

R593273

15/05/97 BCT

PADRÕES DE FOTOINTERPRETAÇÃO DO USO DO SOLO NO
MUNICÍPIO DE LIMOEIRO DO NORTE, CEARÁ, BRASIL

C342777

FRANCISCO TARCÍSIO PINHEIRO HOLANDA

A 14537

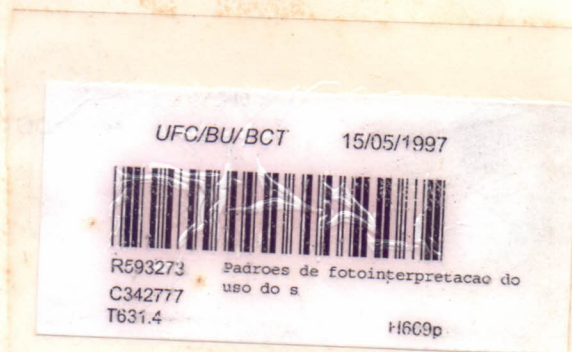
T

631.4

H669P

1996

ex. 2



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 - CEARÁ

-1996-



Dados Internacionais de Catalogação na Publicação
Universidade Federal do Ceará
Biblioteca Universitária

Gerada automaticamente pelo módulo Catalog, mediante os dados fornecidos pelo(a) autor(a)

- H669p Holanda, Francisco Tarcísio Pinheiro.
Padrões de fotointerpretação do uso do solo no município de Limoeiro do Norte, Ceará, Brasil. / Francisco Tarcísio Pinheiro Holanda. – 1996.
72 f. : il. color.
- Dissertação (mestrado) – Universidade Federal do Ceará, Centro de Ciências Agrárias, Programa de Pós-Graduação em Agronomia (Fitotecnia), Fortaleza, 1996.
Orientação: Profa. Ma. Carmem Silvia Corrêa Bueno.
1. Agronomia. I. Título.

CDD 630

Esta Dissertação foi apresentada como 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, encontrando-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.

Francisco Tarcísio Pinheiro Holanda

Dissertação aprovada em 31 / 12 / 96

Prof^ª. Carmem Silvia Corrêa Bueno, MS.

Orientadora

Prof^º. Raimundo Norberto de Assis Júnior

Conselheiro, Dr.

Prof^º Elder Gurgel Souza Moreira

Conselheiro, Dr.

Prof^º. Teógenes Senna de Oliveira

Conselheiro, Dr.

A minha esposa Ana Maria
exemplo de incentivo, apoio e
paciência.

A meus filhos Camila Tássia e
Pedro Thiago.

Dedico

“A ciência é parte integrante da cultura. Ela não é uma coisa estranha, praticada como um misterioso sacerdócio. É uma das glórias da tradição intelectual humana”.

Stephen Jay Gould

AGRADECIMENTOS

O autor expressa seus agradecimentos as seguintes pessoas e instituições:

À professora Carmem Silvia Corrêa Bueno pela participação na orientação, execução e revisão do trabalho;

Aos professores Raimundo Nonato de Assis Júnior, Elder Gurgel Souza Moreira e Teógenes Senna de Oliveira, pelas críticas e sugestões apresentadas;

Ao Eng^o Florestal Marcos Leandro Katmierczak pelas sugestões e discussões na elaboração dos mapas;

Aos demais professores do Departamento de Ciência do Solo pelos ensinamentos transmitidos;

À Universidade Estadual do Ceará pela oportunidade do aprimoramento técnico e suporte financeiro concedido;

À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) pela concessão da bolsa de estudo;

Aos colegas do curso pelo convívio e amizade durante esta jornada;

Aos funcionários do Departamento de Ciências do Solo pelo carinho e estímulo durante o período do curso;

Finalmente à amiga Francisca Maria de Oliveira, pela amizade e apoio.

SUMÁRIO

	p.
LISTA DE QUADROS	viii
LISTA DE FIGURAS	ix
RESUMO	xi
ABSTRACT	xii
1 INTRODUÇÃO	01
2 REVISÃO DE LITERATURA	03
2.1 Utilização de fotografias aéreas no levantamento e mapeamento dos solos.....	03
2.2 Fotointerpretação de fotografias pancromáticas	07
2.3 A capacidade de uso do solo	08
3 MATERIAL E MÉTODO	12
3.1 Descrição geral da área de estudo	12
3.1.1 Geologia	14
3.1.2 Geomorfologia	17
3.1.3 Clima	20
3.1.4 Hidrografia	23
3.1.5 Solos.....	27
3.1.6 Vegetação.....	30
3.2 Fotografias aérea	33
3.3 Cartas e Mapas	34
3.4 Fotointerpretação e geração dos mapas de uso do solo	34
3.5 Rede de drenagem e mapeamento das unidades pedológicas.....	36
3.6 Geoprocessamento das informações	38

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO	42
4.1 Características do uso do solo decorrentes da fotointerpretação	42
4.2 Verificação de campo	48
4.3 Características quantitativas das unidades pedológicas e uso dos solos	60
4.4 Comparativo das informações de uso e classe do solo	64
5 CONCLUSÕES	68
6 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	70
ANEXOS	74

LISTA DE QUADROS

QUADRO	PÁGINA
1- Médias mensais das precipitações ocorridas em Limoeiro do Norte-CE entre os anos de 1985 e 1995.....	23
2- Elementos padrões da chave de interpretação para classe uso do solo.....	37
3- Uso do solo de Limoeiro do Norte (CE) decorrentes da fotointerpretação.....	43
4- Comparativo das informações de uso do solo e Associações pedológicas.....	65

LISTA DE FIGURAS

FIGURA	PÁGINA
1 Mapa da Microregião Homogênea - 61, destacando-se o município de Limoeiro do Norte - CE, área de desenvolvimento da pesquisa	13
2 Mapa geológico do município de Limoeiro do Norte	15
3 Mapa geomorfológico do município de Limoeiro do Norte	18
4 Isotermas da média anual do baixo Jaguaribe	22
5 Mapa da hidrografia do município de Limoeiro do Norte	25
6 Mapa de solos do município de Limoeiro do Norte	28
7 Mapa da vegetação do município de Limoeiro do Norte	31
8 Quantificação das classes de uso do solo	46
9 Localização das áreas para cheque de campo	49
10 Distrito Pedrinhas, Limoeiro do Norte-Ce. Observa-se parte do espelho d'água represada pela barragem das Pedrinhas e vegetação natural	51
11 Distrito Córrego dos Bodes, limite entre Limoeiro do Norte-Ce e Tabuleiro do Norte-Ce. Pastagens naturais, grande recuo das águas da lagoa Salina e ao fundo vegetação ciliar de carnaúbas .	51
12 Distrito Córrego dos Bodes, limite entre Limoeiro do Norte-Ce e Tabuleiro do Norte-Ce. Leito seco da lagoa Salina e exposição dos Vertissolos	52

13 Distrito Córrego de Areia, Limoeiro do Norte-Ce. Em primeiro plano o rio Quixeré e ao fundo vegetação nativa	54
14 Povoado São Raimundo, Limoeiro do Norte-Ce. Áreas irrigadas ocupadas com culturas anuais e em primeiro plano plantações de gramíneas.....	54
15 Barragem Cabeça Preta, Limoeiro do Norte-Ce. Presença de solos expostos as margens do rio Quixeré e ao fundo a mata ciliar de carnaúba	56
16 Projeto de irrigação Jaguaribe-Apodi, Limoeiro do Norte-Ce. Áreas irrigadas ocupadas com culturas anuais	56
17 Distrito Várzea do Cobre, Limoeiro do Norte-Ce. No primeiro plano tem-se a presença da caatinga hiperxerófila e ao fundo remanescentes da mata ciliar de carnaúba.....	57
18 Distrito Várzea do Cobre, Limoeiro do Norte-Ce. Forte presença de solos vérticos.....	57
19 Bairro da Ilha, Limoeiro do Norte-Ce. Mata ciliar de carnaúbas	59
20 Distrito do Pontal, Limoeiro do Norte-Ce. Em primeiro plano observa-se presença de solos expostos e ao fundo a caatinga hiperxerófila	59
21 Lagoa do Pau do Monte, bairro Cidade Alta, Limoeiro do Norte-Ce. Observa-se em primeiro plano solos expostos e ao fundo a capoeira incipiente.....	61
22 Quantificação das unidades pedológicas e outros uso do solo.....	62

RESUMO

O presente trabalho foi realizado numa área de aproximadamente de 120 Km² no município de Limoeiro do Norte-Ce, Brasil. Utilizou-se fotografias aéreas preto e branco, na escala aproximada de 1:32.500, para a obtenção dos dados referentes a vegetação, rede de drenagem e uso do solo. O inventário obtido a partir da análise destes dados serviram para a geração e composição dos mapas temáticos.

Na fotointerpretação da área de estudo usou-se os padrões fotográficos, citados por VALÉRIO FILHO (1981). No entanto as características peculiares da área de trabalho mostrou a necessidade de informações complementares a estes padrões conhecidos. Para a execução deste estudo foram escolhidos 10 (dez) pontos na área, onde a fotointerpretação foi considerada duvidosa. Efetuou-se viagens ao campo para averiguação *in loco* dos pontos demarcados. No comparativo entre as observações realizadas no campo e na fotointerpretação foi possível, em alguns casos, a construção de uma base complementar de informações que permitiu um enriquecimento e ampliação no acêrvo dos padrões existentes. A fotointerpretação propiciou resultados que quando analisados num SIG (Sistema de Informações Geográficas) gerou mapas temáticos de drenagem, unidades pedológicas e uso dos solos. Os mapas gerados foram analisados num ambiente computacional permitindo um estudo quantitativo das classes dos Solos e classes de uso.

Abstract

The present study was carried out on an area of approximately 120 Km² located at the Limoeiro do Norte county region of Ceará State, Brazil. Aerial black and white photographs of the cited area, at scale of 1:32.500, were used to obtain informations on vegetation, drainage network and soil use. Using the information above, thematic maps were generated. The photointerpretation was proceeded by using the photographic patterns as described by Valério Filho (1981). Due to the singular characteristics of the area, it was necessary to use complementary informations. The study was conducted by choosing ten spots in the area where the photointerpretation was considered unclear. Trips to the field were conducted in order to investigate the marked area spots *in situ*. Comparing field observations with the photointerpretation data, it was possible to construct basic complementary informations which allowed an expansion of the existing photographic patterns. The photointerpretation data as associated to the Geographic Information System (GIS) led to the constructions of area thematic maps of drainage network, pedological units and soil use class. The above maps were subjected to a computational analysis which resulted into a quantitative study of both soil classes and use.

1 INTRODUÇÃO

As fotografias aéreas tem sido amplamente utilizadas em várias áreas do conhecimento humano. Seu uso oferece um grande número de informações a um custo relativamente pequeno em comparação a outros métodos convencionais. Por estarem livres da influência do desenhista as fotografias aéreas superam as cartas topográficas em precisão. No levantamento dos solos assim como em suas representações cartográficas tornou-se instrumento indispensável associado a eficiência, exatidão e rapidez dos trabalhos executados. As fotografias aéreas, contudo, não eliminam os trabalhos de campo. São, antes, um complemento destes.

