

ZONEAMENTO GEO-AMBIENTAL DA PARTE OCIDENTAL DO MUNICÍPIO
DE QUIXERAMOBIM-CE, COM BASE EM ANÁLISE VISUAL DE
IMAGENS MSS, DO LANDSAT.

VLÁDIA PINTO VIDAL DE OLIVEIRA

DISSERTAÇÃO SUBMETIDA À COORDENAÇÃO DO
CURSO DE PÓS-GRADUAÇÃO EM AGRONOMIA
ÁREA DE CONCENTRAÇÃO EM SOLOS E NUTRIÇÃO DE PLANTAS
PARA OBTENÇÃO DO GRAU DE MESTRE
UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ

FORTALEZA - 1989

Esta dissertação faz parte dos requisitos necessários à obtenção do Grau de Mestre em Agronomia - Área de Concentração em Solos e Nutrição de Plantas, outorgado pela Universidade Federal do Ceará, e encontra-se à disposição dos interessados na Biblioteca Central da referida Universidade.

A citação de qualquer trecho desta Dissertação é permitida, desde que seja feita de conformidade com as normas da ética científica.


Vlândia Pinto Vidal de Oliveira
- Geóloga -

DISSERTAÇÃO APROVADA EM 05/05/89.


Prof. Francisco de Assis Maia Lima, MS, DS
Orientador da Dissertação


Prof. Marcos José Nogueira de Souza, MS, DS


Prof. Francisco Ocian Bastos Mota, MS


Prof. Benedito Vasconcelos Men

A meus pais
Huáscar e Veleđa
Meu esposo e filho
Arnaldo e Huáscar.

D E D I C O

AGRADECIMENTOS

A autora reconhecendo os inestimáveis valores didáticos, técnico, profissionais e de amizade, deseja registrar seus sinceros agradecimentos, às seguintes Instituições e pessoas:

Ao CNPq através do Programa de Desenvolvimento Científico e Tecnológico para o Nordeste - PDCT/NE - Subunidade de Execução da Universidade Federal do Ceará (SUEP-UFC).

À CAPES que concedeu auxílio financeiro durante a realização de parte teórica do Programa de Pós-Graduação a nível de Mestrado no Departamento de Solos da UFC.

Ao professor FRANCISCO DE ASSIS MAIA LIMA na orientação, apoio e amizade.

Aos professores JOSÉ GERARDO BESERRA DE OLIVEIRA e MARCOS JOSÉ NOGUEIRA DE SOUZA, pelas sugestões, apoio e amizade, tornando possível a realização desta dissertação;

Ao Corpo Docente do Curso de Pós-Graduação em Solos e Nutrição de Plantas da Universidade Federal do Ceará, pelos ensinamentos ministrados;

Ao professor FRANCISCO ANTONIO GUIMARÃES, chefe do Departamento de Biologia, por ter-me permitido a conclusão do trabalho;

A todos os colegas do Projeto PDCT-21 pela atenção e amizade.

SUMÁRIO

	Página
<u>LISTA DE TABELAS</u>	vii
<u>LISTA DE FIGURAS</u>	viii
<u>LISTA DE SIGLAS</u>	ix
<u>RESUMO</u>	x
<u>ABSTRACT</u>	xi
1 - <u>INTRODUÇÃO</u>	1
2 - <u>REVISÃO DE LITERATURA</u>	3
2.1 - <u>Da metodologia de estudos integrados</u>	3
2.2 - <u>Do sensoriamento remoto</u>	5
3 - <u>MATERIAL E MÉTODOS</u>	8
3.1 - <u>Trabalhos de escritório</u>	10
3.2 - <u>Trabalhos de campo</u>	11
4 - <u>DESCRIÇÃO GEO-AMBIENTAL DA ÁREA DE ESTUDO</u> ...	14
4.1 - <u>Localização e aspectos gerais</u>	14
4.2 - <u>As unidades crono-lito-estratigráficas</u>	19
4.3 - <u>Os aspectos geomorfológicos e os padrões de dissecação do relevo</u>	23
4.4 - <u>As condições climáticas e hidrológicas</u>	26
4.5 - <u>As unidades de solos e os padrões fisionômicos da cobertura vegetal</u>	33
5 - <u>RESULTADOS E DISCUSSÕES</u>	40
5.1 - <u>Diagnóstico e caracterização das unidades geo-ambientais da área de estudo</u>	40
5.2 - <u>As potencialidades e as limitações de Uso</u> .	49

	Página
6 - <u>CONCLUSÕES</u>	56
7 - <u>REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS</u>	57
8 - <u>ANEXOS</u>	61
ANEXO 1 - Mapa dos levantamentos geológicos execu- tados no Estado do Ceará	62
ANEXO 2 - Perfis topográficos das unidades geo- ambientais	64

LISTA DE TABELAS

TABELA		Página
1	Balanço hídrico segundo THORNTHWAITE para o Município de Quixeramobim-CE	32
2	Relação das plantas dominantes encontradas na cobertura vegetal das unidades geo-ambientais de Quixeramobim-CE	39
3	Caracterização esquemática das unidades geo-ambientais de Parte do Município de Quixeramobim-CE	43

LISTA DE FIGURAS

FIGURA		Página
1	Mapa do Ceará mostrando a área de estudo do Município de Quixeramobim-CE ...	15
2	Balanço hídrico do Município de Quixeramobim-CE	28
3	Mapa de zoneamento das unidades geambientais de Parte Ocidental do Município de Quixeramobim-CE	42

LISTA DE SIGLAS

- ASMIC - Association pour l'Organisation des Missions de
Cooperation Technique
- CNES - Centro Nacional de Estudos Espaciais da França
- CPRM - Companhia de Pesquisa de Recursos Minerais
- DSG - Diretoria do Serviço Geográfico do Exército
- DNPM - Departamento Nacional de Produção Mineral
- DNOCS - Departamento Nacional de Obras Contra as Secas
- DPFS - Divisão de Pedologia e Fertilidade do Solo
- ETENE - Escritório Técnico do Nordeste
- FIBGE - Fundação Instituto Brasileiro de Geografia e Esta-
tística
- INPE - Instituto de Pesquisa Espaciais
- IRAT - Institut de Recherches Agronomiques Tropicales
- GVJ - Grupo do Vale do Jaguaribe
- MA - Ministério da Agricultura
- NASA - National Aeronautics and Space Administration
- PDCT - Programa de Desenvolvimento Científico e Tecnolô-
gico
- SUDENE - Superintendência de Desenvolvimento do Nordeste
- SUDEC - Superintendência do Desenvolvimento do Estado do
Ceará
- UFC - Universidade Federal do Ceará.

RESUMO

Este trabalho trata do Zoneamento Geo-Ambiental da parte ocidental do Município de Quixeramobim-CE. O estudo foi conduzido empregando-se metodologia baseada na teoria geral dos sistemas. Estabeleceu-se o zoneamento das unidades geo-ambientais, com base em critérios morfo-pedológicos integrados aos demais atributos naturais. Adotou-se a interpretação visual como técnica para análise das imagens do satélite LANDSAT. Foram mapeadas dez unidades geo-ambientais e fez-se uma caracterização sumária das mesmas, destacando-se as suas potencialidades e limitações de uso. Também foram discutidos os principais problemas de degradação da área.

ABSTRACT

The present study was conducted with the objective to map the natural resources of the Quixeramobim county (Ceará State) western part; the used methodology was based on the general theory systems.

The geo-environmental units were established based on morphological and pedological criteria associated to other environmental characteristics.

The LANDSAT images were visually interpreted. Ten geo-environmental units were mapped and made a general characterization in terms of their both potential and use limitations.

Several important problems of resource degradation in that area have also been discussed.

1 - INTRODUÇÃO

O zoneamento geo-ambiental de uma área, constitui meio indispensável para estabelecer o diagnóstico dos seus recursos naturais e avaliar suas potencialidades e limitações de uso. O zoneamento ou a regionalização de unidades naturais fisionômica e funcionalmente homogêneas, deriva de uma necessidade prática - a de aproveitar de maneira científica e racional, os recursos que a natureza pôs à disposição do homem. É com base nesses parâmetros conceituais e nos estudos integrados da "Teoria Geral dos Sistemas", os quais serviram às proposições metodológicas de TANSLEY (1934) citado por TRICART (1977), BERTRAND (1971) e WENDT et alii (1975), que se pretende desenvolver a concepção de unidade geo-ambiental. Cada unidade é o resultado de combinações mútuas e específicas entre os componentes naturais (geológico, climático, geomorfológico, hidrológico, pedológico e fito-ecológico). Por conseguinte, a unidade terá um modelo fisionômico e funcional dotado de especificidade e/ou homogeneidade.

Os levantamentos integrados dos recursos naturais, foram estudados originalmente em países dotados de grandes dimensões territoriais. No Brasil as experiências pioneiras foram levadas a efeito pelos técnicos do Projeto RADAM BRASIL (1981), que em todos os relatórios publicados a partir da década de 70, contêm os mapas referentes ao uso potencial da terra com base na interpretação de mosaicos de radar.

A presente pesquisa, tem o propósito de estabelecer as unidades geo-ambientais de Parte do Município de Quixeramobim-CE, inserida no Sertão Central do Semi-árido Cearense. Trata-se de uma área que apresenta indícios avan

çados de degradação do meio natural, face ao uso indisciplinado dos recursos naturais. Isso mostra a importância de realização de estudos baseados na concepção geosistêmica com a possibilidade de gerar subsídios para o aproveitamento dos recursos naturais sem implicações com a degradação ou o desperdício.

Os objetivos específicos da presente pesquisa são:

- Testar, no levantamento dos recursos naturais, o emprego da técnica de análise visual de imagens do MSS do LANDSAT, envolvendo estudos integrados dos componentes naturais;

- Definir para o semi-árido cearense unidades morfo-pedológicas, para delimitação e identificação de unidades geo-ambientais;

- Verificar o estado atual dos recursos naturais para efeito de sugestões generalizadas para uso de práticas de manejo.

2 - REVISÃO DE LITERATURA

2.1 - Da metodologia de estudos integrados das condições geo-ambientais

Os estudos integrados das condições geo-ambientais são realizados através do entendimento da caracterização geral dos componentes naturais (geológico, climático, geomorfológico, etc.) com sua perspectiva de integração ou de relações mútuas entre si. Isso difere do somatório ou da estratificação/superposição desses componentes, que conduzem a apreciações parciais e incompletas. A visão de conjunto dos componentes naturais exige a percepção dos mecanismos de integração da natureza, considerando a sua complexidade e heterogeneidade. Por estas razões, os levantamentos integrados têm sempre um enfoque sistêmico. Para BERTTANLANFY (1977), os sistemas eram conhecidos e estudados há séculos. O que foi acrescentado, face à tendência da evolução da ciência, foi a idéia de estudá-los como entidades (um complexo de elementos em interação) e não um aglomerado de partes. O enfoque sistêmico, em decorrência de sua função integradora, vem sendo utilizado pelos mais variados ramos do conhecimento. Nas ciências naturais, a utilização da Teoria Geral dos Sistemas, foi introduzida na ecologia por TANSLEY (1934) citado por TRICART (1977), que definiu o ecossistema - como sendo um conjunto de seres vivos, mutuamente dependentes uns dos outros e do meio ambiente no qual vivem. A análise do ecossistema, focaliza os fatores abióticos e bióticos nas suas relações recíprocas. Representa uma perspectiva biocêntrica, em que os componentes abióticos do meio ambiente, são subordinados à análise do

ser vivo, ao longo do processo de fotossíntese e da cadeia trófica.

BERTRAND (1971), propôs um sistema taxonômico de classificação de paisagens, considerando seis níveis hierárquicos, incluídos em unidades superiores e inferiores. As unidades superiores abrangem maiores extensões territoriais, compreendendo a Zona, o Domínio e a Região Natural. O qualitativo de Zona, segundo aquele autor deve ser imperativamente ligado ao conceito de zonalidade planetária. É então reservado aos conjuntos de 1.^a grandeza, definindo-se por seu clima e seus "biomas" e pelas suas megaestruturas (zona intertropical, escudos ou cratons das zonas tropicais). O Domínio, corresponde a subdivisões da Zona, definindo-se por combinações de condições morfo-estruturais e morfoclimáticas. A Região Natural constitui-se numa área mais relacionada com o Domínio, que pode corresponder a um setor de individualização tectônica ou a uma área de condições climáticas mais homogêneas.

Para as unidades inferiores BERTRAND (1971) tomou critérios mais abrangentes considerando os fatores do potencial ecológico (geologia, clima, geomorfologia e hidrologia) e da exploração biológica (solo, vegetação e fauna). Distinguiu então o Geosistema, o Geofácies e o Geótopo, com base em níveis hierárquicos espaciais decrescentes.

WENDT et alii (1972), partiram de bases similares à proposta da metodologia de BERTRAND, no qual objetivaram a identificação de sistemas ecológicos determinados em bases geográficas permanentes e que podem ser interpretadas para planejar tanto o uso limitado, quanto o uso múltiplo da terra. Os mesmos autores adotaram neste trabalho, os seguintes níveis taxonômicos para as macrounidades - Província, Seção e Subseção, e nas meso e microunidades - Associação de Geotipos, Geotipos e Fases de Geotipo.

TRICART & KILLIAN (1979), tratando do planejamento do meio natural fizeram uma síntese a respeito dos estudos integrados das condições ambientais em diferentes países.

No mesmo trabalho, são feitas referências detalhadas a respeito da confecção de cartas e mapas que apresentam integrações parciais das condições naturais, como no exemplo das cartas morfo-estruturais, hidromorfológicas e morfo-pedológicas.

2.2 - Do sensoriamento remoto

Na concepção de COELHO (1969), sensores remotos são "uma série de aparelhos coletores e registradores de dados, guardando-se distância variável (sempre apreciável) entre o aparelho coletor-registrador e os dados ocorrentes". Os dados referem-se a tudo o que ocorre natural ou modificado pelo homem na superfície da terra.

STEFFEN et alii (1980), conceituam o sensoriamento remoto como um conjunto de atividades, cujo objetivo reside na caracterização de propriedades de alvos naturais, através de detecção, registro e análise do fluxo de energia radiante refletido ou emitido pelos mesmos.

Os aparelhos sensores podem ser considerados ativos e passivos. Os sensores ativos são os aparelhos que emitem uma radiação, captando e registrando a resposta. O exemplo mais representativo desse tipo de sensor é o radar de visada lateral (SLAR). Os sensores passivos constituem aparelhos sensíveis e captadores das radiações emitidas naturalmente pelos corpos. Dentre estes, podem ser as câmaras aerofotogramétricas convencionais, LANDSAT -1, -2, -3. LANDSAT -4, -5, Systême Probatoire d'Observation de la Terra (SPOT) e outros, (COELHO 1969).

Segundo STEFFEN et alii (1981) e GARCIA (1982), os satélites da Série LANDSAT inicialmente denominados ERTS (Earth Resources Technology Satellite) tem como objetivo principal, o de fornecer ferramenta básica no inventário e manejo de recursos naturais. São constituídos de dois tipos de sensores: Imageador Multispectral (MSS - Multispec

tral Scanning System) e um conjunto de 3 câmaras Vidicon (RBV - Returns Beam Vidicon). O sensor MSS no Brasil é recebido em 4 canais espectrais, cobrindo, através de linhas de varredura transversais ao deslocamento do satélite, uma faixa de aproximadamente 185 Km de largura do terreno.

As possibilidades de utilização do imageamento dos sensores são inúmeras, como: nos levantamentos setoriais (geologia, geomorfologia, hidrologia, solos, etc.) e integrados dos recursos naturais. O setor de levantamentos integrados é inteiramente adequado ao objetivo deste trabalho, e para tal utilizou-se o método de interpretação de VALÉRIO FILHO (1981) com modificações, por este não ser específico ao tipo de levantamento integrativo.

Até o final da década de 60 os levantamentos de recursos naturais eram efetuados quase exclusivamente com apoio em aerolevantamento. Os resultados dessa fase, que se estendeu a partir da II Guerra Mundial, resultou em estudos de áreas restritas, cobertas pelas aerofotos disponíveis e envolvendo, exclusivamente, levantamentos setoriais isolados.

No ano de 1969 a NASA (National Aeronautics and Space Administration) celebrando convênio com o INPE (Instituto de Pesquisas Espaciais), fez demonstração com o emprego de sensor radar de visada lateral (SLAR), na área do quadrilátero ferrífero de Minas Gerais. Os resultados alcançados foram satisfatórios de modo a estimular o aerolevantamento para uma área mais ampla - cerca de 44.000 Km², na Região do Tapajós-Amazônia. O caráter experimental do projeto tinha o propósito de demonstrar que - em prazo curto, a custos reduzidos e em condições atmosféricas adversas - seria possível obter informações fundamentais sobre os recursos naturais da Amazônia. Caracterizava-se a seguir, a possibilidade de utilizar o sensor radar para efetivar o levantamento dos recursos naturais da Amazônia e parte do Nordeste brasileiro, envolvendo, inicialmente, área de 1.500.000 Km². Posteriormente, o Projeto RADAM que tinha aplicação restrita aos territórios da Amazônia e

Nordeste Brasileiro, foi ampliado, de modo a cobrir todo o território nacional através do Projeto RADAMBRASIL (1981).

