MENDES, J. C. et. alii., 1972. Aerofotogeologia. Instituto Nacional do Livro, Brasília, p. 23-26.

MEUNIER, A. R., 1962. Contribution à l'étude géomorphologique do Nord-Est du Brésil. Bulletin Société Géologique de France. 7^{ème} série, Paris, 492-500p.

MONTEIRO, M. F. & SILVA, T. C., 1972. Aspectos fluviais importantes para a fotointerpretação. Núcleo de Recursos Didáticos da UFBA, 44p.

MORAIS, L. J., 1924. Serras e Montanhas do Nordeste. Ministério da Viação e Obras Públicas, IFOCS, Rio de Janeiro, p. 120-122.

MOTTI, C. P., 1972. As glaciações quaternárias e suas repercussões nos litorais das regiões intertropicais (em particular do Oceano Atlântico). Núcleo de Recursos Didáticos da Universidade Federal da Bahia, 30p.

NIMER, E., 1964. Circulação atmosférica do Nordeste e suas conseqüências: o fenômeno das secas. Separata da Revista Brasileira de Geografia, ano XXVI, Rio de Janeiro, 2:148-156.

PENTEADO, M., Fundamentos de Geomorfologia. Biblioteca Geográfica Brasileira, Série-D, publi. 3, Rio de Janeiro, 141p.

SERRA, A., 1954. Os climas do Passado. Revista Brasileira de Geografia, nº 4, IBGE, Rio de Janeiro, p. 39-65.

SOUZA, M. J. N., 1975. Geomorfologia do Vale do Choro. IGEO, Universidade de São Paulo, Série Teses e Monografias, nº 15, São Paulo, 154p.

SUPERINTENDÊNCIA DO DESENVOLVIMENTO DO NORDESTE-SUDENE, 1970. Estudos básicos para a formação de programas de desenvolvimento agropecuário da Paraíba. Vol. 1, Recife, 280p.

_____, 1972. Levantamento Exploratório – Reconhecimento dos Solos do Estado da Paraíba. Boletim Técnico, nº 15, Série Pedologia nº 8, Recife, 384p.

_____, 1975. Mapeamento e avaliação das áreas de matas xerofíticas nativas densas na bacia do Rio Piranhas-Açu. Série Recursos Vegetais, nº 2, Recife, 72p.

SUGUIO, K., 1973. Introdução à Sedimentologia. Edgard Blücher. Universidade de São Paulo, São Paulo, 317p.

TINOCO, I. M., & MABESOONE, J. M., 1975. Observações paleoecológicas sobre as bacias mesozóicas de Iguatu, Rio do Peixe e intermediárias. Boletim da Sociedade Brasileira de Geologia, nº 5, Recife, p. 95-99.

TRICART, J., 1959. Divisão Morfoclimática do Brasil Atlântico Central. Boletim Paulista de Geografia. São Paulo, 31:3-4.

_____, 1959. Informação para a interpretação paleogeográfica dos cascalhos. Notícia Geomorfológica, nº 4, Campinas-SP, p. 1-10 (Tradução de Antônio Christofolletti).

_____, 1959. Zonas Morfoclimáticas do Nordeste Brasileiro. Progresso, Salvador, p. 5-16 (Tradução da UNESCO).

_____, 1966. Paléoclimats et terraces quaternaires. CR-Sommaire des Séances, Société Géologique de France, Paris, 202p.

_____ & CAILLEUX, 1965. Introduction á lá Géomorphologie Climatique. Sedes Paris, p. 194-217.

_____, 1966. Lê Modele dès Régions Séches. Tome IV, SEDES, Paris, 259p.

_____ & SILVA, T. C., 1968. Estudos de Geomorfologia da Bahia e Sergipe. Imprensa oficial, Salvador, 186p.

VIERS, G., 1967. Elements de Géomorphologie. Fernand Nathan, Paris, 344p.

XAVIER, J. I., 1969. Geologia da Bacia do Rio do Peixe-PB: área 4 – região leste de Antenor Navarro. Relatório de Graduação em Geologia, Recife, 37p.