Um maior conhecimento nos padrões de identificações fotográficas, permitirá no futuro, maior eficácia nos levantamentos de solos mais detalhados em razão de um maior número de observações realizáveis.

A utilização do Sistema de Tratamento de Imagens (SITIM) e do Sistema de Geoprocessamento de Informações (SGI) desenvolvidos pelo Instituto Nacional de Pesquisa Espaciais (INPE), permitiu que os dados extraídos dos *overlays* fossem digitalizados em arquivos de acordo com os temas propostos e posteriormente cada classe ou tema geraram um relatório, os quais permitiram a confecção dos mapas temáticos.

O uso dos solos do Estado do Ceará, foram levantados à nível exploratório-reconhecimento, havendo necessidade, em certas áreas de levantamentos mais detalhados. Nesse sentido, e visando estabelecer um maior conhecimento da área de estudo, onde no momento se

desenvolvem grandes projetos de irrigações, foi desenvolvido o presente trabalho visando os seguintes objetivos:

- a. Determinar o uso do solo na área de estudo.
- b. Elaborar cartas temáticas da rede de drenagem, uso do solo e das unidades pedológicas.
- c. Quantificar e descrever os elementos constituintes da rede de drenagem, uso do solo e das unidades pedológicas.
- d. Comparar as classes de solo com o uso do solo.
- e. Contribuir para o enriquecimento do acervo de padrões interpretativos de fotografias aéreas pancromáticas , utilizadas na identificação e mapeamento em geral e especificamente para o Estado do Ceará.
- f. Propor medidas que possam conduzir ao melhor uso do solo, servindo assim como base para planos de uso, manejo e conservação da área.

2 REVISÃO DE LITERATURA

2.1 Utilização de Fotografias Aéreas no Levantamento e Mapeamento dos Solos

As fotografias aéreas foram usadas pela primeira vez em mapeamento dos solos em 1929, por Bushnell et al., segundo SIMONSON (1950), ROURKE & AUSTIN, (1951) e em pouco tempo outros tipos de bases cartográficas foram quase que completamente substituídas.

BARR & MILES (1970) comentam que a tonalidade e a textura são os elementos interpretativos mais importantes nas fotografias aéreas. A tonalidade é indicador útil para a composição das espécies vegetais e das condições do solo enquanto a textura é indicadora das formações vegetais e dos cultivos.

No levantamento dos recursos naturais a fotografia aérea desempenha atualmente papel proeminente. Sua utilização racional firma-se cada vez mais como novo campo de especialização dentro das diversas ciências que se ocupam da terra. No estudo de solos o emprego de fotografias aéreas se faz presente, quer na sua identificação e classificação, através da fotointerpretação, quer na representação cartográfica das diferentes unidades pedológicas simples ou associadas, conforme (BITTENCOURT, 1972).

Conforme LIMA (1973) a principal vantagem das fotografias aéreas em relação as imagens de satélite, radar, cartas planimétricas e topográficas, está nos detalhes que registra. Além disso, possibilita

observar em terceira dimensão, o terreno através da visão estereoscópica, um recurso largamente utilizado no estudo prévio de áreas à mapear, constante de fotointerpretação. As desvantagens do uso das fotografias aéreas em comparação as cartas topográficas são as elevações, pois não vem especificadas. Outra é com relação a variação de escalas inexistentes nas fotografias, sendo necessário sempre que se for utilizar, grande número de restituições. A diferença de escala entre fotos vizinhas, dificultam a transferência de informações; as direções e distâncias, não podem ser medidas com precisão, exigindo experiências na interpretação.

As fotografias aéreas apresentam-se como material indispensável nos levantamentos de solos, oferecendo ganho de tempo, precisão na demarcação dos limites e uma visão global da paisagem com riqueza de detalhes. Servem não só como base fotográfica preliminar, auxiliando nos trabalhos de campo, mas também possibilita a delimitação das unidades de solos, (AMARAL & AUDI, 1972).

Relatam MARCHETTI & GARCIA (1977) que a fotografia aérea desempenha um papel relevante no estudo dos recursos naturais de uma área. No caso específico de solos, o seu emprego é de extrema importância, tanto no que diz respeito a sua identificação como reprodução em cartas geográficas das unidades pedológicas. Os solos de uma região podem ser estudados através dos seus elementos de reconhecimentos ou através de índices numéricos. No primeiro caso, o estudo é puramente descritivo e subjetivo, considerando a habilidade fotointerpretativa de cada técnica e seu discernimento. No segundo caso, a rede de drenagem apresenta-se como o principal elemento de reconhecimento, sobre o qual serão obtidos índices, cuja base matemática garante a sua receptibilidade.

As fotografias aéreas não mostram o perfil do solo, mas somente sua superfície, o que constitui uma das limitações da Fotopedologia. Entretanto, propiciam informações importantes sobre características físicas da paisagem, tais como: vegetação, relevo, drenagem, cabeceiras de erosão e outras. Sendo a principal tarefa da fotointerpretação identificar as importantes características das áreas e objetos, determinando assim seu significado o qual é possível através das imagens representadas nas fotografias aéreas, segundo (ANDERSON, 1982). No exame dos fatores superficiais e na interpretação dos mesmos é possível a identificação das unidades de solos, as quais, baseiam-se em métodos específicos estudados dentro da Fotopedologia.

Existem três métodos principais de fotointerpretação para levantamentos de solos. descritos por VALÉRIO FILHO et al. (1981): a) Análise dos Padrões, segundo FROST et al. (1960), baseia-se na identificação das maiores unidades da paisagem e na divisão destas em unidades menores, caracterizados pelos chamados "elementos padrões locais". Supõe o método que cada elemento padrão da paisagem encontra-se relacionado a certas condições do solo. Os principais elementos são : forma do terreno, drenagem, canais de erosão, vegetação, tonalidade fotográfica e uso da terra. b) Análise dos Elementos estabelecido por BURINGH (1960), baseia-se em analisar sistematicamente aqueles elementos da paisagem que se julgue relacionados com as condições do solo. Os elementos mais importantes são: tipo do terreno, condições de drenagem, sistemas construtivos e destrutivos da drenagem, vegetação natural, cor e uso do solo. Cada um destes elementos é caracterizado de acordo com variações apresentadas quanto aos seguintes aspectos: grau de densidade, tipo ou forma,

profundidade e localização ou posição geográfica. c) Análise Fisiográfica, segundo GOOSEN (1968), baseia-se no conhecimento geomorfológico e, principalmente, dos processos de erosão e de sedimentação que atuam sobre a superfície da terra, em relação ao solo. O objetivo é encontrar e descrever feições de imagem estereoscópica que são características de certos processos fisiográficos e que podem ser usados para identificar estes processos que por sua vez, poderão proporcionar importantes descobertas para delinear o padrão de solos.

Estudos comparativos de mapeamento com fotografias aéreas, imagens de radar e imagens de satélite, realizada por GARCIA et al. (1981) numa área do Estado de São Paulo, demonstram a eficiência na porcentagem dos resultados, em função da sua maior precisão interpretativa. A "porcentagem de eficiência" para as fotografias pancromáticas (Escala de 1:25.000) foi de 94,3%, para as imagens de Radar (escala de 1:250.000) foi de 65,5% e para as imagens de satélite LANDSAT (escala de 1:1000.000 e 1:500.000) foi de 83,8%. As variações interpretativas das imagens de radar deu-se por conta de muitas superfícies apresentarem dispersões semelhantes, para o comprimento de onda utilizado. A fotografia aérea quando comparada as imagens orbitais, apresenta muito mais detalhes. Constitue o único instrumento capaz de representar formas e o arranjo espacial dos vegetais individualmente ou em associações, segundo (SANTOS et al., 1981). No estudo detalhado de áreas, recomenda-se a utilização de fotografias pancromáticas, como verdades terrestres. Imagens de radar são recomendadas no estudo de drenagem e imagens de satélite no estudo da vegetação conforme (GARCIA et al., 1981).

Segundo KAZNIERCZAK & ESCADA (1995) as imagens orbitais apresentam um menor custo de aquisição que a fotografia aérea.

A preço atual para se obter 1 Km² de imagens orbitais gasta-se US\$ 0.0146, este mesmo Km² em fotografias aéreas gasta-se US\$ 25.00. Em contrapartida a maior escala produzida em imagens orbitais é de 1:50.000 enquanto as fotografias aéreas são bem mais detalhistas pois são encontradas em escalas bem maiores. Estas imagens orbitais exigem do interprete uma maior capacidade de cognição, pois envolve uma maior complexidade de processos envolvidos e à falta de algoritmos computacionais precisos o bastante para realizá-los de forma automática. Sua maior vantagem é na capacidade de reconhecer padrões, pois uma única imagem LANDSAT-TM gera 230.543.400 informações, limitando o olho humano no seus reconhecimentos, mas esta barreira é removida no processo digital, estágio preparatório para a interpretação da imagem.

2.2 Fotointerpretação de fotografias pancromáticas

A percepção das diferenças entre tipos e uso de solos pode ser auxiliado através do emprego dos critérios de fotointerpretação. Segundo AMARAL & AUDI (1972) os critérios de fotointerpretação já conhecidos em importância são: relevo, drenagem, cabeceira de erosão, vegetação natural, uso atual e tonalidade.

Conforme LIMA (1973) as técnicas da fotointerpretação obedecem a seguinte sequência: a) Fotoidentificação; b) Fotoanálise, que consiste na decomposição da imagem fotográfica em suas partes constituintes, é uma fotoidentificação com o uso do estereoscópio; c) Fotointerpretação, acrescenta-se à fotoidentificação e à fotoanálise o uso do estereoscópio e a avaliação dedutiva e indutiva dos elementos

gráficos. Na fotoidentificação, exame feito sob visão plana bidimensional verifica-se a forma dos cursos d'água, brejos, áreas alagadas, construções, culturas agrícolas por obedecerem planos retangulares, vegetação natural e vias de comunicação. Verifica-se ainda a forma do relevo, o arranjo da rede de drenagem, comportamento da erosão, variações de tons de cinza, detalhes vegetativos e microdetalhes do terreno.

Segundo VALÉRIO FILHO et al. (1981) a fotointerpretação sistemática, de acordo com a análise do elemento isolado, baseia-se no princípio de que qualquer elemento pode estar relacionado a uma certa unidade de solo e que, portanto, uma mudança nesse elemento pode estar relacionado a um limite de solo. Cada elemento por si só, pode ter seu valor, porém quanto mais vezes um limite for estabelecido por elementos diferentes, mais terá a certeza de que este seja realmente um limite de solo, é o que se chama convergência de evidências. A divergência e a dispersão de evidências atrapalham a interpretação efetiva. Elas simplesmente permitem o planejamento da verificação de campo.

2.3 A capacidade de uso do solo

De acordo com RANZANI (1969) as principais exigências para se estabelecer o melhor uso de um solo decorrem de um conjunto de interpretações do próprio uso e do meio onde ele se desenvolve.