Esse breve histórico serve para demonstrar a importância da documentação acumulada que representa o mais importante acervo de dados a respeito dos recursos naturais do país, com base na utilização de um sensor ativo.

A sistemática técnico-operacional do Projeto RADAMBRASIL (1981) tinha o cumprimento sequencial das seguintes etapas: interpretação preliminar das imagens em escala de 1:250.000; trabalhos de campo para o reconhecimento da verdade terrestre em função da interpretação preliminar; interpretação final complementada por dados laboratoriais e elaboração dos diversos mapas temáticos; finalmente, a integração multidisciplinar de modo a propor diretrizes para o planejamento regional, apoiadas em informações científicas sobre as potencialidades dos recursos naturais da área estudada.

3 - MATERIAL E MÉTODOS

Para execução deste trabalho foram utilizados os seguintes materiais:

(a) Imagem de satélite LANDSAT (INPE, 1981) sistema MSS, canais 4, 5, e 7 na escala de 1:500.000. Este produto foi utilizado na identificação das unidades geo-ambientais, que possuíam a mesma padronagem. Para interpretá-las, adotou-se o procedimento indicado por VALÉRIO FILHO et. alii (1981), considerando os principais elementos imageados como: relevo, drenagem, cobertura vegetal, tonalidade, etc.

(b) Mosaico semicontrolado de radar (RADAMBRASIL, 1981) com cópia impressa em "off set". Através da variedade de tons cinza constatadas nas imagens, obteve-se informações quanto aos aspectos geológico estruturais, geomorfológicos e pedológicos. As faixas sombreadas indicavam os lineamentos estruturais e favoreceram a interpretação referente a altitudes relativas.

(c) Carta imagem de radar (RADAMBRASIL, 1981) em escala de 1:250.000, complementando as informações adquiridas no material precedentemente referido. São cartas plani-altimétricas, com indicações sobre a toponímia, infra-estrutura viária, malha urbana, etc.

(d) Carta plani-altimétrica na escala de 1:100.000 (DSG/SUDENE, 1972). Decorre de restituição aerofotogramétrica com equidistâncias de 50 metros entre as curvas de nível, sendo indicada toda a toponímia da área coberta e dados planimétricos detalhados.

(e) Material de cartografia temática: Foram consideradas como informações básicas, os levantamentos efetuados pelo Projeto RADAMBRASIL (1981), para as folhas SB. 24-25 Jaguaribe-Natal. Este levantamento contém os mapas organizados na escala ao milionésimo, onde se destacam os seguintes temas: geologia, potencial hídrico, geomorfologia, solos e vegetação, cartografados com base na restituição de imagens de radar.

Do ponto de vista estritamente pedológico, tomou-se como referencial básico o mapa de solos do Levantamento Exploratório-Reconhecimento do Estado do Ceará, em escala 1:600.000, (MA/DPFS/SUDENE, 1973).

Como material auxiliar foram utilizados:

- Pantógrafo de precisão do tipo metálico, modelo Rosenhain, para reduções e ampliações de mapas e carta;

- Planímetro polar, para cálculo estimativo das áreas levantadas, dimensionando-se as unidades geo-ambientais;

- Caderneta de Cores de Solo Munsell, para identificação das cores;

- Manual de descrição e coleta de solo no campo, (LEMOS, 1984);

- Fichas de campo (previamente preparadas).

Os procedimentos metodológicos tiveram como base o cumprimento de atividades de escritório e de campo descritos a seguir:

3.1 - Trabalhos de escritório

Em escritório realizou-se os seguintes:

(a) Levantamento e triagem da documentação bibliográfica e cartográfica (básica e temática) disponível;

(b) Elaboração da base cartográfica em escala de 1:100.000;

(c) Interpretação visual preliminar das imagens de satélite para:

- Delimitar as unidades lito-estratigráficas;
- Descrição da drenagem superficial e
- Interpretação dos padrões de imagem.

Com as delimitações das unidades lito-estratigráficas estabeleceu-se a compartimentação morfo-estrutural e morfo-pedológica da área de estudo.

Na análise da drenagem superficial foram estabelecidos os padrões e as relações da hidrologia de superfície com outros componentes ambientais.

Na interpretação dos padrões de imagem, utilizou-se como critério para delimitar as unidades geo-ambientais a identificação das manchas que tinham a mesma expressão. Para esta interpretação foram adotados os procedimentos indicados por VALÉRIO FILHO et alii (1981), adaptados para a cartografia das unidades geo-ambientais. Este procedimento foi efetuado com a análise simultânea da cartografia temática disponível, anteriormente referida, seguida de controle de campo. Buscou-se, através da análise integrada dos fatores de superfície, reconhecer semelhanças e diferenças

entre as unidades identificadas na interpretação. Os fatores imageados que serviram como critérios foram: a drenagem, o relevo, a cobertura vegetal e a tonalidade, dentre outros. Estes dados foram utilizados para o aprimoramento do processo de compartimentação da área. O resultado final está apresentado em mapa na escala de 1:100.000 (FIGURA 03).

(d) Seleção dos roteiros para reconhecimento da verdade terrestre;

(e) Reinterpretação dos dados após a efetivação dos controles de campo;

(f) Elaboração da carta temática e

(g) Redação dos resultados da pesquisa.

3.2 - Trabalhos de campo

O conjunto das informações obtidas com as interpretações preliminares das imagens e do material cartográfico básico e temático, foram complementadas com observações locais, após inúmeras expedições de campo. Isso contribuiu para ampliar o grau de confiabilidade dos documentos cartográficos temáticos e as informações obtidas. Nos trabalhos de campo foram realizadas as seguintes etapas:

(a) Complementação da cartografia básica;

(b) Verificação e checagem das interpretações preliminares procedidas nos trabalhos de escritório;

(c) Identificação dos padrões morfo-pedológicos do

minantes, definidos pelas relações entre litologia, relevo, solo e fisionomia da cobertura vegetal;

(d) Para cada padrão morfo-pedológico foram realizadas as seguintes atividades:

- 1º - Levantamento geológico, identificando-se as rochas e/ou coletando-as para identificação posterior; análise dos aspectos lito-estratigráficos e estruturais relevantes para a caracterização geomorfológica; reconhecimento das formações superficiais e de seus materiais de origem; definição aproximada da natureza das alterações superficiais-eluviais, aluviais ou coluviais;
- 2º - Reconhecimento expedito do solo, procedendo-se sua identificação e estudos dos fatores de superfície, como: declividade, tipo e intensidade da erosão e da pedregosidade; descrição morfológica sumária dos perfis, através de estimativa da classe textural (pelo tato), medida da espessura de cada horizonte ou camada, e estabilidade dos agregados;
- 3º - Estudo fito-ecológico, visando o reconhecimento da estrutura e dos padrões fisionômicos da vegetação, com listagem das plantas dominantes em cada padrão identificado;
- 4º - Reconhecimento das principais topossequências, seguindo-se, preferencialmente transsectos estabelecidos segundo cortes transversais e
- 5º - Verificação das condições atuais de utiliza

ção da terra e suas implicações com o estado atual de conservação dos recursos naturais renováveis e com as manifestações de degradação ambiental.

4 - DESCRIÇÃO GEO-AMBIENTAL DA ÁREA DE ESTUDO

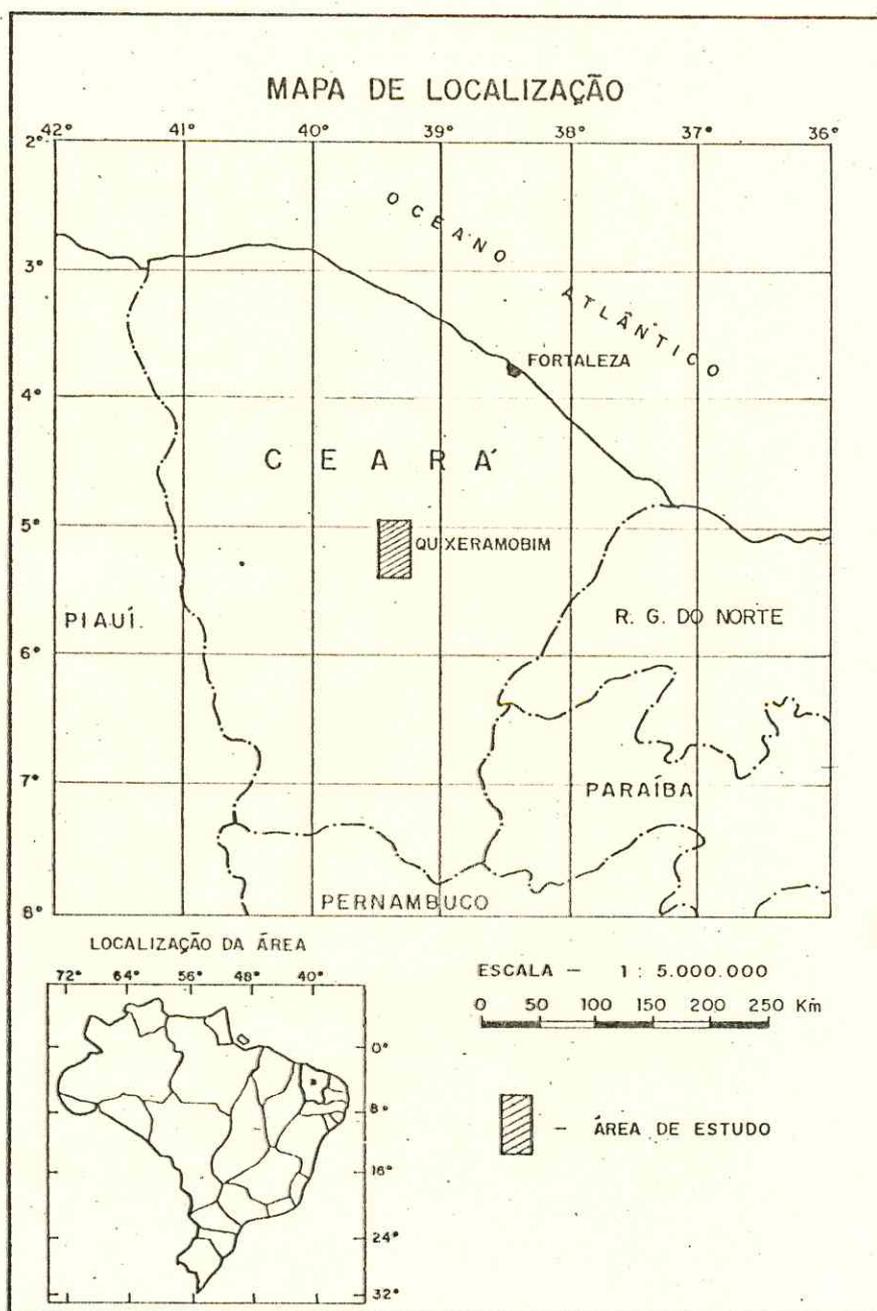
4.1 - Localização e aspectos gerais

A área de estudo compõe toda a parte ocidental do Município de Quixeramobim. Engloba cerca de 870 Km² e está situada, aproximadamente, entre as coordenadas de 04° 55' e 05° 25' Lat. S e 39° 14' e 39° 32' Long. W. Gr. (FIGURA 1). Posiciona-se no Sertão Central do Estado do Ceará, cujas características fisiográficas e ecológicas, são similares àquelas verificadas nos setores deprimidos semi-áridos dos Sertões do Nordeste Brasileiro.

A área integra o núcleo nordestino do escudo brasileiro, composta de rochas de consolidação Pré-Cambriana, mais ou menos intensamente metamorfoisadas, com eventuais ocorrências locais de rochas ígneas. Em grande parte são observados os efeitos pretéritos da tectônica plástica e ruptural com reflexos na evolução da superfície topográfica e nos modelos de organização da drenagem superficial.

Do ponto de vista geomorfológico, compreende uma vasta superfície de erosão que evoluiu em função do truncamento indistinto de rochas e estruturas, onde as saliências locais compreendem porções de maior resistência litológica. A superfície exhibe dissecações em feições suaves, sem maiores contrastes geomorfológicos.

Esse posicionamento geográfico nos sertões centrais do Ceará reflete-se numa acentuada condição de semi-aridez, onde as precipitações são escassas ou nulas na maior parte do ano. Mesmo no curto período chuvoso as precipitações são marcadas por uma notável irregularidade tempo-espacial. As temperaturas são elevadas, sendo superior



FONTE: CPRM - Projeto Fortaleza (1977)

FIGURA 1 - Mapa do Ceará mostrando a área de estudo no Município de Quixeramobim-CE.

res a 25°C em média segundo dados da SUDENE (1976), com amplitudes térmicas insignificantes ao longo do ano. Essas variações térmicas, contudo, se acentuam no período diuturno com fortes oscilações entre os dias e as noites.

As condições climáticas tendem a se refletir na dominância de processos generalizados de morfogênese mecânica; no encaixe de uma drenagem com fluxos hídricos intermitentes e/ou esporádicos; na ocorrência de solos rasos e freqüentes afloramentos rochosos e de material grosseiro recobrando a superfície.

Os solos são marcados pela ocorrência de associações em que os BRUNO NÃO CÁLCICOS se combinam com LITÓLICOS, VERTISSOLOS, PLANOSSOLOS e SOLONÉTZICOS, além dos ALUVIAIS. São solos revestidos por caatingas degradadas que apresentam variações fisionômica e florística.

Os acessos à área são bastante favoráveis, especialmente através da Rodovia do Algodão CE-021 e de uma densa rede viária vicinal que converge para esta rodovia e para a Rodovia Federal BR-020 - Fortaleza-Brasília. Do ponto de vista econômico e social, além de concentrar elevados contingentes demográficos a economia local é caracterizada pela predominância de atividades do setor primário através do binômio gado-algodão.

Sob o ponto de vista da área de pesquisa, a nível local, praticamente inexistem trabalhos que abordem os diversos componentes naturais com algum grau de detalhamento. A área de estudo de Quixeramobim está inserida na Zona do Sertão Central, de acordo com a antiga divisão fisiográfica do IBGE (1961) citado por (BNB/ETENE, 1965). Segundo DUQUE (1949), a área pesquisada integra o Seridó Cearense, que se caracteriza por apresentar solos menos erodidos, com menos pedras expostas, embora apareçam os seixos rolados; percebem-se mais, a argila vermelha e a sílica; a cobertura vegetal de gramíneas, de arbustos e de árvores é mais densa; as propriedades agrícolas são maiores e as atividades se apoiam na lavoura do algodão mocó *Gossypium hirsutum* var. *Marie-galante* Hutch.

Para SOUZA et alii (1979), a área faz parte dos setores dissecados da Depressão Sertaneja que comporta um conjunto de características geo-ambientais nas quais se incluem: acentuadas variações lito-estruturais; truncamento indistinto de litologias variadas por processos de morfogênese mecânica; pequena espessura do manto de alteração das rochas; condições climáticas semi-áridas com déficits hídricos durante a maior parte do ano; ocorrência freqüente de pavimentos e paleo-pavimentos grosseiros; deficiente capacidade de erosão linear em função da intermitência do curso d'água e de sua pequena capacidade energética; ocorrência dispersa de "inselbergs" e de cristas residuais; e revestimento vegetal de caatingas com fisionomia, porte e composição florística variadas.

Em Relatório recente OLIVEIRA et alii (1988), propuseram um zoneamento geo-ambiental de áreas do Sertão Central do Ceará, na qual se inclui a área que é objeto do presente estudo.

A nível mais amplo, de abrangência estadual ou regional, constatou-se que a quase totalidade dos estudos procedidos foram setoriais (geológico, geomorfológico, hidrologico, etc). Sua realização se deu segundo os critérios de levantamentos exploratório ou reconhecimento. Nesse aspecto, verificou-se que há maior quantidade de trabalhos nos campos da Geologia e da Pedologia.

Sobre geologia, os trabalhos pioneiros foram realizados desde inícios do século atual, por pesquisadores americanos e brasileiros. Foi a partir da década de 70 que houve maior incremento das pesquisas geológicas por iniciativa de Instituições governamentais como o Departamento Nacional da Produção Mineral (DNPM, 1974), Companhia de Pesquisas de Recursos Minerais (CPRM, 1973, 1976, 1977) e Projeto RADAMBRASIL (1981).

Em cartograma apresentado pelo DNPM (1985), estão relacionados os trabalhos de natureza geológica, até então efetuados no Estado do Ceará, indicando-se as respectivas

instituições responsáveis pelos mesmos (ANEXO 1).

Sobre a pedologia, as pesquisas de solos tiveram seu início muito antes da criação da SUDENE. Destaca-se então a partir daí o Levantamento Exploratório - Reconhecimento de Solos do Estado do Ceará (JACOMINE et alii, 1973). Esse estudo realizado na escala de 1:600.000, identificou vinte classes de solos, sub-divididas conforme critérios pré-estabelecidos. O mesmo apresentou uma visão global dos solos existentes no estado, servindo de subsídio para o planejamento regional, escolhas de áreas prioritárias que justificassem levantamentos detalhados e seleção de áreas para experimentação agrícola. Posteriormente, foram realizadas pesquisas pedológicas pelo Projeto RADAMBRASIL (1981) e pela Superintendência do Desenvolvimento Econômico do Estado do Ceará (SUDEC). Alguns dos estudos realizados por esta última Instituição, bem como trabalhos desenvolvidos pela UFC, foram feitos a um nível de maior detalhe.

Sobre a hidrologia de superfície e hidrogeologia, ou generalizações a respeito dos recursos hídricos, estudos foram efetuados pela Missão Francesa-GVJ (1967), (SUDENE-ASMIC, 1967) e Pelo Projeto RADAMBRASIL (1981). Algumas pesquisas para áreas restritas não foram consultadas devido às dificuldades de acesso às mesmas (circulação restrita).

O mapeamento e os estudos climáticos revelaram-se muito escassos e insuficientes. O mesmo ocorrendo com os estudos geomorfológicos e fito-ecológicos. Além dos trabalhos realizados pelo Projeto RADAMBRASIL (1981) incluem-se os trabalhos de NOGUEIRA (1964, 1973), SOUZA (1975, 1981, 1983, 1988), além das referências contidas em pesquisas de domínio conexo.

Depreende-se da revisão feita que os estudos e pesquisas referentes aos fatores geo-ambientais foram enfocados setorialmente e de modo não detalhado. Percebe-se, também que, o enfoque de integração é ainda muito recente.

4.2 - As Unidades crono-lito-estratigráficas

As unidades crono-lito-estratigráficas da área foram estabelecidas com base nos levantamentos sistemáticos procedidos pelo Projeto RADAMBRASIL (1981), para as folhas SB.24/25 Jaguaribe-Natal.

A quase totalidade da área é composta pelas unidades Prê-Cambrianas que se expõem em faixas paralelas de oeste para leste, de acordo com a seguinte seqüência: Rochas graníticas da Suíte Magmática incluída no Prê-Cambriano Superior; esta faixa granítica contacta com os litotipos do Complexo Itatira posicionado igualmente no Prê-Cambriano Superior; para Oeste, englobando mais de 70% do território, se expõem os litotipos pertencentes ao Complexo Nordeste, cronologicamente posicionado no Prê-Cambriano Inferior(?) a Médio. Esta datação imprecisa decorre do valor interpretativo de resultados de análise geocronológica que não permitem situar, sem dúvidas, sua posição Crono-estratigráfica (GOMES et alii, 1981). O esboço estratigráfico torna-se completo com a presença dos depósitos inconsolidados de natureza aluvial e coluvial que compõem o Quaternário regional.

Considerando que as informações obtidas neste estudo são extremamente semelhantes às apresentadas por GOMES et alii (1981) e levando em consideração a escala para este trabalho, adotou-se o esboço estratigráfico a seguir:

ESBOÇO ESTRATIGRÁFICOCENOZÓICO
(Quaternário)

Aluviões (Qa) - Sedimentos arenosos, areno-argilosos e cascalhos

..... DISCORDÂNCIA

PRÉ - CAMBRIANO
(Pré-Cambriano Superior)

Suíte Magmática(γ_1 $\gamma\theta_1$)- Granitos e granodioritos.

..... DISCORDÂNCIA

Complexo Itatira (pEit) - Gnaisses, micaxistos, quartzitos, calcossilicatadas e calcários Cristalinos.

..... DISCORDÂNCIA

(Pré-Cambriano Inferior (?) a Médio)

Complexo Nordestino (pEn) - Migmatitos, gnaisses migmatizados, granitóides, anfibolitos, quartzitos, calcários cristalinos, xistos, calcossilicatadas.

O Complexo Nordestino é caracterizado na área de estudo pelos seus litotipos mais ocorrentes como: gnaisses dos mais variados tipos, migmatitos e anfibolitos. Estas litologias apresentam-se deformadas por um estilo tectônico plástico, secundadas por efeitos de tectônica ruptural, cujos falhamentos se orientam para NE-SW e WNE-SSW, segundo GOMES et alii (1981).

De acordo com os mesmos autores, estas rochas estão caracterizadas pela presença constante de migmatização que,

em alguns casos, atingem homogenização total, originando núcleos granitóides, os quais estão esparsamente distribuídos na área, de forma sub-arredondados. O Complexo Nordestino guarda um estilo tectônico que foi acentuadamente truncado pela ação dos processos degradacionais. Com isso, a morfologia é pouca dissecada, prevalecendo as rampas pedimentadas que se orientam na direção dos fundos de vales que entalham fracamente a superfície. Nos setores em que a drenagem superficial tem um maior adensamento a topografia é um pouco mais movimentada pela ocorrência de relevos com topos ligeiramente convexos. Os núcleos granitóides, oriundos de uma migmatização mais homogênea, têm maior resistência aos efeitos da dinâmica externa, gerando relevos residuais mais elevados (inselbergs) com solos litólicos e exposições de materiais grosseiros liberados pelo intemperismo físico.

O Complexo Itatira, como observou-se no esboço estratigráfico, ocupa uma posição cronológica acima do Complexo Nordeste. Engloba uma unidade metassedimentar, cujos litotipos mais ocorrentes, são os gnaisses variados, com eventuais intercalações de xistos. Estas litologias estão encaixadas, preferencialmente, em regiões que foram submetidas menos intensamente à ação dos processos erosivos (GOMES et alii, 1981). Seus contatos com o Complexo Nordeste são gradacionais e difusos em termos regionais. Na área pesquisada, contudo, o contato é de natureza nitidamente tectônico, através da falha Sabonete-Inharé e outras falhas a ela associada, com orientação SSW-NNE. Nota-se, igualmente, que o contato do Complexo Itatira com a Suíte Magmática, ao sul da Cidade de Quixeramobim se verifica também através do mesmo falhamento, de orientação análoga ao Contato Itatira-Nordestino. Como reflexos dessas evidências geo-tectônicas, constata-se que, no Complexo Itatira as rochas apresentam atitudes verticalizadas, manifestando-se em diferenciações no modelado da superfície topográfica. Por consequência, a morfologia tem uma movimentação muito mais pronunciada do que aquela que foi descrita

ta para o Complexo Nordestino. Esse fato comprova, de modo muito evidente, que o estilo tectônico pretérito, refletiu-se na maior rugosidade da superfície, cujas feições morfológicas alongadas e mais acidentadas, constituem prolongamentos dos alinhamentos de falhas.

Ao contrário do que se observa em relação a esse tipo de estilo tectônico, nos setores de dobramentos as cristas e vales não correspondem, necessariamente e respectivamente, aos setores antiformais e sinformais do estilo tectônico plástico. Correspondem, por consequência, às diferenciações locais dos litotipos, que por erosão diferencial condicionaram a predominância de feições morfológicas com modelo Apalacheano. As alterações são pouco profundas, revelando-se predominância de solos litólicos e frequentes afloramentos rochosos.

Como unidade lito-estratigráfica de menor representatividade na área, ocorrem as rochas da "Suíte Magmática", com posicionamento no Pré-Cambriano Superior, representadas pelos granitos e granodioritos. Estas rochas segundo GOMES et alii (1981), indicam idades relacionadas à Fase Sintectônica do Ciclo Brasileiro e têm indicadores geomorfológicos de notável nitidez. Nas áreas da Suíte Magmática, em Quixeramobim, concentra-se um agrupamento de residuais do tipo inselbergs que são encontra área similar, no Ceará, nos campos de inselbergs do Quixadá.

O Quaternário regional compreende os depósitos detríticos finos que bordejam as calhas fluviais e constituem as aluviões holocênicas. Nos setores deprimidos, circundados por elevações, a mobilização dos detritos provenientes das alterações das rochas, formam depósitos coluviais que podem coalescer, em alguns casos, com as aluviões das planícies fluviais.

Deve ser salientado por fim, que os condicionantes geológico-estruturais e lito-estratigráficos, têm papel de importância básica para justificar os aspectos geomorfológicos, o grau de adensamento e o padrão de drenagem, o modo de distribuição dos solos e a deficiência dos recur

tos hidrogeológicos da área enfocada. Por consequência, a distribuição das unidades geo-ambientais estão estreitamente vinculadas ao modelo de exposição das unidades lito-estratigráficas.

4.3 - Os aspectos geomorfológicos e os padrões de dissecação do relevo

As características apresentadas pelo relevo da área de Quixeramobim estão na dependência de três grandes conjuntos de fatores morfogênéticos que explicam a origem e a evolução das superfícies aplainadas e o modelado atual. Em primeiro lugar deve ser ressaltado a importância dos fatores estruturais que se traduzem, regionalmente, nos domínios morfo-estruturais que representam a base territorial do relevo; em segundo lugar, destaca-se o papel das evidências morfo-climáticas pretéritas, que através das condições paleo-climáticas refletem os traços da evolução geomorfológica ao longo do Cenozóico, sobretudo do Terciário Superior (Plioceno) ao Holoceno; finalmente, deve-se referir os fatores climáticos atuais que são responsáveis pela diversificação fisionômica e florística das formações vegetais e que são os acionadores dos processos morfogênéticos atuantes que modelam a superfície.

Em trabalho que trata das unidades morfo-estruturais do Estado do Ceará (SOUZA, 1988) estabeleceu as seguintes unidades: (1) Domínio dos Depósitos Sedimentares Cenozóicos com planícies e terraços fluviais, formas litorrâneas e tabuleiros; (2) Domínio das Bacias Sedimentares Paleomesozóicas incluindo a chapada do Araripe, chapada do Apodi e planalto da Ibiapaba (Serra Grande) e (3) Domínio dos Escudos e dos Maciços Antigos, considerando os planaltos residuais e as depressões sertanejas.

Com base nesse esboço, a área de Quixeramobim se insere na sua quase totalidade na porção central das de-

pressões sertanejas do Domínio dos Escudos e dos Maciços Antigos. São muito restritas as áreas incluídas no Domínio dos Depósitos Sedimentares Cenozóicos. Elas se restringem aos setores de deposição aluvial que margeiam as calhas fluviais ou as pequenas áreas embaciadas que constituem os micro-compartimentos de acumulação sazonalmente inundáveis.

Em síntese a respeito dos aspectos geomorfológicos de áreas do Sertão Central do Ceará, OLIVEIRA et alii (1988), afirmam que as depressões sertanejas estendem-se como planos inclinados a partir dos níveis residuais elevados, com caimento topográfico orientado para os fundos de vales. Representam rampas pedimentadas fraca a medianamente entalhadas pela densa rede fluvial que drena o território. Esse fato corrobora o que foi descrito em relação aos padrões de drenagem, onde há predominância generalizada dos padrões dendríticos e/ou detritico-retangulares.

A dissecação motivada pelos processos de entalhamento da superfície, reflete-se através de relevos colinosos rasos, quando o sulcamento linear é inferior a 15m. Na medida em que o aprofundamento se pronuncia, na dependência de cursos d'água dotados de um maior gradiente as colinas assumem uma maior nitidez. A elas se combinam outras feições de modelado, como: as elevações alongadas de topos convexos ou aguçados (dispostas paralelamente aos principais eixos de drenagem); os prolongamentos dos maciços residuais cristalinos; os pedimentos rochosos (evidenciados pelas delgadas alterações superficiais e com material grosso liberado pela ação do intemperismo físico); os pedimentos detriticos ou glaciés de acumulação (posicionados à jusante dos pedimentos rochosos e que são recobertos por depósitos coluviais finos), oriundos da mobilização seletiva proporcionada pelo "run-off"; e os setores de interflúvios mais conservados e com declividades menos acentuadas dos relevos residuais ("inselbergs") originários do trabalho seletivo da erosão, que expõem encostas desnudas. Nesses inselbergs a ação química localizada das águas, gera a

formação de sulcos de erosão (caneluras), além das grutas de intemperismo ("taffonis").

Procurando-se fazer uma correlação entre as unidades lito-estratigráficas, anteriormente caracterizadas, com as características geomorfológicas, evidencia-se particularidades de relevo ou modelado para cada uma.

Nas exposições do Complexo Nordeste o relevo é mais conservado e os traços da tectônica plástica ou ruptural não se evidenciam. Há predominância de pedimentos e de relevos colinosos. No complexo Itatira, ao contrário, ainda há evidências na superfície de manifestações tectônicas pretéritas. A morfologia se mostra mais acidentada e os declives se acentuam. À suíte magmática se associam os relevos residuais com alguns agrupamentos de "inselbergs". Os depósitos aluviais representam as planícies fluviais limitadas por baixos terraços, eventualmente mantidos por cascalheiras.

No que se relaciona com as superfícies de erosão ou de aplainamento, a área compõe a superfície sertaneja antiga (Pd_2) que se dispõe sobre a superfície de piso regional, esboçada na área limítrofe de Quixadá (Pd_1). São características daquela superfície, de acordo com o relatório do Zoneamento Geo-Ambiental de Áreas do Sertão Central do Ceará (in OLIVEIRA et alii), as seguintes: Cotas altimétricas variáveis entre 150-400m; relevos dissecados com feições muito variadas; drenagens exorrêicas de padrões dendríticos e dendrítico-retangulares; cursos d'água intermitentes sazonais, com aprofundamento médio entre 15-30m; alguns coletores de drenagens evidenciam controles estruturais; litotipos pertencentes ao pré-Cambriano indiferenciado; associações de solos com predominância das classes dos BRUNO NÃO CÁLCICOS INDISCRIMINADOS, LITÓLICOS, além de outras de menor frequência.

4.4 - As condições climáticas e hidrológicas

A análise das condições climáticas da área estudada está fundamentada nos dados meteorológicos da estação de Quixeramobim. Enfoca-se basicamente as condições térmicas, pluviométricas e o balanço hídrico daquela localidade, o que permite uma extrapolação aproximada a respeito do clima que abrange toda o contexto territorial estudado.

De acordo com NIMER (1977), as condições da dinâmica atmosférica são representadas pelos deslocamentos da "convergência intertropical" (CIT). Essa descontinuidade é oriunda da convergência dos alísios dos dois hemisférios. Ao longo dessa "depressão equatorial" geralmente conhecida por "região de calmarias" o ar em ascendência provoca chuvas e trovoadas, às vezes muito intensas. Os deslocamentos mais intensos daquela convergência (CIT), se verificam a partir de meados do verão, atingindo uma maior frequência no período correspondente ao outono do hemisfério sul (março-abril).

Em linhas gerais as principais características da natureza climática, são justificadas pela dinâmica atmosférica comentada anteriormente. Do ponto de vista da temperatura, observa-se que ao longo de todo ano a área é submetida a uma intensa radiação solar, justificando-se assim, as elevadas médias das temperaturas anuais. Segundo dados da SUDENE (1976) as médias anuais atingem $27,5^{\circ}\text{C}$. De acordo com a mesma fonte, os dados térmicos de Quixeramobim apontam o seguinte: máxima absoluta $36,7^{\circ}\text{C}$; mínima absoluta $18,4^{\circ}\text{C}$; média do mês mais frio $26,2^{\circ}\text{C}$.