Os mapas pedológicos usuais agrupam os diferentes solos com base na descrição e seqüência de seus horizontes, sem correlacionar com outras características da paisagem e não dando explicações quanto a seu manejo (CHIARINI, 1972). Como existem muitas unidades de solo,

há, conseqüentemente muitas interpretações, que proporcionam todas as informações possíveis que se podem obter de um mapa de solo. Entre as formas interpretativas de agrupamento de solos, e principalmente para fins agrícolas, a que mais é usada, é a da classificação de terras, de acordo com a capacidade de uso, desenvolvida pelo Serviço de Conservação do Solo dos Estados Unidos.

Quando se conhece a capacidade de uso dos solos (mapeados e classificados), os dados obtidos permitem determinar a sua aptidão agrícola, possibilidades de práticas de manejo e outras aplicações que contribuem para uma melhor utilização e conseqüente melhoramento econômico-social da região em apreço (VIEIRA, 1975).

SANTOS et al. (1981) afirmaram que, até recentemente, as medidas para o planejamento de uso do solo têm sido baseadas em informações fragmentadas sobre os efeitos do uso do solo no ambiente em questão. Isto ocorre porque não se pode avaliar as alterações que são provocadas pela ação do homem. Sendo assim, o levantamento do uso do solo numa dada região, torna-se um elemento de interesse fundamental para a compreensão dos padrões de organização do espaço. Portanto, há necessidade de atualização constante dos registros de uso do solo, para que suas tendências possam ser analisadas.

Os maiores problemas de agressão à natureza começam a surgir quando, com o aumento da população humana sob a pressão da necessidade de desenvolvimento tecnológico a agricultura se intensifica, sem os cuidados adequados de proteção ao ambiente, de acordo com (LEPSCH, 1984). Isso infelizmente, vem aumentando no Brasil e agravando-se com o tempo, em muitos locais. Caso não se pense em uma solução para este problema e, o quanto antes, serem iniciadas ações para mudar este estado de coisas, corre-se o risco de se deixar

para as próximas gerações uma terra completamente exaurida. O levantamento do uso do solo é de grande importância na medida em que os efeitos do uso desordenado causam a deterioração do ambiente. O levantamento do uso do solo numa região torna-se aspecto de interesse fundamental para a compreensão dos padrões de organização do espaço. Qualquer que seja a aparência ou característica do uso do solo, raramente permanece inalterado. Deste modo há necessidade de atualização constante dos registros de uso do solo, para que suas tendências possam ser analisadas. Segundo ainda o autor o planejamento do uso do solo pode se realizar em várias escalas, desde a nacional, com a finalidade de discriminar incentivos governamentais a uma determinada política agrícola, até o nível de pequena propriedade agrícola. Posteriormente as decisões finais serão tomadas conjugando-se os conhecimentos relativos a essa aptidão física com os fatores sócio-econômicos.

O sistema de capacidade de uso é uma classificação técnica, originalmente desenvolvido nos Estados Unidos, representando um agrupamento qualitativo de tipos de solos sem considerar a localização ou as características econômicas da terra: diversas características e propriedades são sintetizadas, visando a obtenção de classes homogêneas de terras. Tendo como propósito definir sua máxima capacidade de uso, sem risco de degradação do uso solo, especialmente no que diz respeito à erosão acelerada (BELLINAZZI et al., 1983). As categorias do sistema de classificação em capacidade de uso estão assim hierarquizadas: a) Grupo de capacidade de uso, estabelecidas com base nos tipos de intensidade de uso das terras; b) Classes de capacidade de uso, baseadas no grau de limitação de uso; c) Subclasses de capacidade de uso, baseadas na natureza da limitação de uso;

d) Unidades de capacidade de uso, baseadas em condições específicas que afetam o uso e o manejo da terra.

3 MATERIAL E MÉTODO

3.1 Descrição geral da área de estudo

O município de Limoeiro do Norte encontra-se situado na Microrregião Homogênea - 61 conforme FIGURA 1. Possui uma área de 564 km² representando 0,39% do Estado do Ceará. Localiza-se a Nordeste do Estado do Ceará e limita-se a Oeste com o município de Morada Nova, ao Norte com Russas e Quixeré e ao Sul com os municípios de Tabuleiro do Norte e São João do Jaguaribe. A cidade de Limoeiro do Norte dista 207 km de Fortaleza, capital do Estado e possui as seguintes coordenadas geográficas: 5°08'44" de Latitude Sul e 38°05'82" de Longitude W.Gr., com uma altitude média de 70 m (SAMPAIO, 1993). Segundo Censo do IBGE realizado em 1991, a população do município era de 41.685 habitantes, com uma densidade demográfica de 73,9 hab/km².



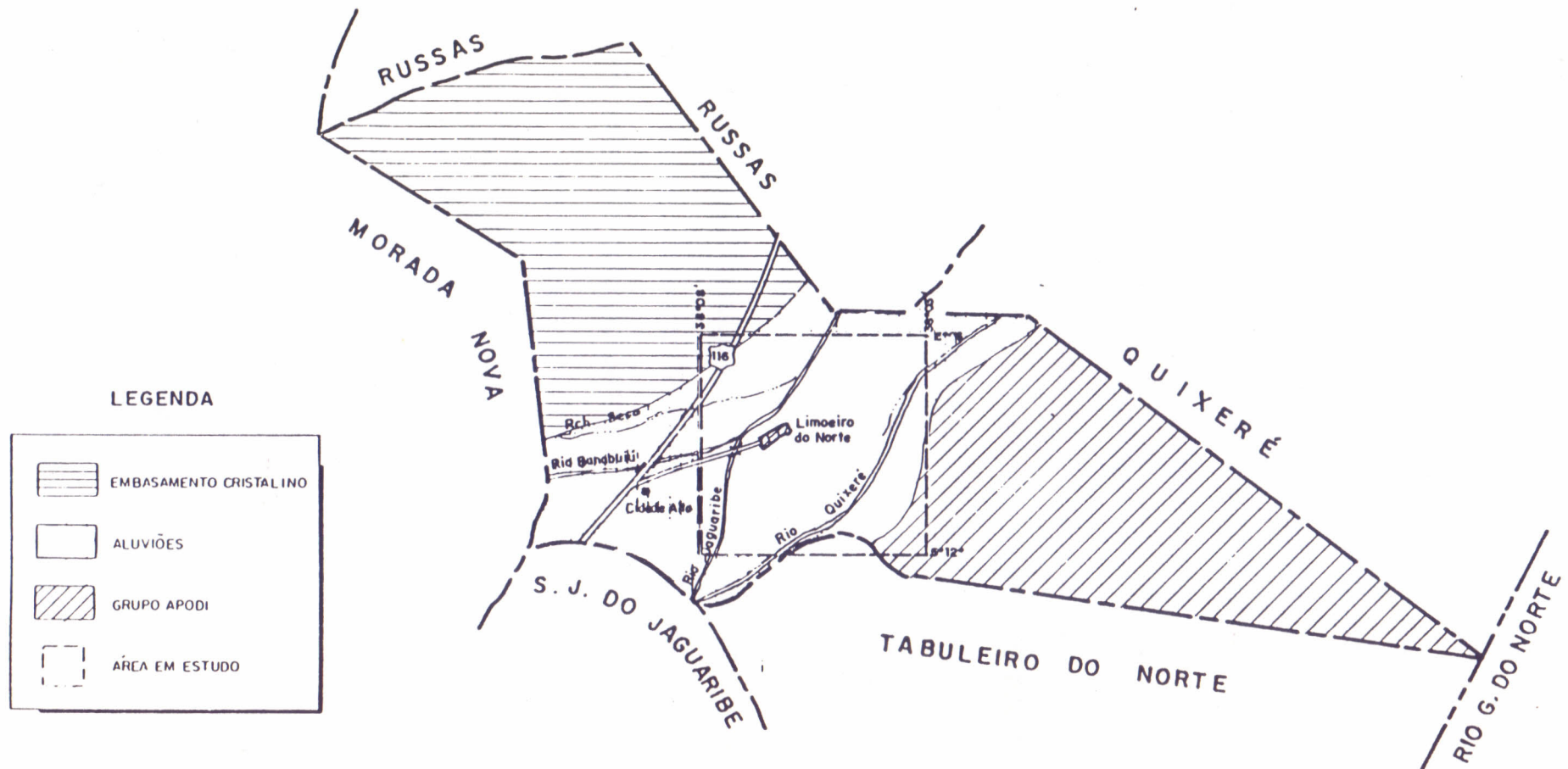
FIGURA 1 - SITUAÇÃO DO MUNICÍPIO DE LIMOEIRO DO NORTE EM RELAÇÃO À MICRORREGIÃO 61 E AO ESTADO DO CEARÁ

3.1.1 Geologia

O município de Limoeiro do Norte é constituído pelas formações sedimentares dos aluviões, Complexo Nordeste (embasamento cristalino) e do Grupo Apodi (calcários com nível de arenitos) FIGURA 2.

A primeira tentativa de divisão estratificada das rochas Pré-Cambrianas da região Nordeste coube a Crandall (1910) segundo BRASIL, (1981) que se baseou em critérios puramente litológicas. Ele reconheceu uma sequência de antigos xistos argilósons com quartzitos, arenitos e calcários transformados em mármore, que denominou-se de "Série Ceará", e um "Complexo Fundamental" composto de gnaisses e outros xistos cristalinos. Observa-se que o Complexo Nordeste abarca denominações como: Complexo Fundamental, Complexo Cristalino, Complexo Caicó e Complexo Gnaissico - migmatítico segundo BRASIL (1981). Este substrato metamórfico, aflora em extensas lages a oeste do município de Limoeiro do Norte, principalmente no distrito de Bixopá. Na região observa-se uma massa migmática, granito concordante, sobre a qual aparecem faixas de micaxistos em sinclinais. Afloramento de quartzitos nos levam a supor a continuação das séries xistosas sob o recobrimento dos aluviões, (BRASIL, 1967).

Os aluviões predominam na maior parte do Vale do Jaguaribe. Em Limoeiro do Norte eles estão associados aos rios Quixeré, Jaguaribe, Banabuiú e Riacho Seco, formando uma vasta planície entre a Chapada do Apodi e o substrato cristalino.



LEGENDA

-  EMBASAMENTO CRISTALINO
-  ALUVIÕES
-  GRUPO APODI
-  ÁREA EM ESTUDO

FIGURA 2 - MAPA GEOLÓGICO DO MUNICÍPIO DE LIMOEIRO DO NORTE - CE.



ESCALA GRÁFICA

É a partir da junção do Rio Jaguaribe e do Rio Banabuiú (próximo a Limoeiro do Norte) que os aluviões recentes do baixo Jaguaribe tomam importância total atingindo uma largura de mais de 10 km (BRASIL, 1967). Estes aluviões constituem uma zona extremamente plana, como testemunha o curso percorrido pelo Rio Jaguaribe, com a existência de numerosos meandros, muitas vezes erodidos. Segundo ainda o mesmo autor, sua composição litológica é constituída de areias finas, areias grosseiras, cascalhos inconsolidados e argilas com matéria orgânica em acelerado processo de decomposição. Estendem-se da margem direita do Rio Quixeré até o Estado do Rio Grande do Norte, compreendendo mais de 50% do município, constituindo a borda da bacia Potiguar.