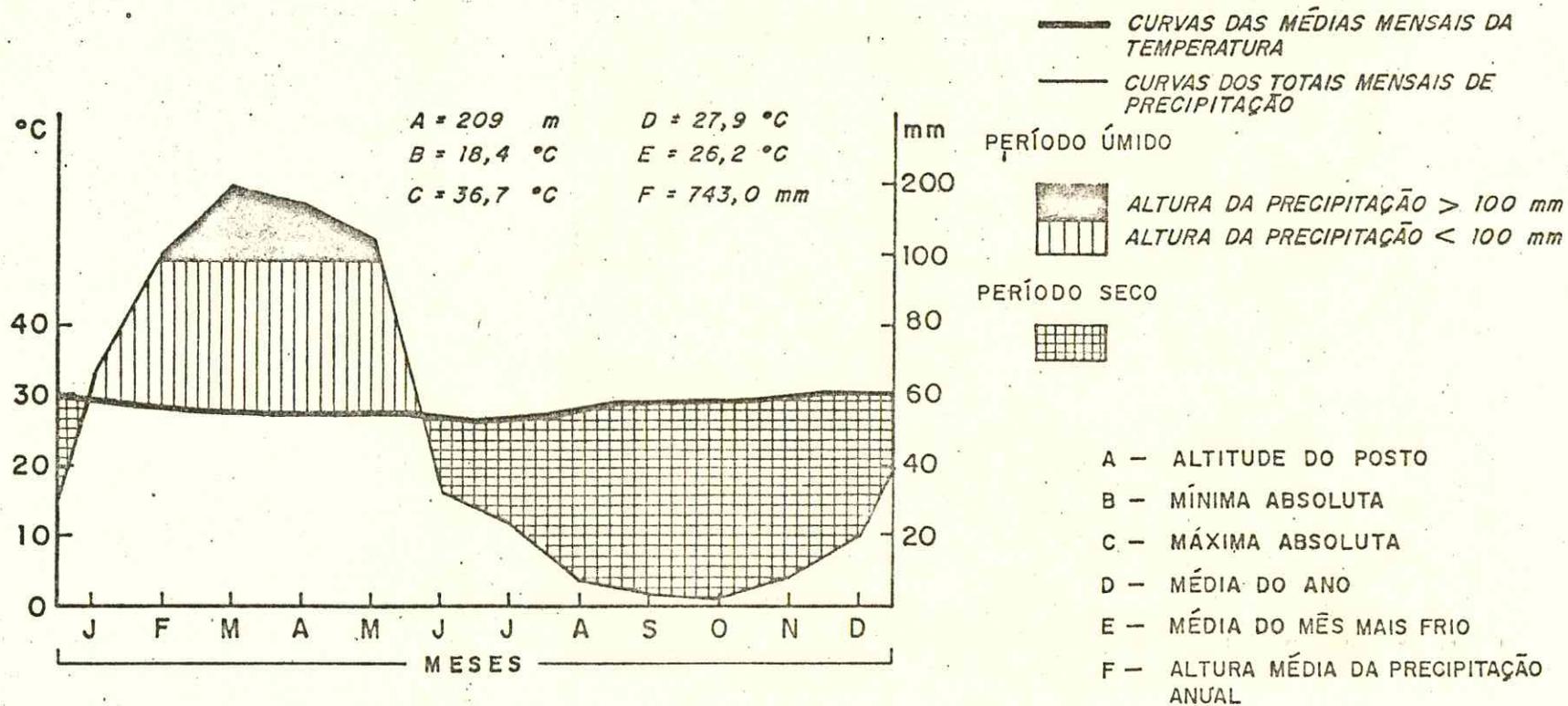
Os dados térmicos anuais revelam que, sendo mínima a variação anual de temperatura, também insignificante será o papel desse dado meteorológico para explicar diferenças entre as estações. São contudo, dados que explicam os elevados coeficientes de evaporação e de evapotranspiração, que afetam o território regional durante a quase totali-

dade do ano. Os excedentes hídricos postos à disposição das plantas são irrisórios, quando comparados com áreas em que as variações térmicas anuais sejam de maior amplitude.

No período diuturno, esse quadro se modifica em função das próprias características ecológicas do ambiente estudado. Sendo intensificada a variação térmica entre os dias e as noites, isso se reflete na superfície e especialmente nas rochas, que são mais afetadas. Daí a predominância de processos generalizados de desagregação física das rochas que tendem a se acentuar nos litotipos que apresentam uma composição mineralógica mais heterogênea e uma textura predominantemente granular. Os componentes mineralógicos possuindo diferentes coeficientes de dilatação e contração, favorecem o afrouxamento da rede cristalina, liberando produtos grosseiros de alteração do intemperismo (SOUZA, 1983).

Sob o aspecto climático regional a maior importância contudo, deve ser conferida às precipitações pluviais. Segundo NIMER (1977), as chuvas nos sertões nordestinos, pela sua repartição e irregularidade assumem importância não apenas do ponto de vista estritamente climático, mas, principalmente, pelas conseqüências de ordem econômica e social delas advindas.

A altura média da precipitação anual, segundo dados da SUDENE (1976) é de 763,0 mm. O regime ou o ritmo das precipitações e a repartição das chuvas é marcada pela acentuada concentração em poucos meses, além da forte irregularidade espacial. O pico das precipitações se verifica no trimestre março-abril-maio (FIGURA 2) conferindo com os deslocamentos da convergência intertropical (CIT), anteriormente comentada. Nos demais meses do ano, o que se nota é a ocorrência de períodos secos absolutos, traduzindo a predominância da estação seca. São essas características que permitem enquadrar a área pesquisada como submetida, de acordo com os critérios de NIMER (1977), aos efeitos de um clima tropical semi-árido, com sete a oito meses de duração do período seco.



QUIXERAMOBIM-CE Clima QUENTE e SEMI-ÁRIDO - Com 7 Meses Secos - do Tipo Tropical da Zona Equatorial.

FIGURA 2 - Balanço hídrico do Município de Quixeramobim-CE.

FONTE: NIMER (1977).

Essas condições climáticas afetam direta ou indiretamente os demais componentes geo-ambientais, refletindo-se: na ação do intemperismo sobre as rochas; na granulometria e na textura das alterações superficiais; na quantidade de água do solo que é posta à disposição das plantas e na sua adaptação fisiológica a um prolongado período seco; na ocorrência de solos rasos, pela intensificação da remoção dos detritos finos postos em mobilização durante os aguaceiros torrenciais; na existência de cursos d'água cujo escoamento fica restrito à estação chuvosa. Trata-se, assim, do componente ambiental que maiores limitações impõem ao aproveitamento econômico através das atividades agro-pastoris.

Quanto à hidrologia quer de superfície como de sub-superfície não há como dissociá-la do clima.

Outros fatores, contudo, devem ser destacados de modo a se chegar a uma análise mais precisa a respeito do quadro hidrológico como componente geo-ambiental.

O escoamento superficial é diretamente influenciado pelas características climáticas, geológicas, pedológicas, geomorfológicas e fito-ecológicas.

A natureza do regime fluvial está na dependência exclusiva do regime de precipitações pluviais, que alimenta e regula o escoamento. Considerando-se que as precipitações estão restritas a 4-5 meses durante o ano, essa é também a duração do escoamento superficial. Toda a rede fluvial tem, assim, um escoamento intermitente. Os picos da vazão hídrica dos rios e riachos, de diversas ordens de grandeza, coincidem com os picos das precipitações que se verificam no trimestre, março-abril-maio. A intermitência ou o caráter esporádico dos cursos d'água, justifica o baixo potencial hidráulico, disponível na área de pesquisa.

As condições geológicas, pedológicas, geomorfológicas, através da natureza dos terrenos e dos gradientes, interferem principalmente no grau de adensamento ou de frequência dos cursos d'água e no padrão da rede de drenagem.

Tratando-se de áreas do embasamento cristalino, as

litologias tendem a apresentar baixíssima porosidade em decorrência de terrenos impermeáveis, que contribuem para que a drenagem superficial seja bastante densa e com acentuada frequência de cursos d'água. Esse fato contribui também para justificar a predominância de padrões dendríticos, onde há uma acentuada ramificação de canais superficiais, a maioria dos quais, sem controle estrutural (rios e riachos insequentes).

Nos setores em que a drenagem evidencia algum controle estrutural, através das linhas de falhas e fraturamentos, as confluências se dão em ângulos retos, conferindo um padrão de modelo dendrítico-retangular.

O principal coletor de drenagem é o Rio Quixeramobim; que forma uma das mais expressivas sub-bacias do Médio Jaguaribe.

As águas superficiais represadas estão retidas em alguns reservatórios, dentre os quais o de maior capacidade é o Açude Quixeramobim, que barra o rio homônimo e acumula cerca de 70.000.000 m³. Nota-se, igualmente, que algumas dezenas de açudes particulares, ocorrem na área estudada. Dentre estes, destacam-se os Açudes Feijão, Itaguaí, Santa Rita, Pirabibu, Flores, Serra Branca, Riacho dos Cavalos, Siribó, etc.

Sob o aspecto hidrogeológico não se dispõe de estudos que permitam uma avaliação real a respeito das disponibilidades de águas subterrâneas. A esse respeito, os levantamentos sistemáticos foram procedidos pela Missão Francesa (SUDENE-ASMIC, 1967) e o RADAMBRASIL (1981).

A infiltração de água no embasamento cristalino é, em geral, muito baixa em função da pequena porosidade das rochas. Havendo uma pequena capacidade de alimentação dos aquíferos em função das baixas precipitações pluviais, deduz-se que no embasamento existe água subterrânea em quantidade insignificante.

De acordo com o estudo da Missão Francesa, há no caso geral do cristalino, a ausência de exutórios importantes das águas subterrâneas: fonte, restituição aos rios,

etc... Afirma-se que "a ausência de restituição comprova a acentuada fraqueza da alimentação de água suficiente renovada. Com efeito, um sistema de aquífero desprovido de exutório e não explorado, regularmente alimentado, teria anualmente, o seu nível piezométrico mais elevado até possibilitar a formação de exutório por onde se evacuaria o excedente de água anual".

As excessões ao caso geral, ficam reservadas às áreas de espessas alterações superficiais onde o material se tornaria localmente mais permeável, ou aos setores submetidos à ação da tectônica ruptural (zonas fissuradas).

Destas considerações é possível afirmar que as possibilidades de águas subterrâneas ficam restritas aos setores de deposição aluvial e de deposição coluvial.

Para concluir, transcreve-se o parecer final da Missão Francesa, assim expresso:

"Vale ressaltar o caráter sempre excepcional da existência de águas subterrâneas em pleno cristalino, mesmo alterado ou fissurado; e quando essas águas existem, vale destacar a sua qualidade medíocre e sua pequena quantidade, o que se depreende pela inexistência de vazão".

Os técnicos daquela Missão acrescentam que a exploração por perfuração somente deverá ser efetuado no caso em que estudos precisos, sobretudo de natureza geofísica, permitam concluir pela existência de uma fissuração ou alteração acentuada e profunda, logo com reservas apreciáveis.

Dessas considerações a respeito das condições climáticas, hidrológicas superficiais e hidrogeológicas, percebe-se que, do ponto de vista de limitações naturais ao uso econômico, os recursos hídricos constituem um sério empecilho.

Os dados representados a seguir tratam do balanço hídrico da Estação de Quixeramobim, com base nas fórmulas de THORNTHWAITE e THORNTHWAITE & MATHER (In OLIVEIRA et alii, 1988), (TABELA 1).

TABELA 1 - Balanço hídrico segundo THORNTHWAITE para o Município de Quixeramobim-CE.

	Umidade do Solo na Capacidade de Campo = 300 mm												
	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez	Ano
Temperatura	28.3	27.6	26.9	26.6	26.3	26.1	26.4	27.2	27.9	28.3	28.5	28.6	27.4
ETP (PE)	159	138	145	136	128	120	129	145	147	157	156	162	1722
PREC (P)	52	106	191	181	115	61	24	9	3	2	5	20	769
ARMAZENAMENTO	4	4	50	95	82	67	47	30	18	11	7	4	419
EVAPOTRANSPIRAÇÃO REAL	52	106	145	136	128	76	44	26	15	9	9	23	769
DEFICIÊNCIA HÍDRICA	107	32	0	0	0	44	85	119	132	148	147	139	953
EXCEDENTE	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Índice de Aridez				"Ia" = 55.3								
	Índice de Umidade				"Iu" = 0.0								
	Índice Efetivo de Umidade				"Im" = -55.3								
	Índice Térmico				"It" = 25.7								

FONTE: THORNTHWAITE & MATHER (1955), para o período de 1923 a 1963, modificada. (In: OLIVEIRA et alii, 1988).

ETP (PE) = Evapotranspiração Potencial.

PREC (P) = Precipitação Pluvial.

A análise da FIGURA 2, por outro lado, evidencia de modo mais fidedigno as condições termo-pluviométricas e a nítida primazia da estação seca em relação ao período das chuvas.

4.5 - As unidades de solos e os padrões fisionômicos da cobertura vegetal

Uma das dificuldades que o pesquisador se depara na área da Ciência do Solo nos Sertões do Nordeste, é a de estabelecer limites precisos das unidades de solos. Esse fato é decorrente de uma evolução geo-ambiental muito complexa, onde os fatores de formação se combinaram de maneiras as mais variadas possíveis, gerando um mosaico de solos dotado de grande complexidade. Na análise procedida anteriormente, onde se teceu considerações sobre outros componentes geo-ambientais, indicou-se alguns pontos que justificam a complexidade de arranjo superficial dos solos. Demonstrou-se que do ponto de vista do material de origem, os litotipos eram muito distintos especialmente quanto ao Complexo Nordestino e ao Complexo Itatira; o modelo se exibia, igualmente, com padrões muito diversificados até por interferências litológicas e pelo modo de padronagem com que a drenagem superficial se organiza na área pesquisada; deve-se considerar, igualmente, as condições climáticas com nuances locais ou micro-climáticas que por certo interferiram nos processos de formação dos solos; a isso se acrescenta o fato de o Cenozóico superior ter sido um período de acentuadas variações climáticas, gerando por consequência, processos pedogenéticos diferentes.

As hipóteses apontadas anteriormente, estão a merecer estudos mais profundos por equipe necessariamente multidisciplinar onde o especialista em gênese de solos terá um papel significativo.

No trabalho que tratou do Zoneamento Geo-ambiental de áreas do Sertão Central do Ceará (OLIVEIRA et alii, 1988), os pedólogos da equipe chegaram a propor uma caracterização das Unidades de Levantamento. Naquele estudo foram distinguidas as seguintes unidades:

SOLOS BRUNO NÃO CÁLCICOS, compreendendo os:

- SOLOS BRUNO NÃO CÁLCICOS TÍPICOS
- SOLOS BRUNO NÃO CÁLCICOS VÉRTICOS e
- SOLOS BRUNO NÃO CÁLCICOS LITÓLICOS;

VERTISSOLOS;

PLANOSSOLOS SOLÓDICOS e SOLONCHACK SOLONÉTZICO;

SOLOS LITÓLICOS;

Intermediários dos SOLOS BRUNO NÃO CÁLCICOS para outros solos e

SOLOS ALUVIAIS.

Dentre estas Unidades, há uma predominância espacial dos SOLOS BRUNO NÃO CÁLCICOS, cuja discriminação representa um avanço em relação ao mapeamento apresentado por JACOMINNE et alii (1973).

Os SOLOS BRUNO NÃO CÁLCICOS TÍPICOS têm uma sequência de horizontes A, B, C. A designação "TÍPICO" segundo os pedólogos da equipe do Zoneamento Geo-Ambiental de Áreas do Sertão Central do Ceará (OLIVEIRA et alii, 1988), refere-se ao conceito modal ou central da classe. A espessura do solum (A + B) variou de 27 a 92 cm. As texturas dos horizontes superficiais variaram de grosseira a moderadamente fina e de moderadamente grosseira a fina, respectivamente. Verificou-se certa variação de relevo e de declividade nas áreas de ocorrência desses solos. O relevo variou

de plano a forte ondulado e as classes de declividade vão desde as topografias planas de classe A (0 - 2%), até o tipo D (15%). Nesses solos é muito frequente a presença de chão pedregoso (pavimento desértico) e de rochosidade. Este material é oriundo da desagregação física das rochas e que transportado pela ação da erosão hídrica laminar, varia de ligeira até severa. Com a ação seletiva desse processo, o material grosseiro fica retido em superfície por falta de competência na remoção dos detritos por parte do escoamento superficial. Os clásticos finos são removidos a uma maior distância, atingindo os fundos de vales e coalescendo com as aluviões fluviais. Com o desmatamento indiscriminado aquele processo pode ser intensificado, gerando ocasionalmente, sulcos de erosão. Isso comprova a susceptibilidade de riscos acelerados de erosão que poderão culminar na degradação dos horizontes superficiais do solo. Isto pode ser verificado nos solos BRUNO NÃO CÁLCICOS TRUNCADOS.

Com menor expressão espacial verificou-se a ocorrência dos solos BRUNO NÃO CÁLCICOS VÉRTICOS que são intermediários para os VERTISSOLOS. A espessura variou de 34 a 75 cm, verificando-se o caráter vértico principalmente no solum. As classes texturais são moderadamente grosseira a fina no horizonte superficial e predominantemente fina no horizonte sub-superficial. A maior ocorrência desses solos está associada a relevos planos ou suave ondulados com declives entre 0 e 2%. Eventualmente, e de modo pouco frequente, eles ocorrem em setores de relevos mais movimentados. Comparativamente aos solos BRUNO NÃO CÁLCICOS TÍPICOS, há uma presença menos significativa de pedregosidade e de rochosidade e a ação hídrica laminar é moderada.