OLIVEIRA & LEONARDO (1943) percorreram toda a bacia, cognominando de "Grupo Apodi" o conjunto de rochas cretáceas aflorantes segundo BRASIL (1981). O primeiro mapeamento geológico de reconhecimento foi realizado por KREIDLE & ANDERY (1950), onde o grupo Apodi foi subdividido em Arenito Açú, correspondente ao pacote de clásticos basais, enquanto as camadas carbonáticas sobrepostas foram denominadas de calcário Jandaira. Estas rochas carbonáticas também tem sido chamadas de calcário Apodi ou Formação Apodi (KEGEL, 1957).

Uma nova fase de trabalho foi inaugurada com a intensificação de sondagens geológicas da bacia. Com o incremento das pesquisas de petróleo na bacia, foi possível um melhor conhecimento dos dados em subsuperfícies e principalmente da plataforma continental.

Na região de Limoeiro do Norte a presença da formação calcário Jandaira foi identificada em três níveis (BRASIL, 1967). O primeiro nível apresenta arenito fino, cinzento, estratificado, cimento calcário cuja granulometria parece aumentar para Quixeré. O segundo

nível é parecido com arenito arroxeadado, de grãos finos e arredondados, friável, com estratificação cruzada, e por argila dura. O terceiro nível mais compacto e maciço caracteriza-se pela presença de calcáreo maciço, amarelado, com intercalações argilosas e arenosas de dureza variável, pouco fossilífero, e às vezes de calcário cinza duro em bancos finos, ora afossilífero, ora fossilífero.

3.1.2 Geomorfologia

O município de Limoeiro do Norte, segundo BRASIL (1981), é composto pelas seguintes unidades geomorfológicas: Chapada do Apodi, Planície Aluvial e a Depressão Sertaneja, FIGURA 3.

As Chapadas do Litoral Norte, da microregião - 61, são constituídas por sedimentos cretáceos das formações do Grupo Apodi, com um capeamento de sedimentos do Grupo Barreiras, próximo ao litoral.

As chapadas são revestidas descontinuamente por um material arenoso, pouco espesso, entre afloramentos de calcáreo. Nos declives para o Rio Jaguaribe o material é areno-argiloso de cor vermelha, contendo fragmentos de quartzos. Sobre a parte plana existe algumas depressões rasas, com água, ocupadas por carnaúbais. Os efeitos dos processos de erosão acelerada pela ação do homem são observados em torno das plantações e das áreas de exploração de calcários. Estes efeitos se traduzem pela presença de sulcos e ravinas incipientes.

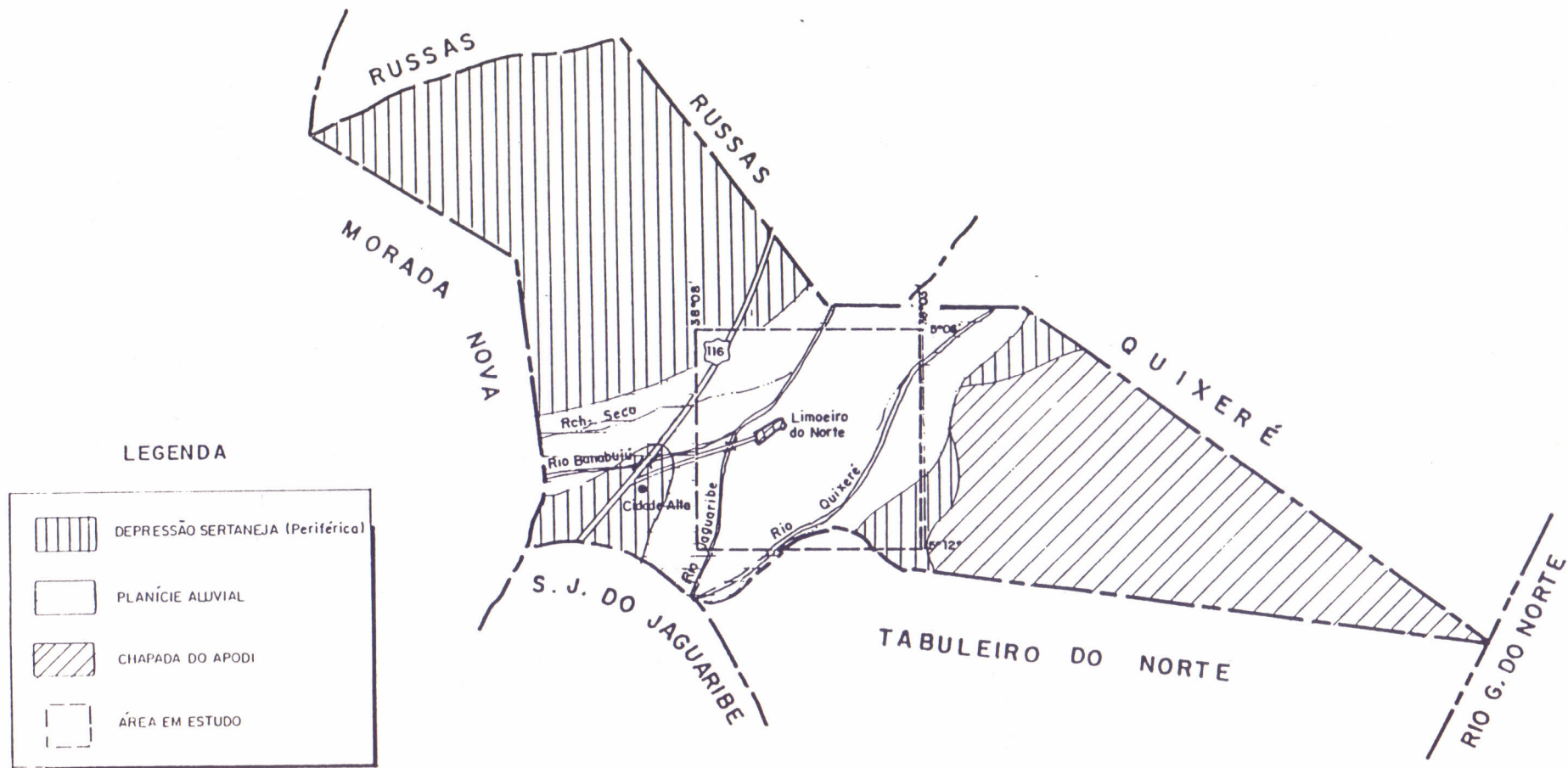


FIGURA 3 - MAPA GEOMORFOLÓGICO DO MUNICÍPIO DE LIMOEIRO DO NORTE - CE.



ESCALA GRÁFICA

No conjunto, a Chapada constitui um típico relevo de *cuestas*, de altura não muito pronunciada, com o *front* voltado para a depressão do vale do Jaguaribe. Essa encosta está a sotavento, e como todo o município, se insere no domínio morfoclimático semi-árido, onde a morfogênese mecânica tem primazia.

Próximo a cidade de Limoeiro do Norte o Rio Jaguaribe divide-se em dois: a esquerda o Jaguaribe propriamente dito à direita o Quixeré. Juntos formam a Planície Aluvial do Baixo Jaguaribe estendendo-se até o Oceano Atlântico, cobrindo uma superfície aproximada de 800 km² (BRASIL, 1967).

No Município de Limoeiro do Norte, o Rio Quixeré corre paralelo e superimposto à Chapada do Apodi. O Rio Jaguaribe propriamente dito corre a oeste da Planície, onde os aluviões estão em contato com o embasamento cristalino banhando várias localidades do Município, inclusive a cidade de Limoeiro do Norte.

Os aluviões ocorrem com maior evidência na área do baixo curso, onde formam uma faixa de 60 km de extensão com uma largura média de 10 km. Litologicamente, os aluviões compõem-se de areias, argila e matéria orgânica sendo todo este material inconsolidado. A sua espessura é muito variada, de local a local, mas de uma maneira geral vai aumentando, com a proximidade do litoral. Tendo em vista a boa porosidade, os depósitos aluvionares funcionam como uma abertura para a água do rio no período das enchentes, atuando como um dreno. São inúmeros os poços perfurados ao longo de tais depósitos, visando o aproveitamento da água ali armazenada. Esses poços são usados para o abastecimento d'água para consumo humano nas zonas urbana e rural assim como utilizados na captação d'água para irrigação agrícola.

Em Limoeiro do Norte e municípios adjacentes, a Depressão Sertaneja dificilmente é observada periféricamente, correspondendo segundo BRASIL (1981) à Depressão Pré-Litorânea. Esta dispõe-se à retaguarda dos tabuleiros costeiros e se estende na direção ocidental do município em largas extensões fora dos seus limites.

O Rio Jaguaribe tem grande parte de seu curso na Depressão Sertaneja, apresentando-o retilíneo devido a influências estruturais relacionados a falhamentos. Ao longo de suas margens desenvolveu-se uma faixa estreita de planície, observando trechos de terraços ao longo do rio.

No município a presença de inúmeras lagoas de alimentação pluvial e de regime sazonal, açudes e riachos aparecem em decorrência da impermeabilidade do terreno. Como exemplo temos as lagoas da Espingarda, Laginhas, Lages, Boi Magno, Pedra, Croatá; os açudes de Jatobá, Santa Fé e os riachos do Gado Bravo, Empalho, Croatá e outros. Toda essa rede de drenagem apresenta padrão dentrítico. Apesar de intermitentes, provocam sulcos lineares, dando ao relevo feições dissecadas.

3.1.3 - Clima

O clima da área em estudo apresenta, de modo geral, dois períodos definidos: um mais longo, seco, intercalado por um período pluvial curto, porém esse período úmido não é bem definido sendo irregular, às vezes, nem ocorrendo.

Segundo a classificação de KÖPPEN (1948) o clima que ocorre na área é do tipo BSW'h' (clima muito quente, semi-árido com estação chuvosa atrasando-se para outono). De acordo com BRASIL (1981) apresenta pequenos períodos de chuvas sazonais que o leva a ser semi-árido em vez de árido. A precipitação é escassa e mal distribuída, as temperaturas nunca são inferiores a 24°C e a estação seca pode prolongar-se por até 10 meses, FIGURA 4. A média das máximas varia de 30-31°C em Maio/Junho e 35-36°C em Novembro/Dezembro: a média das mínimas apresentam um declínio em relação as máximas, variando de 18 - 20°C em Junho/Julho, alcançando a máxima em Dezembro/Janeiro. O desvio térmico mais fraco encontra-se no fim da estação chuvosa em Abril/Maio (BRASIL, 1967).

As precipitações médias anuais nos últimos dez anos variaram de 285,6 a 1624,1 mm. As maiores chuvas sempre ocorrem entre os meses de fevereiro e abril, em decorrência da Zona de Convergência Intertropical (ZCIT) e das frentes frias, cuja intensidade está mais elevada neste período, interferindo na formação de grande nebulosidade, segundo FUNCEME (1988).

Observa-se uma maior frequência de chuvas nos meses de Março e Abril, QUADRO 1, decorrentes de uma maior concentração de vapor d'água e por consequente elevada umidade atmosférica ocasionando chuvas abundantes na microregião - 61 conforme FUNCEME (1988). Isso é decorrente de movimentos ascendentes e grande convergência do vapor d'água na baixa troposfera, devido a influência da ZCIT que atua fortemente na atividade convectiva local.

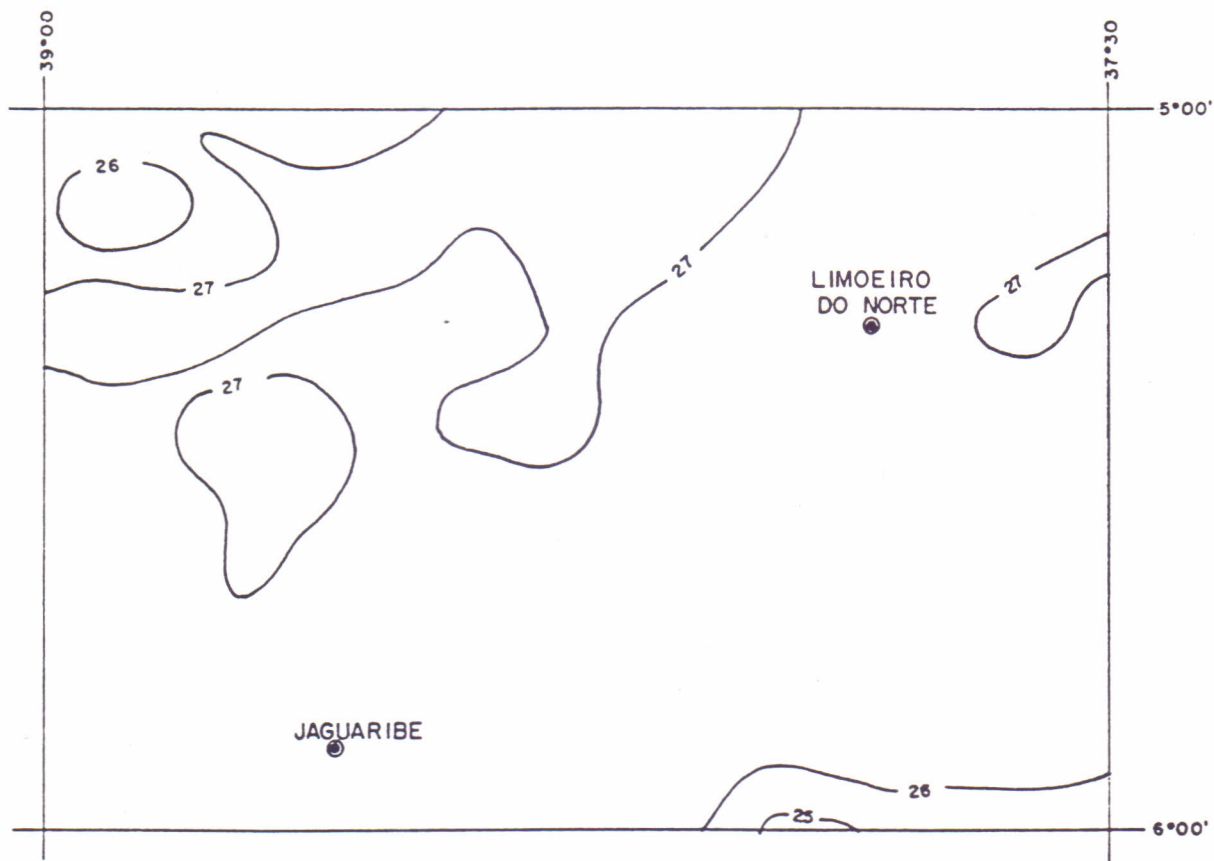


FIGURA 4 - ISOTERMAS DA MÉDIA ANUAL DO BAIXO JAGUARIBE

A baixa precipitação registrada no ano de 1993 está relacionada com anomalias da temperatura da superfície do mar (TSM) no Pacífico Equatorial Leste fazendo com que a ZCIT retorne em direção ao Hemisfério Norte, determinando uma estação chuvosa escassa.

QUADRO 1 - Médias mensais das precipitações ocorridas em Limoeiro do Norte (CE) entre os anos de 1985-1995.

Ano	JAN	FEV	MAR	ABR	MAI	JUN	JUL	AGO	SET	OUT	NOV	DEZ	TOTAL
1985	114.1	382.0	321.2	314.3	159.2	135.2	91.5	13.5	--	--	0.8	92.6	1624.4
1986	73.0	212.4	478.3	232.9	162.0	81.5	5.4	--	--	--	665	58.0	1310.0
1987	88.0	80.7	361.7	98.0	11.0	93.5	2.0	--	--	--	--	--	734.9
1988	48.0	189.4	159.7	242.1	126.1	63.5	--	--	--	--	--	20.2	849.0
1989	85.5	53.0	145.3	448.8	106.4	4.0	34.8	--	--	--	--	112.2	990.0
1990	--	169.5	76.1	75.6	84.7	19.5	--	--	--	--	--	--	425.4
1991	46.2	83.0	133.1	97.0	70.8	--	--	--	--	--	--	--	430.1
1992	200.4	131.9	142.0	69.2	--	34.7	14.0	--	--	--	--	--	592.2
1993	20.7	17.3	98.9	43.0	53.1	30.6	22.0	--	--	--	--	--	285.6
1994	146.9	75.2	178.4	108.6	90.2	62.2	--	--	--	--	--	22.7	684.2
1995	80.6	175.3	193.0	186.0	229.8	30.6	--	--	--	--	--	--	895.3

FONTE: FUNCEME (1996).

3.1.4 - Hidrografia

O regime hidrológico das bacias que compõem o Estado é bastante crítico, já que depende de um regime pluviométrico irregular, tanto a nível mensal quanto anual, da natureza geológica das rochas que é na sua grande maioria cristalina e de um clima megatérmico de alto poder evaporante. A integração dos fatores físicos-climáticos são diretamente responsáveis pelas características extremas do escoamento, ora se evidenciando cheias de grandes proporções, contrapondo-se a períodos de longa escassez (CEARÁ, 1992).

Nos períodos chuvosos, o escoamento ao longo dos canais dos Rios Jaguaribe, Banabuiú e Quixeré, é bastante considerável. Conforme CASTRO, (1987) o total esgotamento das lâminas d'água, após o fim das precipitações, não ocorre na área de estudo, apesar de sua semi-aridez. Tal fato se deve à perenização do Rio Jaguaribe pelas águas do açúde Orós, bem como a construção de três barragens: Pedrinhas, Cabeça Preta e Quixeré e de uma no Rio Banabuiú, barragem de Morada Nova, próximo a cidade de Morada Nova.

O relevo e a natureza franco arenosa de numerosos solos são favoráveis aos escoamentos instantâneos e violentos. Dai as cheias súbitas e violentas sendo sucedidas de escoamento reduzido, pequeno filete d'água, atualmente decorrente de uma válvula dispersora de água colocada no açúde do Orós a montante do rio.

No município conforme, FIGURA 5 estas águas são de grande importância tendo em vista vários projetos de irrigação em atividades e à funcionar, assim como para o consumo humano. Nas lagoas e açúdes são desenvolvidas práticas de criatórios de alevinos que incrementam a renda e a capacidade alimentar do agricultor. Em determinadas áreas às margens dos rios é comum o desenvolvimento comercial turístico com o aproveitamento das águas como polo de lazer.

A política de açudagem adotado nos últimos anos desempenham um importante papel para o desenvolvimento da região e particularmente na vida do agricultor segundo CEARÁ (1992).

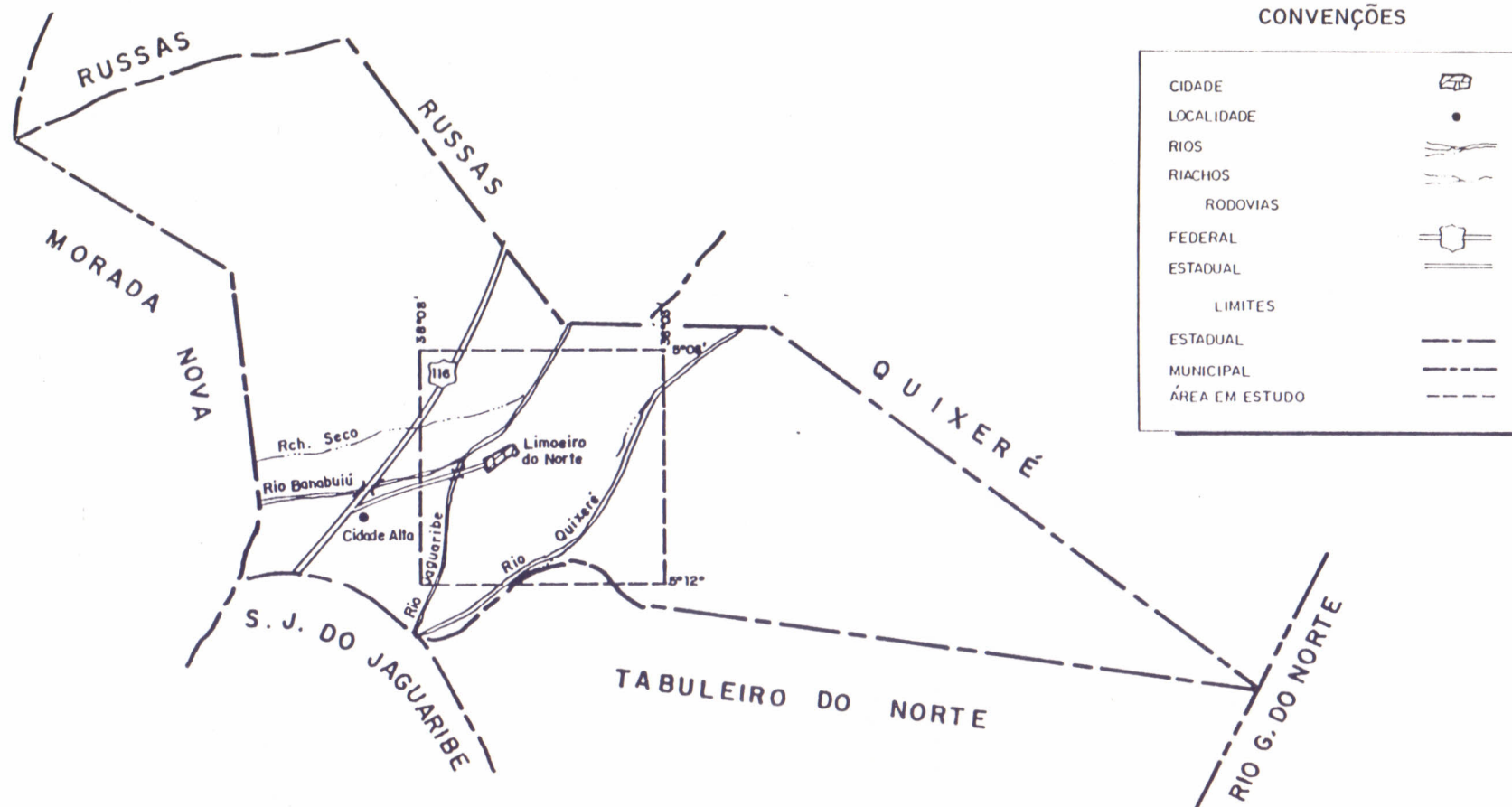


FIGURA 5 - MAPA HIDROGRÁFICO DO MUNICÍPIO DE LIMOEIRO DO NORTE - CE.