Os SOLOS BRUNO NÃO CÁLCICOS LITÓLICOS têm espessuras inexpressivas, abaixo de 0,50m. Apresentam uma seqüência A, B, C de horizontes e são intermediários para os SOLOS LITÓLICOS. Na área pesquisada, as profundidades do solum variaram de 25 a 48 cm. No horizonte superficial, a classe textural predominante é moderadamente grosseira,

tendendo a moderadamente fina no horizonte sub-superficial. Comumente, esses solos ocorrem em relevos mais acidentados, contribuindo para acentuar a ação da erosão hídrica laminar, que varia de ligeira a severa. As classes de declividade vão de A a E, ou seja entre 0 e 30% e quanto maior a declividade, menor é a profundidade do solo que é recoberto, com certa frequência, por material detrítico grosseiro, ao lado de afloramentos rochosos.

Os VERTISSOLOS são solos que têm ocorrências restritas na área estudada, originando-se, comumente, de sedimentos argilosos de deposição fluvial ou de rochas do embasamento cristalino como as biotita-gnaisses, anfibolitos etc.

A seqüência mais comum dos horizontes é A, C, verificando-se em relevos predominantemente planos e de declividades entre 0 - 2%. A textura é argilosa com predomínio de argilo-minerais do grupo da montmorilonita. No ambiente climático semi-árido, durante as chuvas as argilas se expandem, para depois contraírem-se durante a estiagem. A alternância expansão x contração conduz à formação de gretas de contração ou fendas, observados em pontos esparsos de planícies aluviais ou de pequenas depressões brejadas que constituem áreas de acumulação inundáveis. A erosão que afeta esses solos é hídrica laminar, variável de ligeira a severa.

Os PLANOSSOLOS SOLÓDICOS e SOLONCHACK SOLONÉTZICO são solos que têm uma seqüência A, B, C, R, e A, C, R, respectivamente com texturas que variam de finas ou muito finas, nos horizontes sub-superficiais e moderadamente grossas na superfície. As classes de declividade em que eles ocorrem são predominantemente de topografias planas, ocorrendo pequenas áreas embaciadas periodicamente inundáveis. A erosão que os afetam é hídrica laminar, com grau variando de ligeira a severa, com eventual frequência de sulcos derivados do escoamento superficial concentrado.

Os SOLOS LITÓLICOS apresentam acentuada expressão espacial na área enfocada, porém, chegam a ter menor expressão do que os SOLOS BRUNO NÃO CÁLCICOS. São geralmente solos rasos com sequência A,R ou A,C,R de horizontes. A espessura nunca supera a 50cm, variando comumente de 10 a 35cm. A textura do horizonte superficial, variou de grosseira a moderadamente grosseira, predominando esta última. A ocorrência desses solos tem estreita relação com relevos mais acidentados, onde as classes de declives são maiores, evidenciando maior capacidade erosiva do escoamento laminar. Esses relevos variam de ondulado a forte ondulado e as classes de declividade vão de 10 a 25%. A superfície é comumente recoberta por pavimento desértico, cujo material quartzoso grosseiro foi liberado pela ação do intemperismo físico. Os afloramentos rochosos ocorrem com muita frequência.

Os intermediários DOS SOLOS BRUNO NÃO CÁLCICOS para outros solos correspondem a setores inexpressivos de algumas unidades geo-ambientais da área de estudo, constituindo intergradações para o conceito padrão dos SOLOS BRUNO NÃO CÁLCICOS. Nessa categoria, os autores do trabalho (OLIVEIRA et alii, 1988), incluíram os SOLOS BRUNO NÃO CÁLCICOS TRUNCADOS, os SOLOS BRUNO NÃO CÁLCICOS VÉRTICOS PLANOSSÓLICOS e os BRUNO NÃO CÁLCICOS LITÓLICOS VÉRTICOS.

Os SOLOS ALUVIAIS são os solos que margeiam as calhas fluviais da densa rede hidrográfica que drena a área estudada. Ocorrem em áreas de planícies fluviais e o material de origem é sempre associado à faixa de deposição fluvial. A largura dessa faixa de deposição, é dependente da suavização dos gradientes fluviais e a textura dos horizontes e/ou camadas superficiais ou sub-superficiais, é predominantemente fina. São solos dotados de boas potencialidades de uso, com limitações associadas à drenagem, inundações periódicas ou salinização.

Quanto aos padrões fisionômicos da cobertura vegetal, cabe ressaltar preliminarmente, algumas considerações básicas. Segundo SOUZA (1981), o recobrimento vegetal de

uma região constitui a melhor resposta decorrente do jogo de combinações entre os componentes do potencial ecológico. Representando a melhor expressão sintética dos componentes geo-ambientais, a vegetação interfere na ação dos processos de intemperismo e de erosão, influi sobre a pluviosidade, sobre a temperatura do solo ou do ar, sobre a umidade, e águas correntes, sobre a morfogênese e pedogênese.

Na área estudada, o revestimento vegetal é caracterizado pela dispersão generalizada das caatingas que apresentam algumas variações em termos de padrões fisionômicos e florísticos. Em grande parte, contudo, a cobertura vegetal apresenta níveis crescentes de degradação, resultado de uma ocupação humana secular. Em alguns locais, especialmente, nas áreas dotadas de melhores condições edáficas, tem ocorrido alguma regeneração da cobertura vegetal.

Tratando-se de uma área de estudos muito especializada, procurou-se fazer a caracterização em trabalhos fito-ecológicos até aqui procedidos, particularmente nos trabalhos dos especialistas do Zoneamento Geo-ambiental de Áreas do Sertão Central do Ceará (OLIVEIRA et alii, 1988). Estes estudos resultaram de análises qualitativas e semi-quantitativas, e da listagem da flora nos pontos de amostragem.

Além das áreas cultivadas e da vegetação secundária foram reconhecidos três padrões fisionômicos principais das caatingas: Caatinga Arbórea Densa; Caatinga Arbustivo-arbórea Densa e Caatinga Arbustivo-arbórea Rala. As espécies dominantes em cada um desses padrões estão listadas na TABELA 2) que apresenta a relação das plantas dominantes na cobertura vegetal da área estudada.

TABELA 2 - Relação das plantas dominantes encontradas na cobertura vegetal das unidades geo-ambientais de Quixeramobim-CE.

NOME CIENTÍFICO	NOME VULGAR	PADRÃO FISIONÔMICO DA COBERTURA VEGETAL	HÁBITO	UNIDADES GEO-AMBIENTAIS									
				SV	OV	M	B	F	P	Q	SM	BV	V
BORAGINACEAE*													
<i>Auxemma oncocalyx</i> Taub.	Pau-branco	Ca _{1a2r} ; Ca _{1a2d} ; Ca _{2d}	ARV	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
COMBRETACEAE													
<i>Combretum leprosum</i> Mart.	Mofumbo	Ca _{1a2r} ; Ca _{2d}	ARV	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
EUPHORBIACEAE													
<i>Croton sonderianus</i> Muell. Alg.	Marmeleiro	Ca _{1a2r} ; Ca _{1a2d} ; Acp	ARV	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
LEGUMINOSAE													
<i>Caesalpinia bracteosa</i> Tull.	Catingueira	Ca _{1a2r} ; Ca _{1a2d}	ARV	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
<i>Mimosa hostilis</i> Benth.	Jurema preta	Ca _{1a2r} ; Ca _{1a2d} ; Acp ₁ Ca _{2d}	ARV	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
PALMAE *													
<i>Copernicia prunifera</i> (Mill) H.E Moore	Carnaúba	Mc/vr	ARV										+
CHRYSOBALANACEAE													
<i>Licania rigida</i> Benth	Oiticica	Mc/vr	ARV										+

FONTE: OLIVEIRA et alii (1988), adaptada.

Ca_{1a2r} = Caatinga arbustiva arbórea rala; Ca_{1a2d} = Caatinga arbustiva arbórea densa; Ca_{2d} = Caatinga arbórea densa

Acp = Área cultivada pecuária; Mc/vr = Mata ciliar ou vegetação ribeirinha

ARV = Árvore

SV = São Vicente; OV = Olho d'água dos Vieiras; M = Massapê; B = Barrocas; F = Feijão; P = Parnazo; Q = Quixeramobim

SM = São Miguel; BV = Boa Vista; V = Várzea.

5 - RESULTADOS E DISCUSSÕES

5.1 - Diagnóstico e caracterização das unidades geo-ambientais da área de estudo.

Das relações mais diretas que se esboçam entre as condições lito-estruturais, geomorfológicas e pedológicas, evidencia-se que as feições do modelado constituem um dos importantes guias de delimitação das unidades de solos.

Os levantamentos de solos procedidos a nível exploratório e/ou reconhecimento tem uma relação mais estreita com as condições morfo-estruturais. Segundo SOUZA (1988) as unidades morfo-estruturais de um território são estabelecidas com base nos domínios estruturais em que se consideram desde os elementos geo-tectônicos, até a preponderância de litologias correlatas. Sob esse aspecto, no Ceará, incluem-se as porções do embasamento cristalino, as bacias sedimentares com diferentes modelos de estratificação e as áreas submetidas a uma deposição Cenozóica. As sub-divisões dos domínios morfo-estruturais, dependem do modo de arranjo das formas de relevo e feições do modelado que comportam traços comuns de fisionomia e de gênese.

Quando se trata de levantamentos de solos que requerem um maior grau de precisão e de confiabilidade, deve-se recorrer às variações locais dos litotipos, que implicam em topovariâncias. Estas, por consequência, terão relações mais diretas com as toposequências de solos, o que demonstra e enfatiza a necessidade de considerá-las de modo simultâneo.

Com base nessas considerações generalizadas, foram estabelecidas as unidades geo-ambientais que compõem a

área de estudo, as quais foram delimitadas como indica o mapa das Unidades Geo-ambientais (FIGURA 3).

A denominação adotada para as unidades geo-ambientais é convencional e foi estabelecida de acordo com a toponímia local, que pode representar um fato geográfico natural, uma vila, uma cidade ou o nome de uma fazenda.

Com base nos critérios seguidos, que destacam o significado das condições morfo-pedológicas delimitou-se dez (10) unidades geo-ambientais, cujas características estão sumarizadas na TABELA 3, representadas em perfis topográficos ANEXOS 2, e descritas a seguir:

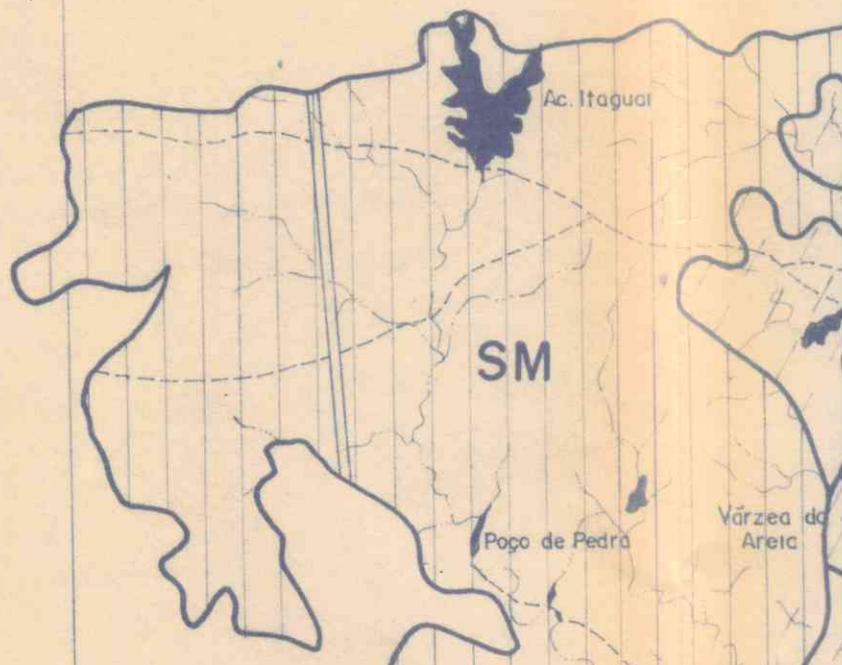
(a) Unidade São Vicente

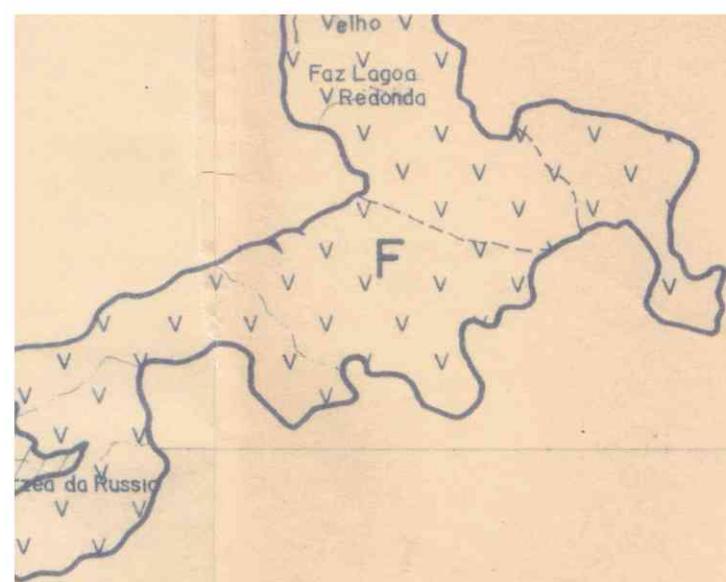
Abrange cerca de $33,75 \text{ Km}^2$, compreendendo 4% do total da área pesquisada. Insere-se em setores do Complexo Nordeste onde há predominância de biotita-gnaisses, gnaisses e núcleos granitóides. Nesta unidade, observou-se algumas evidências de tectônica ruptural cujo alinhamento das cristas tem controle estrutural. Nos locais truncados pela ação erosiva, prevalecem as rampas pedimentadas e ondulações suaves, que compõem as colinas rasas do sertão. Os níveis altimétricos variam de 240 - 250 m, com declives topográficos entre 2 e 5%. Os topo das cristas e colinas apresentam solos litólicos. Nas topografias de relevos mais suaves há predominância dos PLANOSSOLOS SOLÓDICOS. De modo quase generalizado, percebe-se que a unidade em questão, foi submetida a um desmatamento indisciplinado, contribuindo para acelerar a erosão hídrica laminar. Esse fato se evidencia pela ocorrência de afloramentos rochosos muito frequentes e de pavimentos desérticos que recobrem a superfície. A vegetação tem porte pequeno, apresentando uma caatinga degradada com capacidade incipiente de regeneração.

MAPA DE ZONEAMENTO OCIDENTAL DO MUNICÍPIO

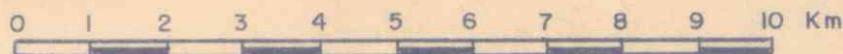
39° 30'

5° 00'



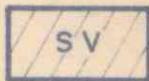


5°00'



ESCALA GRÁFICA

LEGENDA



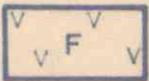
UNIDADE SÃO VICENTE: GNAISSES DO COMPLEXO NORDESTINO EM COLINAS E RAMPAS PEDIMENTADAS COM SOLOS PLANOSSOLOS RECOBERTOS POR CAATINGA DEGRADADA.



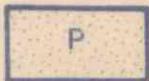
UNIDADE MASSAPÊ: ROCHAS CALCOSSILICATADAS E NÚCLEOS GRANITÓIDES DO COMPLEXO NORDESTINO EM COLINAS RASAS COM SOLOS BRUNO NÃO CÁLCICOS RECOBERTOS POR CAATINGA ARBUSTIVO-ARBÓREA RALA.



UNIDADE BARROCAS: GNAISSES, BIOTITA-GNAISSES E GRANITOS DOS COMPLEXOS NORDESTINO E GNAISSES DO COMPLEXO ITATIRA EM PEDIMENTOS E COLINAS COM SOLOS BRUNO NÃO CÁLCICOS RECOBERTOS POR CAATINGA ARBUSTIVO-ARBÓREA DENSA.



UNIDADE FEIJÃO: GRANITOS DA "SUÍTE MAGMÁTICA" EM ESPIGÃO COM CRISTAS ALINHADAS COM SOLOS LITÓLICOS REVESTIDOS POR CAATINGA ARBUSTIVA ARBÓREA DENSA.