ESCALA GRÁFICA

A maior dificuldade para o desenvolvimento da irrigação, e que não permitiu o seu avanço de forma eficiente, foi sempre a questão fundiária. Somente na década de sessenta esta barreira foi enfrentada com o advento do Estatuto da Terra. Só então os “campos de irrigação” do governo saíram da fronteira fundiária para os limites geográficos dos projetos de engenharia (CEARÁ, 1992). Ao lado dos perímetros públicos, que inegavelmente desenvolveram o processo de irrigação na região como detentores de tecnologias, recursos humanos qualificados e serviços de apoio, multiplicaram-se os projetos privados, aproveitando a água disponível no leito dos trechos perenizados dos rios.

Segundo SAMPAIO (1993) no município de Limoeiro do Norte, existem programados seis projetos governamentais utilizando às águas dos Rios Jaguaribe e Banabuiú, ambos atualmente perenizados artificialmente. Destes, são considerados grandes projetos, à saber: “Zona de Transição Norte”, compreendendo 8.795 ha, “Baixo Jaguaribe”, compreendendo 15.000 ha, “Chapada do Apodi” compreendendo 2.500 ha. Está programado um médio projeto abrangendo uma área de 1.480 ha e um pequeno projeto abrangendo uma área de 1600 ha. No momento encontra-se em funcionamento uma pequena parte do mega-projeto “Jaguaribe-Apodi”.

O projeto Jaguaribe-Apodi (obras iniciadas em 1987) encontra-se com sua primeira etapa concluída, compreendendo 32%, de um total de 75.000 ha previstos para irrigar (BARROS, 1996). O projeto quando concluído prevê a instalação do sistema de irrigação por gotejamento em plantio de fruticultura irrigada e expansão da utilização do sistema de irrigação através de pivôs em agricultura anual.

3.1.5 Solos

A situação pedológica no município é semelhante a de outras áreas submetidas as mesmas condições climáticas. A ausência de água em grande parte do ano faz recrudescer o meteorismo físico, em detrimento do químico.

Os solos encontrados no município de Limoeiro do Norte FIGURA 6 estão distribuídos em seis Associações distintas de acordo com JACOMINI et al., (1973): a) Podzólico Vermelho Amarelo + Areias Quartzosas + Regossolos; b) Litossolos + Planossolo Solódico; c) Solos Aluviais + Solos Halomorficos + Vertissolos + Planossolo Solódico; d) Litossolos + Afloramento de Rochas; e) Vertissolos + Bruno Não Cálcico e f) Cambissolos + Latossolo Vermelho Amarelo + Litossolos. Na área em estudo, são encontrados: 1) Associações de Solos Aluviais + Solos Halomorficos + Vertissolos + Planossolo Solódico; 2) Associações de Vertissolos + Bruno Não Cálcico e 3) Cambissolos latossólicos.

A Associação de Solos Aluviais, Solos Halomórficos, Vertissolos e Planossolo Solódico é bastante expressiva. Estes solos não apresentam arranjo definitivo, concentrando-se principalmente os Solos Halomórficos na parte norte da área de estudo. São originados de sedimentos siltosos, arenosos e argilosos (Holoceno). Ocorrem normalmente em áreas cuja precipitação pluviométrica média anual é de 600 a 700 mm com 7 a 8 meses secos. O relevo apresenta-se plano, com altitude média de 100 m. Predomina como vegetação primitiva a floresta ciliar de carnaúba e a caatinga hipoxerófila. A exploração de carnaúbas e a pecuária extensiva, são as principais atividades da área.

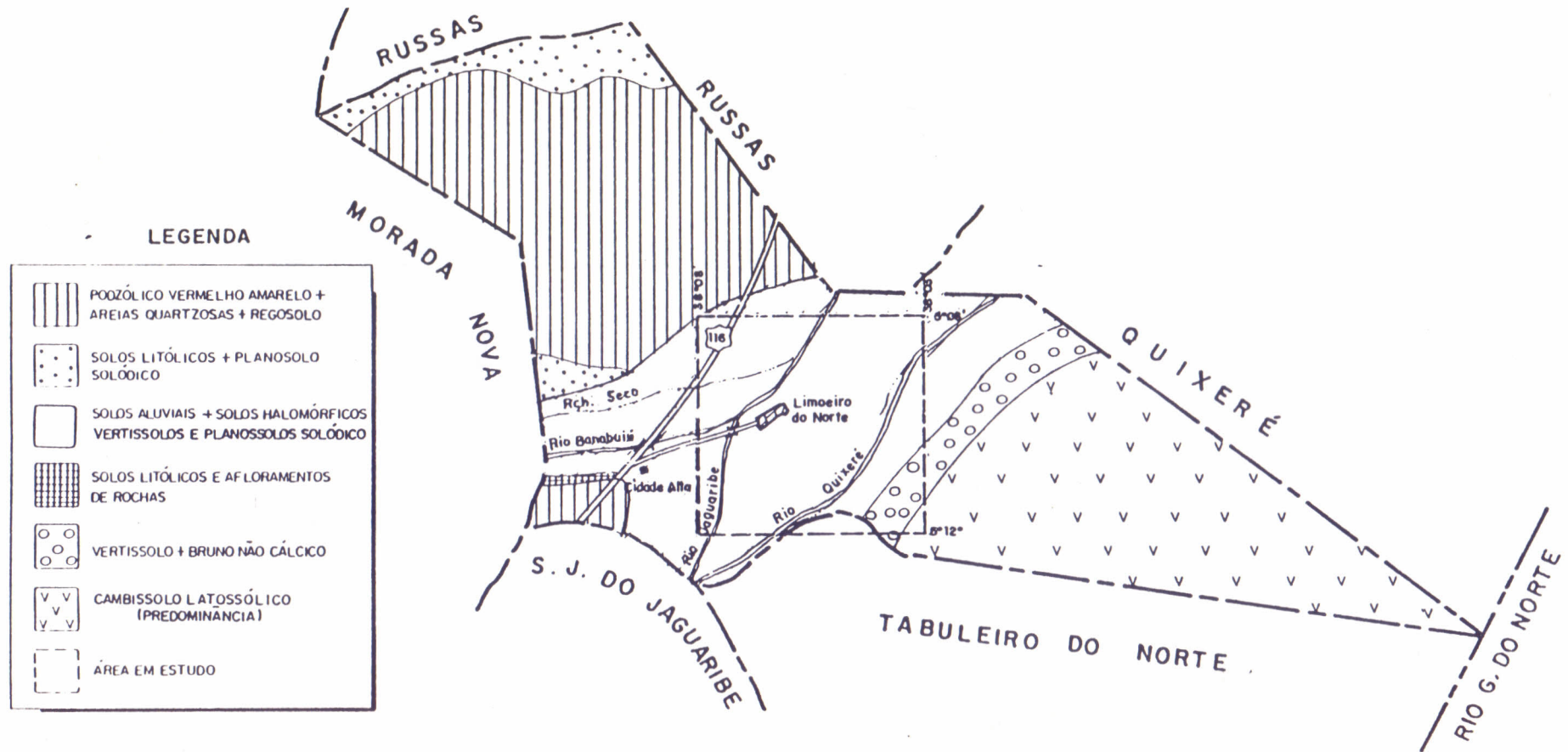


FIGURA 6 - MAPA DE SOLOS DO MUNICÍPIO DE LIMOEIRO DO NORTE - CE.



Nos Solos Aluviais encontram-se as culturas de algodão, milho, feijão e arroz segundo IPLANCE (1995).

A Associação de Vertissolos e Bruno Não Cálcico encontra-se presente na área de estudo. O primeiro componente ocorre indiscriminadamente em áreas rebaixadas estando o segundo, preferencialmente no sopé da *cuesta* do Apodi. Os Vertissolos são desenvolvidos a partir da decomposição dos sedimentos mais argilosos do Holoceno e das rochas da formação Açú, predominando as argilas e folhelhos influenciados pelo calcário. Os Brunos Não Cálcicos apresentam principalmente como material de origem os folhelhos e argilas também influenciados pelo calcário. Ocorrem em áreas cuja precipitação média anual é de 600 - 700 mm, 7 a 8 meses secos. Geralmente o relevo é plano a suave ondulado com altitude média de 50 - 70 m. A vegetação primitiva é a caatinga hiperxerófila com cultivos de milho, feijão, algodão arbóreo e pecuária extensiva de acordo com IPLANCE (1995).

Conforme MOREIRA (1989), os solos situados na Chapada do Apodi são classificados como Cambissolos, apresentando variações no que se refere à profundidade e intergradações para as classes Latossolo e Vertissolo. Os Cambissolos apresentam horizonte B incipiente ou câmbico com sequência de horizontes A, (B) e C, em geral com pouca diferenciação de textura entre os horizontes A e (B). Na área de estudo, estes solos são desenvolvidos a partir de materiais oriundos de decomposição do calcário da Formação Jandaíra, do Grupo Apodi, pertencendo ao período do Cretáceo Superior. Esta Associação é encontrada normalmente em áreas cuja precipitação pluviométrica média anual é de 600 a 700 mm, com 7 a 8 meses secos, o relevo é sempre plano com altitude variando dos 120 a 140 m. Predomina como

vegetação nativa a caatinga hiperxerófila e culturas de subsistência como milho, feijão, e a pecuária extensiva conforme IPLANCE (1995).

3.1.6 Vegetação

Tendo como base o mapa de vegetação do BRASIL (1981), o município é caracterizado pela presença da caatinga que ocorre tanto na Chapada do Apodi, como na planície Aluvial e na Depressão Sertaneja.

Destaca-se na área de estudo os seguintes complexos florísticos: a) Caatinga Arbórea Aberta sem Palmeiras, Caatinga Parque com Palmeiras e as Agriculturas de Culturas Cíclicas FIGURA 7.

Os fatores pedo-climáticos são responsáveis pelas espécies alteradas pois estas tiveram que se ajustarem ao meio adverso, fato observado por VILLAR (1924) ao estudar a adaptabilidade das plantas ao meio.

De acordo com BRASIL (1981) a Caatinga Arbórea Aberta sem Palmeiras, encontra-se nas áreas de maior índice de aridez, a presença de solos mais rasos, resulta em limitação no número de espécies permanecendo somente as mais ajustadas a tais condições ecológicas. Aqui o número de cactácea de menor parte e a caatinga arbórea raquítica estão presentes. Corresponde a formação exclusiva das áreas pediplanadas, compostas de árvores e arbustos de alturas variáveis, espaçadamente distribuídas. Em decorrência da baixa densidade vegetal é denominada de Caatinga Arbórea Aberta.

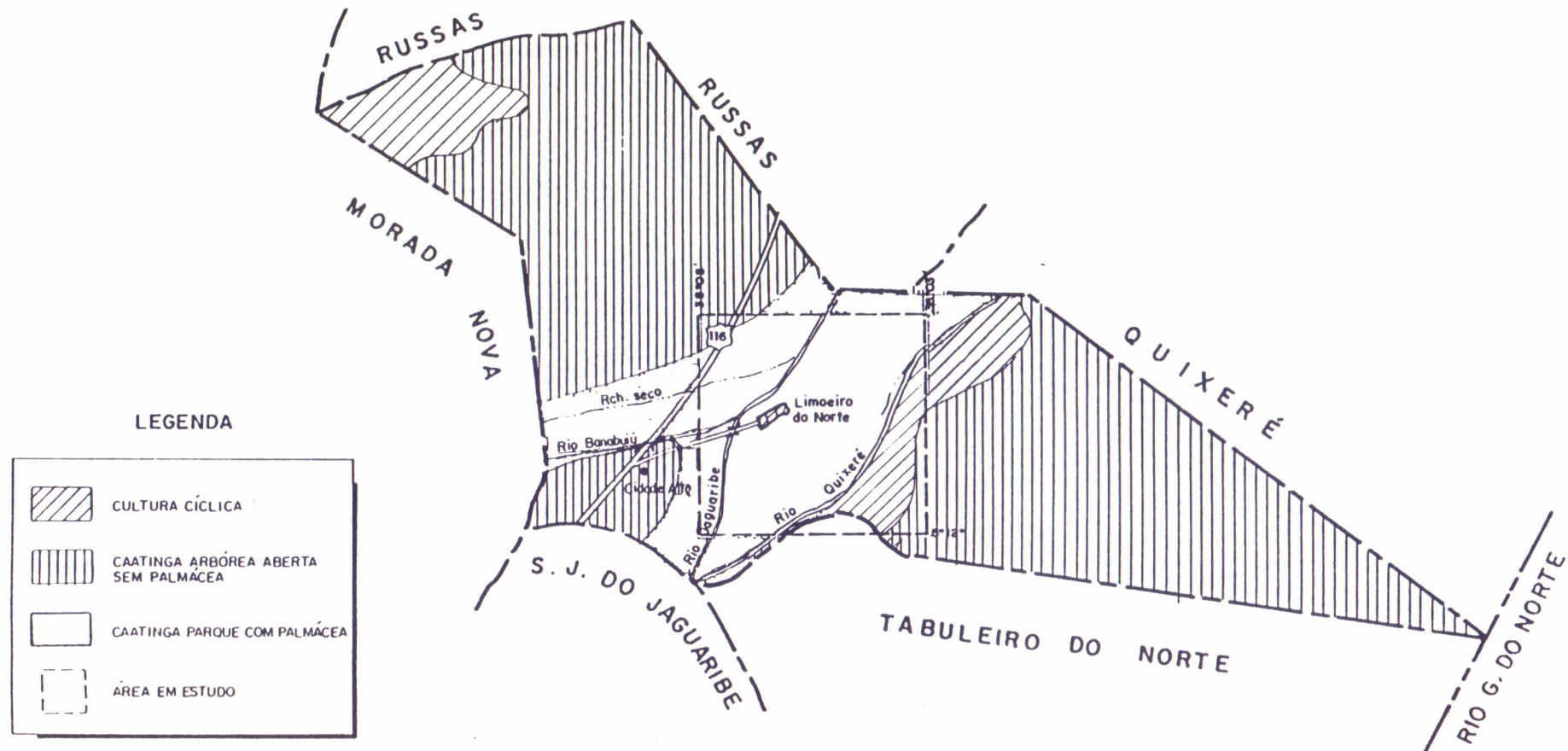


FIGURA 7 - MAPA DE VEGETAÇÃO DO MUNICÍPIO DE LIMOEIRO DO NORTE - CE.



ESCALA GRÁFICA

Observa-se em Limoeiro do Norte a degradação da Caatinga Arbórea Aberta em função da grande intervenção humana e de fatores ecológicos desfavoráveis determinando o aparecimento da Caatinga Arbustiva. A Caatinga Arbustiva, é constituída por vegetais de porte baixo, caules retorcidos e esbranquiçados, podendo de acordo com a densidade, ser de fisionomia arbustiva densa (caatinga hipoxerófila) ou de fisionomia arbustiva aberta (caatinga hiperxerófila) segundo FIGUEIREDO (1983). As espécies florísticas característica na área pesquisada são: Pitia (*Aspidosperma ulei*), Pau de Leite (*Euphorbia phosphorea*), Caroá (*Neoglaziovia variegada*) de acordo com DUQUE (1980).

A Caatinga Parque com Palmeiras compreende as áreas com a carnaúba (*Copernicia Cerífera*). De acordo com BRASIL, (1981) estas áreas são denominadas de Caatinga Parque com Palmeiras, Floresta Ciliar de Carnaúbas ou ainda Parque da Caatinga. Em Limoeiro do Norte este tipo de vegetação é encontrada nos vales dos Rios Jaguaribe, Quixeré e Riacho Seco nas associações de solos Aluviais, Halomórficos, Planossolo Solódico e Vertissolos. As espécies florísticas características da área são: Carnaúba (*Copernicia cerífera*), Oiticica (*Licania rigida*), Jurubeba (*Solarium sp*), Imbú (*Spondias tuberosa*), Pega-pinto (*Boerhacivia sp*), Tiririca (*Cyperus sp*), Fedegoso (*Heliotropium Indicum*), Mulungú (*Erithitina Velutine*), Juazeiro (*Ziziphus Juazeiro*), conforme DUQUE (1980). Durante a implantação do projeto de irrigação de Morada Nova grandes áreas com estas espécies foram devastadas atingindo inclusive Limoeiro do Norte.

A agricultura de cultura cíclica encontra-se presente em todo o Nordeste, a interferência humana desempenha importante papel na fisionomia atual das formações vegetais e, como tal, não é diferente em

Limoeiro do Norte. Na planície aluvial, onde a alta concentração da plantação é fator de destaque, a caatinga associada a floresta de carnaúba está quase que totalmente devastada, em decorrência da intensa utilização dos aluviões nas atividades agropecuárias, principalmente na agricultura de culturas cíclicas. Segundo IPLANCE, (1995) na área de estudo é bastante explorada as culturas cíclicas de milho (*Zea mays*), feijão (*Phaseolos vulgaris*), arroz (*Oryza sativa*) e algodão herbáceo (*Gossypium herbaceum*). A importância dessas culturas não se restringe ao fato de serem produzidas em grande parte nos municípios do Estado mas, principalmente pelo papel socioeconômico que representam. Na área de estudo normalmente são plantadas em consórcio o algodão, o milho e o feijão.

3.2 Fotografias aéreas

Para a realização do trabalho optou-se utilizar fotografias aéreas pancromáticas, escala aproximadamente 1:32.500. O recobrimento aéreo foi realizado em 1988 e as alterações ocorridas na paisagem nestes últimos anos exigiram viagens periódicas à área para as devidas alterações de ordem fisiográfica. As fotografias aéreas foram obtidas no Serviço Aerofotogramétrico Cruzeiro do Sul S.A. As faixas escolhidas para o desenvolvimento do trabalho foram a 7A (fotografias nºs 11 a 17) e 8A (fotografias nºs 12 a 18) da quadrícula 879, folha SB - 24 - X - C - I. MI - 895, Projeto de vôo INCRA ACSA TERF CE-5-1988.

3.3 Cartas e Mapas

Para o presente estudo utilizou-se como base cartográfica:

a. Mapa Exploratório - Reconhecimento de Solos do Estado do Ceará. (BRASIL, 1972).

b. Atlas do Ceará. (IPLANCE, 1995);

c. Mapa Exploratório - Zoneamento Agrícola e Solos do Ceará (CEARÁ, 1988);

d. Mapas Temáticos - Geológico, Geomorfológico, Solos, Vegetação, Capacidade de Uso dos Recursos Naturais Renováveis. (BRASIL, 1981);

e. Mapa do Município de Limoeiro do Norte. (BRASIL, 1988).

Estas referências foram utilizadas plenamente, às vezes com pequenas atualizações em campo, necessárias para o desenvolvimento do trabalho.

3.4 Fotointerpretação e geração dos mapas de uso solo

Seguindo os critérios recomendados por LIMA (1977) orientou-se o trabalho na sequência:

a. Revisão da literatura.

b. Desenvolvimento da fotointerpretação

c. Elaboração dos *overlays*.

d. Propostas de padronagens para fotointerpretação.

Para a fotointerpretação foi estabelecida uma área delimitada pelas coordenadas: 5°06'00" a 5°12'00" Lat.S., e 38°03'00" a 38°08'00" Lat W.gr. Compreendendo uma área de aproximadamente 120 km².

Segundo as recomendações de MARCHETTI & GARCIA (1977) e ANDERSON (1982) realizou-se a marcação dos principais pontos de referência usando lápis dermográfico nas fotos aéreas. Em seguida montou-se os *overlays* e foi iniciada a fotointerpretação.

A fotointerpretação teve início com a marcação das vias de circulação terrestre. Posteriormente marcou-se toda a rede de drenagem registrando-se os rios, riachos, córregos, lagos e açúdes. A partir da plotagem da rede de drenagem nos *overlays* foi possível a marcação das unidades pedológicas. Em seguida delimitou-se as áreas com o uso do solo seguindo os critérios de SANTOS et al. (1981) tomando como referência os aspectos mais proeminentes mostrados pelas fotografias aéreas que podem ser usados, como guia na determinação do uso do solo, à saber:

- tonalidade
- cor
- textura
- forma e dimensão
- sombra
- sítio topográfico
- padrões de vegetação.

O trabalho de fotointerpretação foi facilitado em decorrência da época do ano em que as fotografias foram tiradas, tendo em vista que neste período as nuvens são escassas na região evitando conseqüentemente cobertura do terreno por elas. A ausência de áreas florestais densas com indivíduos de grande porte também favoreceu a

fotointerpretação, pois nenhum pequeno córrego ou pequenas áreas de acúmulo d'água (lagoas, açudes, etc) ficaram sem delimitação.

Foi utilizada na fotointerpretação estereoscópio de bolso da marca D.F. Vasconcelos com distância interpupilar regulável e estereoscópio de espelho marca Wild.

Inicialmente elaborou-se uma chave de interpretação para a caracterização dos vários tipos de uso do solo sem perder a perspectiva da interação dos elementos: imagem fotográfica, período do ano em que a fotografia foi tirada e a região na qual foi realizado o trabalho. A chave apresentada no QUADRO 2 obedeceu aos padrões organizados de fotointerpretação de acordo com VALÉRIO FILHO (1981).

3.5 Rede de drenagem e mapeamento das unidades pedológicas

A rede de drenagem desenvolvida numa região é em grande parte função da relação infiltração/escoamento. Solos com textura grosseira portanto mais arenosos, apresentam maior infiltração em detrimento do escoamento, solos com textura fina relativamente mais argilosos oferecem maior resistência à infiltração, favorecendo o escoamento. De uma maneira geral, baseado na análise qualitativa da rede de drenagem pode-se avaliar a presença de unidades pedológicas diferentes examinando-se as fotografias aéreas.

QUADRO 2. Elementos padrões da chave de interpretação para a classe uso do solo.