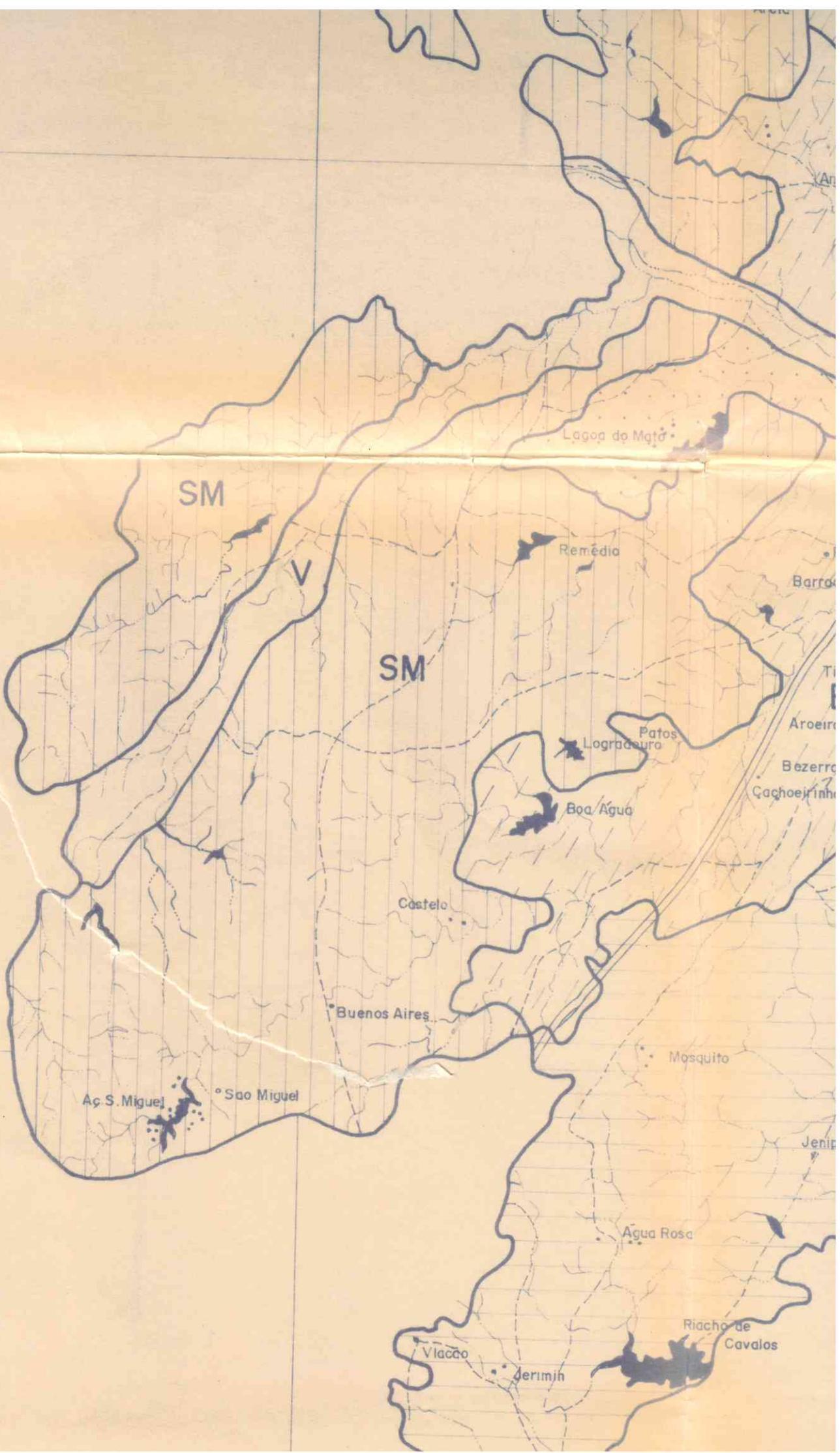


UNIDADE PARNAÍBA: GNAISSES DO COMPLEXO NORDESTINO E GRANÓDIORITOS DA SUÍTE MAGMÁTICA EM RAMPAS PEDIMENTADAS COM SOLOS LITÓLICOS REVESTIDOS POR CAATINGA ARBUSTIVO ARBÓREA RALA.



UNIDADE QUIXERAMOBIM: GNAISSES DO COMPLEXO ITATIRA E GRANITOS DA SUÍTE MAGMÁTICA EM RAMPAS PEDIMENTADAS E COLINAS COM ASSOCIAÇÕES DE BRUNO NÃO CÁLCICOS VERTISSOLOS E SOLONCHACK SOLONÉTICO REVESTIDOS POR CAATINGAS DEGRADADAS.

5° 10'



5° 20'

SM

UNIDADE SÃO MIGUEL : GNAISSES DO COMPLEXO NORDESTINO EM COLINAS E ELEVÇÕES ALONGADAS COM SOLOS BRUNO NÃO CÁLCICOS E LITÓLICOS REVESTIDOS POR CAATINGA ARBUSTIVO - ARBÓREA RALA.

BV

UNIDADE BOA VISTA : GNAISSES E HORNBLENDA GNAISSES DO COMPLEXO NORDESTINO EM COLINAS RASAS COM BRUNO NÃO CÁLCICOS (LITÓLICOS E VÉRTICOS) REVESTIDOS POR CAATINGA ARBUSTIVO-ARBÓREA DENSA.

OV

UNIDADE OLHO D'ÁGUA DOS VIEIRAS : ANFIBOLITOS E GNAISSES DO COMPLEXO ITATIRA EM COLINAS COM SOLOS BRUNO NÃO CÁLCICOS VÉRTICOS E VERTISSOLOS RECOBERTOS POR CAATINGA ARBUSTIVO - ARBÓREA RALA .

V

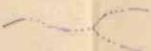
UNIDADE VÁRZEA : SEDIMENTOS QUARTERNÁRIOS ARENO-ARGILOSOS DE PLANÍCIES FLUVIAIS COM SOLOS ALUVIAIS REVESTIDOS POR MATA CILIAR RIBEIRINHA.

CONVENÇÕES

5° 20'



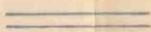
LIMITE DAS UNIDADES GEO-AMBIENTAIS



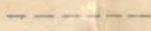
CURSO D'ÁGUA



AÇUDE



ESTRADA PAVIMENTADA



ESTRADA DE TERRA



CASAS E FAZENDAS

TABELA 3 - Caracterização esquemática das unidades geo-ambientais de Parte do Município de Quixeramobim-CE.

Unidade Geo-Ambiental	Dados Geológicos		Dados Geomorfológicos			Dados Pedológicos			Dados Fito-ecológicos	
	Crono-lito-estratigráfico	Tipologia do modelado	Altitude	Declividade (*)	Morfodinâmica	Associações de Solos	Canadá Superficial (**)		Padrão Fisionômico	Espécies Dominante
			m	%			Espessura (cm)	Textura		
São Vicente	Pré-Cambriano Inferior (?) a Médio: Complexo Nordesteino, com ocorrências de Biotita-Gnaisses, gnaisses e núcleos granitóides. Evidências da tectônica ruptural, manifestando-se na ocorrência de cristas alinhadas.	Colinas rasas, pedimentos rochosos e cristas alinhadas com aprofundamento de drenagem entre 40-60m.	250	2- 5	Área com fortes marcas de degradação generalizada, grande frequência de afloramentos rochosos e de chãos pedregosos	PLANOSSOLO SOLODICO	9	MG	Vegetação secundária degradada	Vegetação secundária degradada
Massapê	Pré-Cambriano Inferior (?) a Médio: Complexo Nordesteino, com ocorrências de núcleos granitóides e rochas calcossilicatadas.	Relevo colinoso	275	10-15	Processo de morfogênese mecânica intensificado em função dos desmatamentos indisciplinados	BRUNO NÃO CÁLCICO LITÓLICO	22	MG	Caatinga arbustivo-arbórea rala	Mofumbo Pau-branco Jurema preta Marmeleiro Catingueira
						BRUNO NÃO CÁLCICO	30	MG		
Barrocas	Pré-Cambriano Inferior (?) a Médio: Complexo Nordesteino; Pré-Cambriano Superior: Complexo Itatira e Suíte Magnética. Evidências de deformações tectônicas dobradas, truncadas por erosão. Predominância de biotita-hornblenda gnaisses, e granitos.	Pedimentos conservados; interflúvios de feições tabulares e relevos colinosos rasos; Aprofundamento médio de drenagem variável entre 10 e 20m.	215-260	0-15	Morfogênese mecânica com fortes evidências da ação do escoamento em lençol e do escoamento difuso, com intensificação dos processos motivado pelo estado atual da degradação.	BRUNO NÃO CÁLCICO	22/35	MF/MG	Caatinga arbustivo-arbórea densa	Pau-branco Marmeleiro
						BRUNO NÃO CÁLCICO LITÓLICO	15	MG		
Feijão	Pré-Cambriano Superior: Suíte Magnética com ocorrência de granito.	Espigão disposto paralelamente aos alinhamentos de cristas. Aprofundamento de drenagem de 20-25m.	320	15-45	Ação erosiva acelerada motivando grande frequência de afloramentos rochosos e caos de blocos (malta coes)	LITÓLICO	16	G	Caatinga arbustivo-arbórea densa	Pau-branco Catingueira Marmeleiro
Pamazo	Pré-Cambriano Inferior (?) a Médio: Complexo Nordesteino com predominância de gnaisses; Pré-Cambriano Superior: Suíte Magnética com ocorrências de granodioritos.	Pedimento detritico com acentuado topográfico suave na direção de planície fluvial. Aprofundamento da drenagem de 15-20m.	275	0- 2	Ação moderada de escoamento superficial	BRUNO NÃO CÁLCICO	16	MG	Caatinga arbustivo-arbórea rala	Pau-branco Catingueira Mofumbo
				15-45		PLANOSSOLO SOLODICO	3	MF		

TABELA 3 - (Continuação).

Unidade Geográfica	Dados Geológicos		Dados Geomorfológicos		Dados Pedológicos			Dados Fito-ecológicos		
	Crono-lito-estratigráfico	Tipologia do modelado	Altitude m	Declividade (*) %	Morfodinâmica	Associações de solos	Camada Superficial (**) Espessura (cm) Textura		Padrão Fisionômico	Espécies Dominante
Quixeramobim	Pré-Cambriano Superior: Complexo Itatira e Suíte Magnética; predominância de gnaisses e granitos. Evidências de tectônica raptural se manifesta na drenagem que apresenta controle estrutural.	Pedimentos consorvados; interflúvios planos truncados por erosão; relevo colinoso com aprofundamento de drenagem variável entre 5-10m e entre 15-20m.	230-275	0-10	Morfogênese cônica; Fração ação erosiva do escoamento em lençol.	Bruno Não Cál cico Bruno Não Cál cico Vértico Planossólico Vertissolo Solonchack Solonetzico	24/37 16 100 20	M/F M F G	Área cultivada/pe- cuária e Caatinga arbustivo-arbórea rala.	Marmeleiro Jurema preta
São Miguel	Pré-Cambriano Inferior (?) a Médio: Complexo Nordeste com predominância de gnaisses.	Colinas rasas: Elevações alongadas de topos com vaxos e interflúvios maliformes com aprofundamento de drenagem entre 15-25m.	250-355	5-10 e > 20	Morfogênese cônica com locais que apresentam indícios de aceleração erosiva.	Bruno Não Cál cico Litólico	19/24 75	MG/MG MG	Caatinga arbórea densa.	Pau-branco Jurema preta Mofunbo
Boa Vista	Pré-Cambriano Inferior (?) a Médio: Complexo Nordeste com predominância de gnaisses e hornblenda-gnaisses.	Colinas rasas com aprofundamento médio de 10m.	240	2- 5	Morfogênese cônica com processos ligados à ação do escoamento em lençol.	Bruno Não Cál cico litólico Bruno Não Cál cico Vértico	15 13	MG MG	Caatinga arbustiva -arbórea rala	Pau-branco Jurema preta Catingueira Marmeleiro
Olho D'água dos Vieiras	Pré-Cambriano Superior: Complexo Itatira com predominância de anfibólitos e gnaisses.	Colinoso com topos ligeiramente convexos.	305	0-10	Processos de morfogênese cônica com ação destacada do escoamento em lençol.	Bruno Não Cál cico Vértico Vertissolo	5/80 7	F F	Caatinga arbustivo -arbórea rala.	Pau-branco Jurema preta Catingueira Marmeleiro
Várzea	Sedimentos areno-argilosos das aluviões Quaternárias.	Planícies fluviais.		0- 2	Ação de escoamento fluvial.	- Aluviões	-	-	Mata ciliar ou vegetação ribeirinha das planícies fluviais.	Oiticica Carnaúba

(*) - Adaptado de LEPSH et alli e de LEMOS e SANTOS In: OLIVEIRA et alli (1988).

(**) - Classe Textural do Solo, Adaptado de ANDERSON In: OLIVEIRA et alli (1988).

G - Grosseira
MG - Moderadamente Grosseira
M - Mediana
MF - Moderadamente Fina
F - Fina

FONTE: OLIVEIRA et alli (1988) modificado.

(b) Unidade Massapé

Esta unidade apresenta uma extensão de 73,45 Km², o que constitui 9% da área estudada.

Geologicamente a área desta unidade pertence ao Complexo Nordeste, com ocorrências eventuais de núcleos granitóides e rochas calcossilicatadas. O relevo se apresenta com formas colinosas em níveis altimétricos médios de 270 - 275 m, com declives de vertentes variando entre 10 e 15%. Nas áreas em que os declives são mais acentuados, como no terço superior das encostas, os solos são predominantemente da classe dos LITÓLICOS. Nos demais setores, há maior ocorrência dos SOLOS BRUNO NÃO CÁLCICOS. A caatinga está em grande parte descaracterizada e sua fisionomia atual tem o aspecto de caatinga arbustivo-arbórea rala.

(c) Unidade Barrocas

Apresenta uma área de 101,2 Km², constituindo 12% da área de estudo. Dentre as diversas unidades delimitadas esta é a que contém maior complexidade sob o aspecto geológico, incluindo-se parte no Complexo Nordeste (Pré-Cambriano Superior) e outra na suíte magmática. Os litotipos que têm maiores frequências são as biotitas hornblenda gnaisses, os gnaisses e os granitos. As feições morfológicas, em função da diversificação litológica, apresentam-se em rampas pedimentadas com declives suaves, entre 0 e 3%; quando o entalhe da drenagem é de ordem de 10 a 20 m, os padrões de dissecação do relevo, sobretudo nas ocorrências do Complexo Itatira, são mais acidentados, com relevos variando de suave a forte ondulados (colinas). Os níveis altimétricos variam de 215 a 260 m. Nesses locais os SOLOS BRUNO NÃO CÁLCICOS são mais rasos, incluindo-se na categoria de LITÓLICOS. Nos demais setores, prevalecem os solos BRUNO NÃO CÁLCICOS TÍPICOS recobertos por caatinga arbustivo-arborea densa.

(d) Unidade Feijão

Esta unidade tem uma área de $50,75 \text{ Km}^2$, equivalendo 6% do total e inclui-se na Suíte Magmática com predominância de rochas graníticas. Do ponto de vista geomorfológico, ela dispõe-se num nível de 320 m, exibindo-se como um espigão que se dispõe de modo paralelo aos alinhamentos de cristas desenvolvidos em outras formações geológicas, tanto do Complexo Nordeste quanto do Complexo Itatira. Os declives das vertentes são bastante íngremes, com variações entre 15 e 45%. Esta situação favorece a intensificação dos processos de degradação dos solos, justificando a elevada frequência de afloramentos rochosos, além de caos de blocos com gigantescos matacões graníticos. Os solos são predominantemente LITÓLICOS com recobrimento de caatinga arbustiva arbórea densa.

(e) Unidade Parnazo

Abrange cerca de $9,45 \text{ Km}^2$, equivalendo a 1% do total da área pesquisada. Geologicamente, apresenta predominância de gnaisses e granodioritos, pertencentes, respectivamente, ao Complexo Nordeste e à Suíte Magmática. A topografia se apresenta plana, com leve caimento (0 - 2% de declividade) direcionado para os fundos de vales e níveis altimétricos médios em torno de 275 m. A ação erosiva é, aparentemente, comandada pela ação do escoamento hídrico laminar, que afeta tanto os SOLOS BRUNO NÃO CÁLCICOS quanto os PLANOSSOLOS que são recobertos por caatinga arbustivo-arbórea rala.

(f) Unidade Quixeramobim

Esta unidade possui uma área de $181,7 \text{ Km}^2$, e corresponde a 21% do total. Apresenta algumas características

similares à Unidade Barrocas. Abrange terrenos inseridos no Complexo Itatira e na Suíte Magmática. No Complexo Itatira, constatou-se a dominância de gnaisses deformados tectonicamente por alinhamentos de falhas e fraturas. Na suíte magmática, há maior ocorrência de granitos. A variação litológica e os efeitos das deformações tectônicas pretéritas têm influências nas condições morfo-pedológicas, que se exibem com algumas diferenças. Nos setores de pedimentos conservados em níveis de 230 - 235 m, há maior ocorrência de SOLONCHACK SOLONÉTZICO em setores de declives não superiores a 2%. Nos terrenos de topografias planas, os solos são das classes dos PLANOSSOLOS e dos VERTISSOLOS. Nos locais em que os efeitos remotos da tectônica ainda se fazem sentir no modelamento da superfície os solos que têm dominância são os BRUNO NÃO CÁLCICOS e os BRUNO NÃO CÁLCICOS VÉRTICO PLANOSSÓLICOS. Esta unidade apresenta-se, aparentemente dotada de bom potencial de utilização, a julgar pelo uso agrícola atual, onde as áreas cultivadas com algodão, lavouras de subsistência e pastos são frequentes. A caatinga secundária tem padrão fisionômico arbustivo-arbóreo rala, sendo comum a dispersão e concentração de plantas mais bem adaptadas ao ambiente, como o marmeleiro e a jurema preta.

(g) Unidade São Miguel

A área desta unidade perfaz de 231,45 Km², equivalendo a 27% do total. A litologia é caracterizada pela predominância de gnaisses do Complexo Nordeste. A densa rede fluvial que apresenta um aprofundamento variável entre 15 - 25 m, disseca o relevo em colinas rasas ou elevações alongadas, evidenciando uma certa movimentação topográfica. Os níveis altimétricos superam a cota de 250 m, atingindo nas maiores elevações, valores em torno de 350 m. A intensidade maior da dissecação expõe vertentes cujas declividades variam de 5 a 10% nos setores colinosos, até a mais de

20%, nas vertentes mais íngremes. Nesses locais de maiores declividades há intensificação dos processos erosivos e predominam os SOLOS LITÓLICOS recobertos por caatinga arbustiva. Nos setores colinosos a classe de SOLOS BRUNO NÃO CÁLCICOS é revestida por caatinga arbórea densa.

(h) Unidade Boa Vista

Tem uma abrangência espacial de $122,8 \text{ Km}^2$, correspondendo 14% do total da área enfocada. Litologicamente, há maior ocorrência de gnaisses e hornblenda-gnaisses, pertencentes ao Complexo Nordeste. Dispõe-se num nível altimétrico de 240 m e o aprofundamento de drenagem é inferior a 10 m, com ocorrência de relevos ligeiramente ondulados com dominância de colinas rasas, onde as classes de declividades não são superiores a 5%. As colinas gnaissicas de declives um pouco mais acentuados, se associam os SOLOS BRUNO NÃO CÁLCICOS LITÓLICOS. Quando o material de origem deriva da alteração de hornblenda-gnaisses, o solo que prevalece é da classe do BRUNO NÃO CÁLCICO VÉRTICO. A vegetação atual se mostra bastante descaracterizada, exibindo-se como uma caatinga de porte arbustivo-arbórea esparsa.

(i) Unidade Olho D'água dos Vieiras

A área desta unidade é de $28,85 \text{ Km}^2$, equivalentes a 3% do total. Os litotipos mais comuns são os anfibolitos e os gnaisses do Complexo Itatira, dispostos num nível altimétrico de 300 - 305 m. O relevo é colinoso e as classes de declividade variam de 0 a 10%. Nas depressões que se dispõem entre as colinas, a classe de solo predominante é a de VERTISSOLOS que é coberta por caatinga arbustivo-arbórea esparsa. Nas ondulações colinosas há maior ocorrência dos SOLOS BRUNO NÃO CÁLCICOS VÉRTICOS, revestidos por caatinga secundária com espécies de porte arbustivo e arbóreo. Esta vegetação, como no restante da área pesquisada,

está bastante degradada, o que contribuiu para uma incidência mais aguda dos processos erosivos, especialmente do lençol de escoamento superficial (erosão hídrica laminar).

(j) Unidade Várzea

Esta unidade possui uma abrangência espacial de 37 Km², correspondendo a 4% do total. Está diretamente subordinada à ação dos processos de deposição fluvial. A sua ocorrência ao longo de toda área estudada, constitui fator de diferenciação nos sertões submetidos às acentuadas deficiências hídricas. Esta diferenciação é evidenciada porque a unidade abriga melhores condições de solos e de disponibilidades de recursos hídricos superficiais e sub-superficiais. A unidade é constituída, predominantemente, por aluviões quaternários com sedimentos arenosos e argilosos. Os solos aluviais margeiam longitudinalmente os canais fluviais, formando as planícies fluviais. A largura das mesmas depende do gradiente dos cursos d'água e da natureza das rochas encaixantes. Menores gradientes e rochas encaixantes mais alteradas, favorecem o alargamento das planícies. Nos setores de relevos mais acidentados, sobretudo nas áreas correspondentes ao Complexo Itatira, as planícies são mais estreitas, assumindo o aspecto de alvéolos. De modo generalizado a Unidade Várzea é revestida por mata ciliar, onde há maior frequência de componentes arbóreos. Do ponto de vista de potencialidade geo-ambiental é a unidade que possui menores limitações de uso. Em geral, estas limitações estão subordinadas às inundações periódicas, à salinização ou aos problemas de drenagem interna do solo.

5.2.2 - As potencialidades e as limitações de uso

O presente sub-capítulo tem finalidade essencial-

mente prática e utilitária. Pretende-se fazer uma avaliação generalizada das potencialidades e limitações de uso das diversas unidades geo-ambientais constatadas. Essas proposições derivam de uma série de dificuldades, dentre as quais podem ser enumeradas como de maiores destaques as seguintes: A natureza acadêmica do trabalho; a necessidade de análises laboratoriais para estabelecer as deficiências e correções do potencial de uso dos solos; os elevados custos financeiros requeridos para as análises físico-químicas dos solos; a necessária participação de especialistas das ciências agrônômicas e correlatas para melhor avaliar a capacidade de uso das diversas classes de solos que compõem as unidades geo-ambientais. De mais relevante, há que considerar o objetivo fundamental da pesquisa que é centralizado no campo da foto-pedologia.

As observações efetuadas, resultam de avaliações centralizadas nas investigações de campo e nas características aparentes do potencial de uso da terra. De modo generalizado, pode-se afirmar que a área de Quixeramobim é naturalmente submetida às condições de semi-aridez, havendo aí uma proporção pequena e dispersão relativa de unidades geo-ambientais, que são dotadas de solos e de topografias favoráveis. Estas unidades são restritas às áreas capazes de comportar uma atividade agrícola permanente, sem grandes investimentos de capital e de tecnologia adaptada. O estado atual da degradação dos recursos naturais renováveis - solo, água e vegetação - nestas unidades é altamente comprometedor para as atividades rurais produtivas. Na área objeto da presente pesquisa, os casos de degradação ambiental que comprometem a capacidade produtiva do potencial geo-ambiental, foram constatados de modo os mais variados. As evidências dessa degradação, são expressas pelo desmatamento das coberturas originais de caatingas feito de modo indisciplinado e sem qualquer obediência às regras conservacionistas ou preservacionistas. Com o desmatamento indiscriminado os processos erosivos através do escoamento hídrico laminar fica sensivelmente ampliado e acelerado

traduzindo-se: na retirada dos horizontes superficiais dos solos; na acentuada ocorrência de afloramentos rochosos; na mobilização e espraiamento do material grosseiro que recobre grande parte da superfície; na modificação das propriedades físicas e no empobrecimento químico dos solos; na acentuação do assoreamento dos cursos d'água e das barragens; nos casos enfim, que chegam a representar exemplos de uma ocupação humana e econômica inadequada, manifestando-se por meio dos processos de desertificação. O termo desertificação para VASCONCELOS SOBRINHO (1978) é difícil de se definir com precisão. Isto se justifica pelas causas distintas que podem condicioná-la. Destaca que a desertificação é devido essencialmente à fragilidade dos ecossistemas das terras secas em geral; onde a ocupação inadequada pelas populações humanas, afeta sua produtividade e a capacidade de recuperação.

Uma análise mais minuciosa das diversas unidades geo-ambientais dá motivos para uma avaliação mais adequada sobre as suas potencialidades e limitações com prováveis alternativas de uso.

A Unidade São Vicente, possuindo relevos rampeados com declives inferiores a 5%, tem predominância de SOLOS PLANOSSOLOS SOLÓDICOS. São rasos e moderadamente profundos, apresentando-se imperfeitamente drenados o que provoca encharcamento durante a estação chuvosa por excesso de água. As condições físicas são, enfim, bastante desfavoráveis ao manejo. Na unidade geo-ambiental em análise, verificou-se uma elevada frequência de afloramentos rochosos e de pavimentos desérticos, evidenciando a susceptibilidade de aos processos de degradação. As potencialidades de uso são, por consequência, as mais restritas.

A Unidade Massapê apresenta um relevo colinoso cujas vertentes têm declives variáveis entre 10 e 15%. As condições mais propícias de uso são condicionadas pela ocorrência de solos da classe dos BRUNOS NÃO CÁLCICOS. Eles se apresentam moderadamente profundos (BRUNO NÃO CÁLCICO TÍPICO) e rasos (BRUNO NÃO CÁLCICOS LITÓLICOS). Têm fer

tilidade natural aparente alta. As classes texturais variam de arenosa a média no horizonte superficial para argilosa no horizonte B (textural). A vegetação natural está muito alterada, exibindo uma caatinga arbustivo-arborea rala. Isto se deve tanto ao uso agrícola quanto ao extrativismo vegetal para obtenção de lenha, carvão e madeiras para pequenas construções e de cercas. A prática do reflorestamento não foi constatada. Como consequência passam a dominar as espécies invasoras que têm maior capacidade de reprodução como a *Mimosa hostilis* Benth (jurema preta), o *Combretum leprosum* Mart (mufumbo) e o *Croton sonderianus* Mueil. Arg. (marmeleiro).

O horizonte A, especialmente nos locais de declives mais acentuados, já foi degradado pela ação do escoamento hídrico laminar, demonstrando a susceptibilidade à erosão. Restam, comumente, os horizontes B/C subsuperficiais. Mesmo em tais condições, estes solos têm um razoável potencial de uso, principalmente para culturas de subsistência de ciclo curto como o feijão e o milho. A deficiência d'água se constitui no principal fator de limitação ao uso. A baixa permeabilidade do horizonte B textural durante a estação chuvosa impede a drenagem normal provocando encharcamento pelo excesso de água retida.

A Unidade Barrocas apresenta, potencialmente e do ponto de vista de fatores limitantes ao uso, condições similares às apresentadas pela Unidade Massapê. Verifica-se, contudo, que os BRUNO NÃO CÁLCICOS TÍPICOS têm maior expressão territorial do que os SOLOS BRUNO NÃO CÁLCICOS LITÓLICOS. Esse fato conferirá condições mais favoráveis sob o aspecto de uso potencial de terra.

A Unidade Feijão se apresenta em espigões com declives acentuados que variam de 15 a 45%. Apresenta os SOLOS LITÓLICOS como dominantes, associados aos afloramentos rochosos. São solos rasos, pedregosos de textura grossa, com a camada superficial assentada sobre a rocha pouco alterada. Possuindo relevo acidentado, esta unidade apresenta-se bastante vulnerável à erosão que ao lado das

deficiências hídricas, comuns à toda a área estudada, representam os principais fatores limitantes ao uso. Essas deficiências sugerem a indicação de práticas de silvicultura capazes de manter o frágil equilíbrio ecológico verificado na Unidade.

A Unidade Parnazo ocorre em relevos planos com declives inferiores a 5%. Apresenta maior ocorrência de SOLOS BRUNO NÃO CÁLCICOS e de PLANOSSOLOS SOLÓDICOS, cujas potencialidades e limitações foram apresentadas na caracterização das unidades anteriormente discutidas. As melhores possibilidades de uso agrícola correspondem aos setores abrangidos pelos SOLOS BRUNO NÃO CÁLCICOS.

A Unidade Quixeramobim disposta em relevos que variam de planos a suaves ondulados têm declives predominantes de 0 a 5% que não limitam a capacidade de uso dos solos. Os tipos de solos verificados nesta Unidade, têm maior variação do que em qualquer das unidades geo-ambientais estudadas. Foram constatadas e discriminados na área de estudo por OLIVEIRA et alii (1988) os seguintes tipos de solos: BRUNO NÃO CÁLCICOS, BRUNO NÃO CÁLCICOS VÉRTICO PLANOSÓLICO, VERTISSOLO e SOLONCHACK SOLONÉTZICO. Os solos VERTISSOLOS e os SOLONCHACKS SOLONETZICOS ocorreram em pequenas depressões planas, embutidas entre as colinas sertanejas. São áreas periodicamente inundáveis onde acumulam sedimentos carregados a partir dos níveis topográficos mais elevados. As principais limitações estão diretamente ligadas ao ritmo das precipitações pluviiais. Nos VERTISSOLOS, durante a estação chuvosa, a textura argilosa da camada superficial impede a drenagem e favorece o encharcamento. O mesmo se verifica em relação ao horizonte subsuperficial dos SOLONCHACKS SOLONETZICOS. Na estiagem, ao contrário, há deficiência hídrica acarretando fendilamentos e gretas de contração. Estes dois tipos de solos, são muito restritivos para o uso agrícola, prestando-se mais ao pastoreio extensivo do gado menor como os caprinos.

A Unidade São Miguel, exhibe a ocorrência de SOLOS BRUNO NÃO CÁLCICOS nos setores de relevos ondulados e sua-

ves ondulados e SOLOS LITÓLICOS nas elevações alongadas de declives mais fortes, que variam de 10 a 20% ou mais. O potencial de uso da terra fica restrito às manchas de BRUNO NÃO CÁLCICOS.

Nas Unidades Boa Vista e Olho d'água dos Vieiras há maior frequência de solos BRUNO NÃO CÁLCICOS VÉRTICOS o que as tornam potencialmente favoráveis do ponto de vista de utilização agrícola. Na Unidade Boa Vista, estes solos se associam aos SOLOS BRUNO NÃO CÁLCICOS LITÓLICOS onde a pequena espessura constitui o fator de maior limitação. Na Unidade Olho D'água dos Vieiras verificou-se a ocorrência de pequenas inclusões de VERTISSOLOS.

A Unidade Várzea situada nas planícies fluviais tem relevos planos com declividades inferiores a 2%. Apresenta predominância de solos aluviais que são moderadamente profundos. Têm como limitações mais fortes o excesso de água por drenagem imperfeita ou inundações anuais frequentes. Podem apresentar, eventualmente, teores elevados de sais, principalmente sódio. Prestam-se, de modo satisfatório, à prática de lavouras irrigadas, conforme pode ser constatado nas diversas unidades de produção e de campos de experimentos do PDCT-UFC. Segundo observações de OLIVEIRA et alii (1988), afirma-se que esta unidade apresenta a maior potencialidade para uso agrícola em toda a área estudada. Seu uso, é porém dependente do manejo das unidades em que a mesma se acha encravada. Tal fato, provém, de acordo com os mesmos autores, da relação dinâmica e atual, existente entre estes terrenos aluviais e os terrenos Pré-Cambrianos que os circundam.

As potencialidades e limitações consideradas para as Unidades Geo-ambientais, que compõem a área de Quixeramobim são complexas e não fogem ao universo dos ambientes sertanejos semi-áridos do Nordeste Brasileiro. A capacidade de uso dos recursos naturais não deve ficar restrita ao desenvolvimento das atividades agro-pastoris. Mesmo estas, estão a exigir a adoção de sistemas de manejo que mais se adequem ao ambiente semi-árido, sob pena de compro

meter seriamente a capacidade produtiva dos solos. Outras sugestões poderiam ser apontadas, na dependência de pesquisas setoriais mais aprofundadas. Dentre estas se incluem as pesquisas dos recursos minerais e de reflorestamento que possibilitam a regeneração dos solos potencialmente mais propícios à produção agro-pastoril.

6 - CONCLUSÕES

Os resultados do estudo, permitiram chegar às seguintes conclusões:

- (1) A interpretação visual das imagens de satélite LANDSAT com os estudos integrados envolvendo geologia, geomorfologia, climatologia, hidrologia, pedologia e fitoecologia, constituem meio satisfatório para compor metodologias integradas para levantamento de recursos naturais;
- (2) A delimitação de dez unidades geo-ambientais com uso e limitações específicas, estão em ordem decrescente de área na seguinte ordem: São Miguel, Quixeramobim, Boa Vista, Barrocas, Massapê, Feijão, São Vicente, Várzea, Olho D'água dos Vieiras e Parnazo;
- (3) A delimitação das unidades geo-ambientais é viável pela identificação das unidades morfo-pedológicas;
- (4) Os solos ocorrem em associações e com topossequências típicas, na seguinte ordem decrescente de predominância: BRUNO NÃO CÁLCICOS (TÍPICOS, LITÓLICOS, VÉRTICOS PLANOSSÓLICOS e VÉRTICOS), LITÓLICOS, PLANOSSOLOS, SOLONCHACK SOLONÉZTICOS, VERTISSOLOS e ALUVIAIS e
- (5) O estado atual dos recursos naturais renováveis, apresenta-se degradado e permite sugerir que práticas de manejo sejam conduzidas para uma recuperação da capacidade produtiva da área.

7 - REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- BERTRAND, G. - Paisagem e Geografia Física Global - Esboço Metodológico. Cad. de Ciên. da Terra (13), IGEOG. USP, São Paulo, 1971. 21p.
- BERTTALANFY, L. Von - Teoria Geral dos Sistemas. Ed. Vozes Ltda. Rio de Janeiro, 1977. 351p.
- BNB/ETENE - Recursos e Necessidades do Nordeste. Fortaleza, 1965, 572p.
- COELHO, A.G.S. - Noções Básicas Sobre Sensores Remotos e Suas Aplicações no Levantamento Global dos Recursos Terrestres. Cad. de Ciências da Terra (2). USP - IGEOG, São Paulo, 1969. 15p.
- CPRM - Projeto Jaibaras: Relatório Final. Recife, 1973 - 106p.
- - Projeto Jaguaribe: Relatório Final. Recife, 1976-125p.
- - Projeto Fortaleza: Relatório Final. Recife, 1977-123p.
- DNPM - Carta Geológica do Brasil ao Milionésimo: Folha Jaguaribe (SB.24) e Folha Fortaleza (SA.24). Rio de Janeiro, 1974.
- - Avaliação Regional do Setor Mineral/Ceará. Bol. nº 46, Rio de Janeiro, 1985. 187p.
- DSG/SUDENE - Carta Plani-Altimétrica. Recife, 1972. Escala 1:100.000.
- DUQUE, J.G. - Solo e Água no Polígono das Secas. DNOCS, Bol. nº 148, Fortaleza, 1949 - 223p.

- GARCIA, G.J. - Sensoriamento Remoto - Princípios e Interpretação de Imagens. NOBEL, São Paulo, 1982. 357p.
- GOMES, J.R.C. et alii - Levantamento de Recursos Naturais - Geologia. In: RADAMBRASIL. Folhas SB.24/25, Jaguaribe/Natal, Brasil, Ministério de Minas e Energia, Levantamento de Recursos Naturais, 23 (31-176), 1981.
- INPE - Imagens MSS de Satélite LANDSAT, Composição Colorida. Canais 4, 5 e 7. Cena 003 e 004. 1981. Escala 1:500.000.
- JACOMINE, P.T.K. (Coord.) - Levantamento Exploratório - Reconhecimento de Solos do Estado do Ceará. Vol. I, DPP, MA/DNPEA - SUDENE/DRN, Bol. Técn. 28. Recife, 1973. 30lp.
- - Levantamento Exploratório - Reconhecimento de Solos do Estado do Ceará. Vol. II, DPP, MA/DNPEA-SUDENE-DRN, Bol. Técn. 28, Recife, 1973. 50lp.
- LEMOS, R.C. & R.D. SANTOS - Manual de Descrição e Coleta de Solo no Campo. SBCS/SNLCS, (2.^a Ed.), Campinas (SP), 1984. 45p.
- MA/DPFS/SUDENE - Mapa de Solos do Levantamento Exploratório - Reconhecimento do Estado do Ceará, 1973. Escala 1:600.000.
- NIMER, E. - Clima. In: Geografia do Brasil - Região Nordeste. FIBGE, 47-84. Rio de Janeiro, 1977.
- NOGUEIRA, A.A.N. - Aspectos Fisiográficos. In: Diagnóstico Sócio-Econômico do Ceará. I (9-31). Imp. Univ. do Ceará, Fortaleza, 1964.
- - Geomorfologia. In: Atlas do Ceará. FIBGE-SUDEC, Fortaleza, 1973.
- OLIVEIRA, J.G.B. (Coord.) - Zoneamento Geo-ambiental de Áreas do Sertão Central do Ceará. Rel. Téc. (Mimeografado), CNPq/PDCT/SE, UFC/SUEP/NECO/BID, Fortaleza, 1988. 141p.

- RADAMBRASIL - Mosaico Semicontrolado de Radar, Folha SB. 24 V-D, 1976. Escala 1:250.000.
- - Carta Imagem de Radar, Folha SB.24 V-D, 1976. Escala 1:250.000.
- - Folhas SB.24/25 - Jaguaribe/Natal. Levantamento de Recursos Naturais. Vol. 23, Rio de Janeiro, 1981. 740p.
- SOUZA, M.J.N.; LIMA, F.A.M. & J.B. PAIVA - Compartimentação Topográfica do Estado do Ceará. Ciên. Agron. 9 (1-2) : 77-86, 1979.
- SOUZA, M.J.N. - Geomorfologia do Vale do Chorô-Ce. - Série Tese e Monografias (16) - IGEOG-USP, São Paulo, 1975. 121p.
- - Geomorfologia e Condições Ambientais os Vales do Acaraú-Coreaú (Ce). Tese de Doutorado, (Mimeografado), USP, Ed. do Autor, São Paulo, 1981. 248p.
- - O Estado do Ceará: Geomorfologia, Ambiente e Problemas Conservacionistas. MEC-UFC. Ed. do Autor, Fortaleza, 1983. 139 p.
- - Contribuição ao Estudo das Unidades Morfo-estruturais do Estado do Ceará. Rev. de Geologia. I (73-91), Fortaleza, 1988.
- STEFFEN, C.A.; LORENZZETTI, J.A., STECH, J.L. & SOUZA, R.C.M. - Sensoriamento Remoto: Princípios Físicos; Sensores e Produtos e Sistema LANDSAT. INPE, 1981, 72p.
- SUDENE/ASMIC - GVJ Hidrogeologia, Recife, (21-41), 1967.
- SUDENE - Dados Climáticos. Departamento de Recursos Naturais. Recife, 1976. 627p.
- TRICART, J. & KILLIAN, J. - L'éco - Géographie et L'aménagement du Milieu Natural. Lib. F. Maspero, Paris, 1979. 315p.
- TRICART, J. - Ecodinâmica. FIBGE-SUPREN, Rio de Janeiro, 1977. 97p.

VALERIO FILHO, M.; EPIPHANO, J.C.N. & FORMAGGIO, A.R. - Metodologia de Interpretação de Dados de Sensoriamento Remoto e Aplicações em Pedologia. CNPq/INPE, São José dos Campos (SP), 1981. 51p.

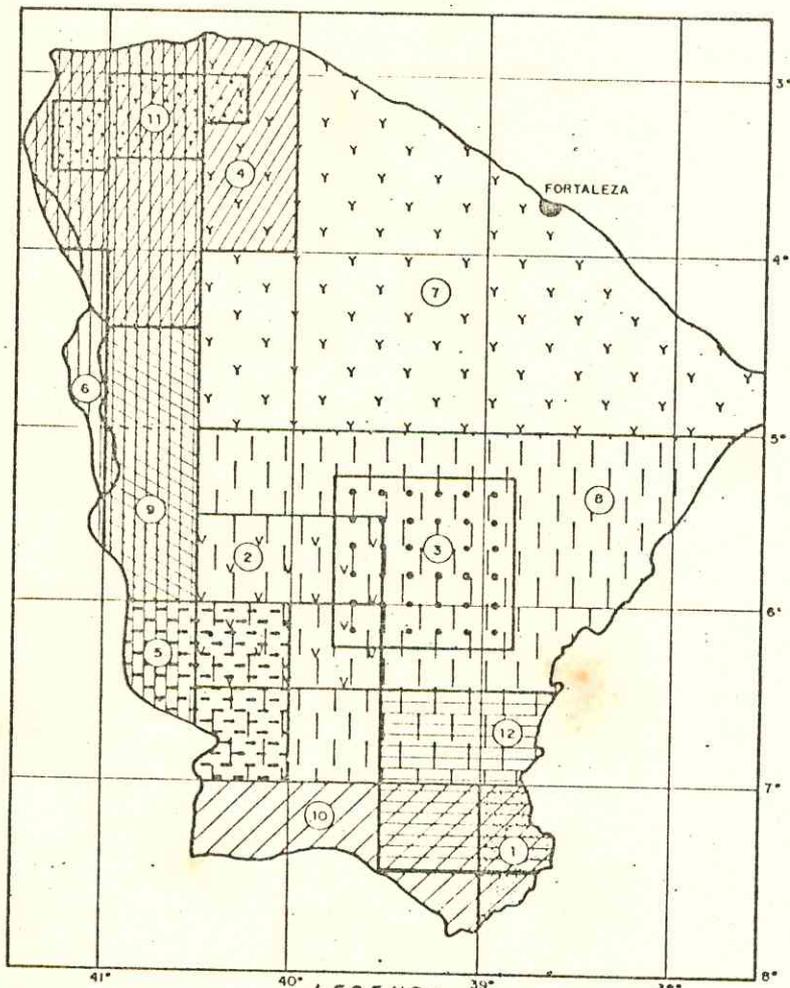
VASCONCELOS SOBRINHO, J. - Metodologia para Identificação de Processos de Desertificação. (Mimeografado), Recife, 1978. 13p.

WENDT, G.E., THOMPSON, R.A. & LARSON, K.M. - Land Systems Inventory. Boise National Forest, Idaho, USDA, Forest Service, Utah, 1975. 54p.

8 - A N E X O S

ANEXO 1 - Mapa dos levantamentos geológicos executados no
Estado do Ceará.

LEVANTAMENTOS GEOLÓGICOS EXECUTADOS



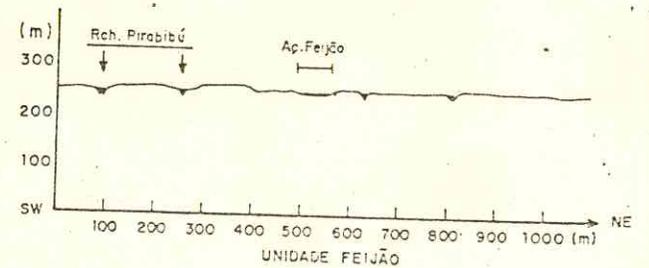
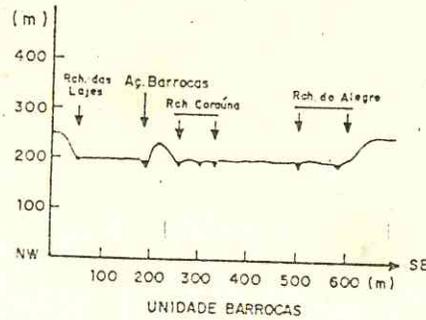
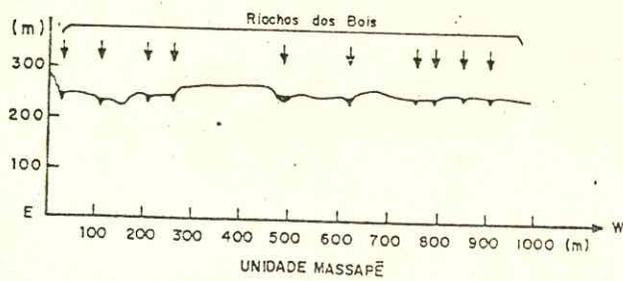
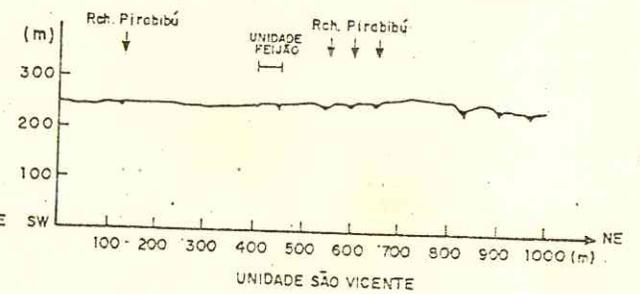
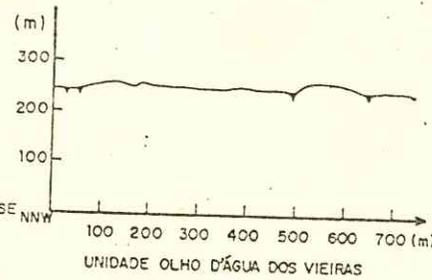
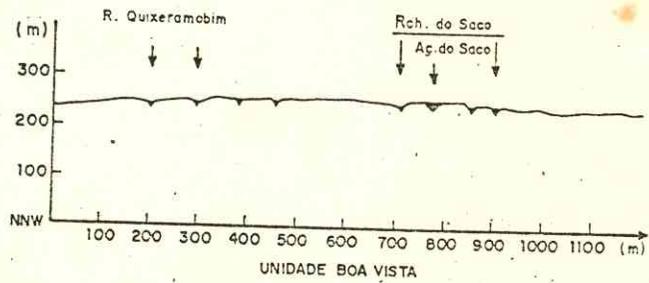
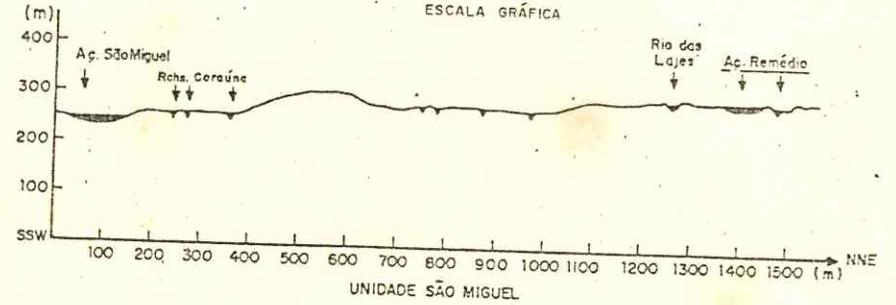
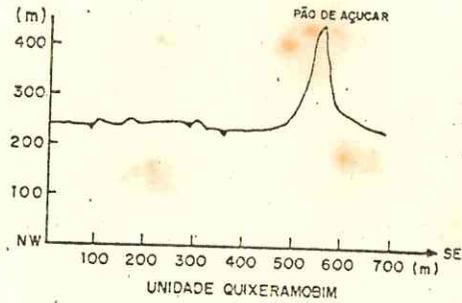
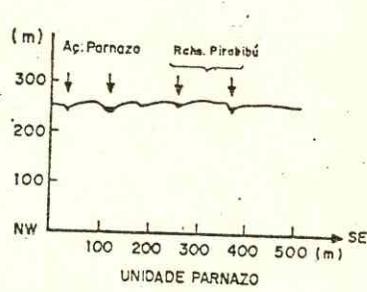
LEGENDA

- | | |
|---|--|
| 1 - GEOLÓGIA ECONÔM. DA PARTE DO MÉDIO S. FCO. NE DO BRASIL - 1:250.000 E 1.500.000 - 1964 DNP/MSUDENE E PROSPEC. | * - RECONHEC. FOTOGEOLOGICO DA REGIÃO NE DO BRASIL - 1:250.000 - 1960/63. |
| 2 - PROJ. TAUÁ - RECONHEC. FOTOGEOLOGICO - 1967/69 - 1:100.000 | * - MAPA GEOLÓGICO DO ESTADO DO CEARÁ - 1:50.000 - 1970 (SUSPENSO). |
| 3 - PROJ. TUNGSTÊNIO/MOLIBDÊNIO - 1:100.000 - 1972 | * - PROJ. CARTA GEOLÓGICA DO BRASIL AO MILIONÉSIMO FOLHAS JAGUARIBE E FORTALEZA - 1:1000.000 - 1974. |
| 4 - PROJ. JAIBARAS - 1:100.000 E 1:250.000 - 1973 | * - PROJ. RADAM - VOL. 21 e 23 - 1:1000.000 - 1981. |
| 5 - PROJ. COCÓCI - 1:100.000 E 1:250.000 - 1974 | * - MAPA GEOLÓGICO ESTADO DO CEARÁ - 1:500.000 - 1982. |
| 6 - PROJ. RADAM - 1:1000.000 - 1974 | — Em Execução — |
| 7 - PROJ. FORTALEZA - 1:250.000 - 1977. | * - PROJETO MAPAS METALOGENÉTICOS E PREVISIONAIS - 1:250.000. |
| 8 - PROJ. RIO JAGUARIBE - 1:250.000 - 1976. | |
| 9 - PROJ. CRATEÚS - 1:100.000 - 1977. | |
| 10 - PROJ. SANTANA - MAPEAMENTO GEOLÓGICO DA FORM. SANTANA - 1:25.000 - 1976. | |
| 11 - PROJ. MARTINÓPOLE - 1:50.000 - 1979. | |
| 12 - PROJ. LAVRAS DA MANABEIRA - 1:100.000 E 1:250.000 - 1980. | |
| * - TODO O ESTADO DO CEARÁ. | |

ANEXO 2.- Perfis topográficos das unidades geo-ambientais.

ANEXO 2 - PERFIS TOPOGRÁFICOS DAS UNIDADES GEO-AMBIENTAIS DE PARTE OCIDENTAL DO MUNICÍPIO DE QUIXERAMOBIM

(ESCALA = 1:100.000)
 1000 m 0 1 2 3 4 5 Km
 ESCALA GRÁFICA



FONTE: DSGE / SUDENE (1972)