Classe	Elementos da Chave de Interpretação			Aspectos Associados
	Textura	Porte	Tonalidade	
C. Anual (La)	Fina e Contínua	Rasteiro a baixo	Cinza claro e escuro	Próximo a carreadores, moradias e canais d'água
C. Perene (Lp)	Granular (fina e média)	Baixo e médio	Cinza médio e escuro	-
Capoeira (Fr)	Fina ou média	Médio	Cinza médio	Telhado uniforme ou desuniforme
Área Urbana Edificada (AU)	Rugosa		Alternância de tons claros	Arranjo espacial das áreas urbanizadas (presença de ruas, asfaltos, casas, prédios, etc.)
Solo Exposto (W)	Lisa		Branco a cinza claro	Forma regular (devido a terraplanagem) e forma irregular (devido a erosão)
Mata Natural (M)	Rugosa e desuniforme		Cinza escuro	Próximo a cursos d'água ou encostas

FONTE: VALÉRIO FILHO (1981)

Deve-se verificar os seguintes parâmetros da rede de drenagem para o mapeamento das unidades pedológicas: a) padrão de drenagem, refere-se ao arranjo espacial dos cursos fluviais, influenciados pela atividade morfogenética da natureza e disposição das camadas rochosas. Os principais padrões são do tipo dendrítico, treliça, retangular, paralelo, radial e anelar. b) grau de integração, refere-se aos diferentes níveis de ligação entre os canais superficiais, se unidos ou interrompidos. O grau de integração oferece meios para se fazer inferência quanto aos aspectos de textura, permeabilidade e grau de erodibilidade dos solos da área. c) densidade de drenagem, refere-se ao espaçamento entre os canais ou ao número de canais por unidade de área. Pode ser de textura grosseira (baixa densidade), média (moderada densidade) e fina (alta densidade). O grau de densidade nos fornece informações da permeabilidade, porosidade, granulometria e erosividade do solo.

Na área de estudo não foram utilizados no exame da rede de drenagem, o grau de uniformidade, o grau de controle, a angularidade e ângulos de junções.

3.6 Geoprocessamento das informações

Desenvolvido pelo INPE (Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais) para o ambiente PC, o SGI (Sistema de Geoprocessamento de Informações) é um sistema de baixo custo, baseado em ambiente PC de 16 bits. Integra análise geográfica, modelagem numérica do terreno e banco de dados (DBASE). Trata-se de um aplicativo amigável,

oferecendo ao usuário as rotinas básicas de entrada de dados, conversão e manipulação.

Para a geração dos mapas da área estudada utilizou-se o Sistema de Tratamento de Imagens (SITIM/SGI) em parceria com a FUNCEME, já que não se dispõe do mesmo na UFC. Sendo assim, será descrita a metodologia aplicada.

Coordenadas: As coordenadas dos pontos de controle foram extraídas da carta topográfica, em escala 1:100.000, BRASIL (1988). Como diretriz geral, foram empregados os pontos relativos a cruzamento de cursos d'água e cruzamento de estradas. Os pontos utilizados e as coordenadas extraídas foram então transferidos para o *overlay* com os dados de uso do solo e classe de solo, para a etapa seguinte.

Criação do projeto: O projeto foi criado no ambiente SGI/INPE, com escala aproximada 1:32.500, projeção UTM, datum Córrego Alegre, de acordo com as especificações extraídas da carta topográfica que serviu de base para cada um dos temas a ser digitalizado, foram criados PI(s) (Plano de Informações) para cada classe: limite da área de estudo, rios perenes, rios intermitentes, canal de irrigação, estradas, uso da terra, solos e grade UTM.

Calibração: Nesta etapa, cada *overlay* foi colocado sobre a mesa digitalizadora e em seguida digitalizados 5 pontos de controle extraídos da carta. Visando assegurar maior precisão, apenas 4 pontos mais precisos da calibração foram utilizados.

Digitalização: Feita a calibração e atendidos os limites de precisão cartográfica, os itens foram digitalizados, cada um em seu respectivo PI.

Ajuste: Ao término da digitalização de cada um dos itens, as linhas pertencentes a cada um destes arquivos foram ajustadas, visando

garantir o fechamento de cada um dos polígonos digitalizados. Isto tem de ser feito para assegurar que o primeiro ponto de um polígono fechado seja exatamente igual ao último ponto deste polígono.

Identificação: O passo seguinte consistiu na identificação de cada um dos polígonos, para que cada classe pudesse ser distinguida visualmente e para gerar o relatório de áreas de cada classe ou item.

Poligonalização: Esta etapa permite que seja criada uma relação de topologia entre todos os polígonos, além de ser uma etapa fundamental para que as áreas (quantitativamente) possam ser obtidas.

Geração dos relatórios de área: Cumpridas todas as etapas anteriores, foram gerados os relatórios de área de uso e solo.

Conversão vetor-varredura: Para que se possa fazer uma tabulação cruzada ou cruzamento entre dois P.I.(s), há necessidade de que estes dados estejam no formato raster ou imagem. Para tanto, os PI(s) de uso da terra e do solo foram convertidos do formato vetorial para o formato raster. Com a intenção de evitar problemas de precisão das áreas, adotou-se uma resolução bastante fina, da ordem de 10 metros. Isto significa que cada elemento de resolução (pixel) da imagem resultante representa uma área de 10 por 10 metros do terreno. Considerando-se uma escala de 1:32.500, isto seria equivalente a uma imagem com 3,25 pontos a cada milímetro.

Conversão de resolução: Para que a etapa de tabulação cruzada possa ser realizada com sucesso, é necessário definir uma área equivalente, ou seja, que os dados de um PI sejam exatamente coincidentes com a área do outro PI. Isto foi feito com esta conversão.

Tabulação cruzada: Finalmente, os dados de cada um dos PI(s) (solo e uso da terra) foram cruzados, gerando um quadro de resultados,

onde pode-se observar quanto de cada classe de uso da terra está contida em cada classe de solo.

Dados finais: Os quadros e mapas apresentados nos anexos demonstram os resultados obtidos pelo geoprocessamento das informações.

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

O estabelecimento do mapeamento em áreas aluviais de Limoeiro do Norte permitiu neste estudo a identificação de novos padrões de fotointerpretação de unidades pedológicas presentes nesta faixa estudada. É óbvio que, este conhecimento vem permitir com significativa precisão identificar áreas com potencialidades agrícolas maiores e áreas marginais, assim como, caracterizar qualitativamente e quantitativamente o uso dos solos. Além disso, o referido estudo propiciará a administração pública subsídios capazes de facilitar o disciplinamento do uso do solo.

A partir da fotointerpretação da área tomando como referência a vegetação, drenagem e uso do solo, baseado nos padrões descritos por VALÉRIO FILHO (1981), foi possível dentro da metodologia empregada a elaboração de mapas temáticos. Ressalta-se que além dos padrões já estabelecidos houve a necessidade de acréscimos dada as peculiaridades da área. Assim sendo, criou-se uma proposta onde novos elementos da chave de interpretação foram ampliados, para melhor identificar e delimitar as classes escolhidas, QUADRO 3 e Anexos.

4.1 Características do uso do solo decorrentes da fotointerpretação

Examinando-se os padrões descritos por VALÉRIO FILHO (1981), e utilizando-os na fotointerpretação da área de estudo, verificou-se a necessidade de se propor uma ampliação no acervo já estabelecido, decorrentes das características especiais da área trabalhada. Assim foi possível a construção do QUADRO 3, onde foram acrescentados aos padrões já conhecidos, algumas referências observadas na área pesquisada.

QUADRO 3 - Uso do solo de Limoeiro do Norte (CE) decorrentes da fotointerpretação

Uso do Solo	Legenda no <i>overlay</i>	Padrões propostos e/ou ampliados
Cultura anual	La	Tonalidade: acrescentar cinza médio. Aspecto Associado: acrescentar proximidades de lagoa, açudes, rios, córregos.
Cultura perene	Lp	Aspectos Associados: acrescentar, presenças de estradas (linhas brancas contínuas), fontes d'água, moradias e áreas associadas a culturas permanentes.
Capoeira rala	Frr	Textura - fina Porte - baixo Tonalidade - cinza claro à médio Aspecto Associado: telhado uniforme e limites irregulares.
Capoeira incipiente	Fri	Textura - média Porte - médio Tonalidade - cinza médio Aspecto Associado: telhado desuniforme, limites irregulares, nas áreas próximas a chapada apresentam erosão.
Capoeira densa	Frd	Textura - média à grossa Porte - médio Tonalidade - cinza médio Aspecto Associado: telhado desuniforme e limite irregular.
Capoeirão	Frc	Textura - média à grossa Porte - médio à alto Tonalidade - cinza médio a escuro Aspecto Associado: telhado desuniforme e limite irregular.
Mata natural	M	Textura - média à grossa Tonalidade - cinza médio à escuro Forma - irregular Aspecto Associado: próximos a cursos d'água

		associados a presença de carnaubais (Mata Ciliar)
Área antropizada	Ap	Textura - fina à média Tonalidade - cinza claro à médio Forma - irregular Aspecto Associado: áreas apresentando nas fotografias aéreas um grande esfacelamento de planos não bem determinados, com estágios de desenvolvimento culturais não muito definidos. Percebe-se pequenas áreas com culturas anuais e perenes com desenvolvimento de capoeira rala
Área urbana edificada	AU	Aspecto Associado: centro de convergência das estradas principais e rodovias.
Solo exposto	W	Tonalidade - branco Forma - irregular Aspecto Associado: geralmente estão ligados aos rios (bancos de areia).
Área inundável	AI	Tonalidade - escura Forma - irregular Aspecto Associado: áreas de baixadas, presença de cursos d'água

Ressalta-se, durante a fotointerpretação e confecção dos *overlays*, a presença de superfícies apresentando grande número de pequenas áreas com diversos usos do solo, não permitindo sua determinação com exatidão. Essas superfícies, mesmo assim, foram mapeadas com partes questionáveis, para posteriormente se fazer um cheque de campo e poder identificá-las. Isso é perfeitamente normal,

considerando-se a escala das fotografias aéreas, bem como o período do ano em que foi executado o aerolevanteamento.

Percebe-se que a classe de uso capoeira foi neste trabalho subdividida em quatro níveis de desenvolvimento. Sua importância na área de estudo está ligada a sua enorme presença em grande extensão. Assim estabeleceu-se as seguintes subdivisões: a) Capoeira rala, formada por vegetação secundária normalmente de porte baixo; b) Capoeira incipiente, formada por vegetação normalmente apresentando porte médio; c) Capoeira densa, formação secundária com presença de vegetação arbustiva de porte médio; d) Capoeirão, formação secundária com presença de vegetação arbustiva ou pequenas formas arbóreas com porte médio a alto.

O geoprocessamento das informações decorrentes da fotointerpretação permitiu a quantificação das classes de uso do solo, conforme a FIGURA 8.

De acordo com estes resultados observamos que em toda a área estudada (aproximadamente 12.003 ha) o uso do solo mais presente corresponde às áreas ocupadas pela capoeira em seus diferentes estágios de desenvolvimento. A capoeira ocupa 4.578,72 ha ou seja, 38,12% da área total estudada.

As áreas antropizadas correspondem a aproximadamente 3.309,22 ha portanto 27,57% da área total. Explica-se, em função do grande número de pequenos lavradores utilizando pequenos lotes, onde são estabelecidas culturas de subsistência. Nesta classe de uso, encontramos áreas em pousios e outras abandonadas ocupada pela capoeira.

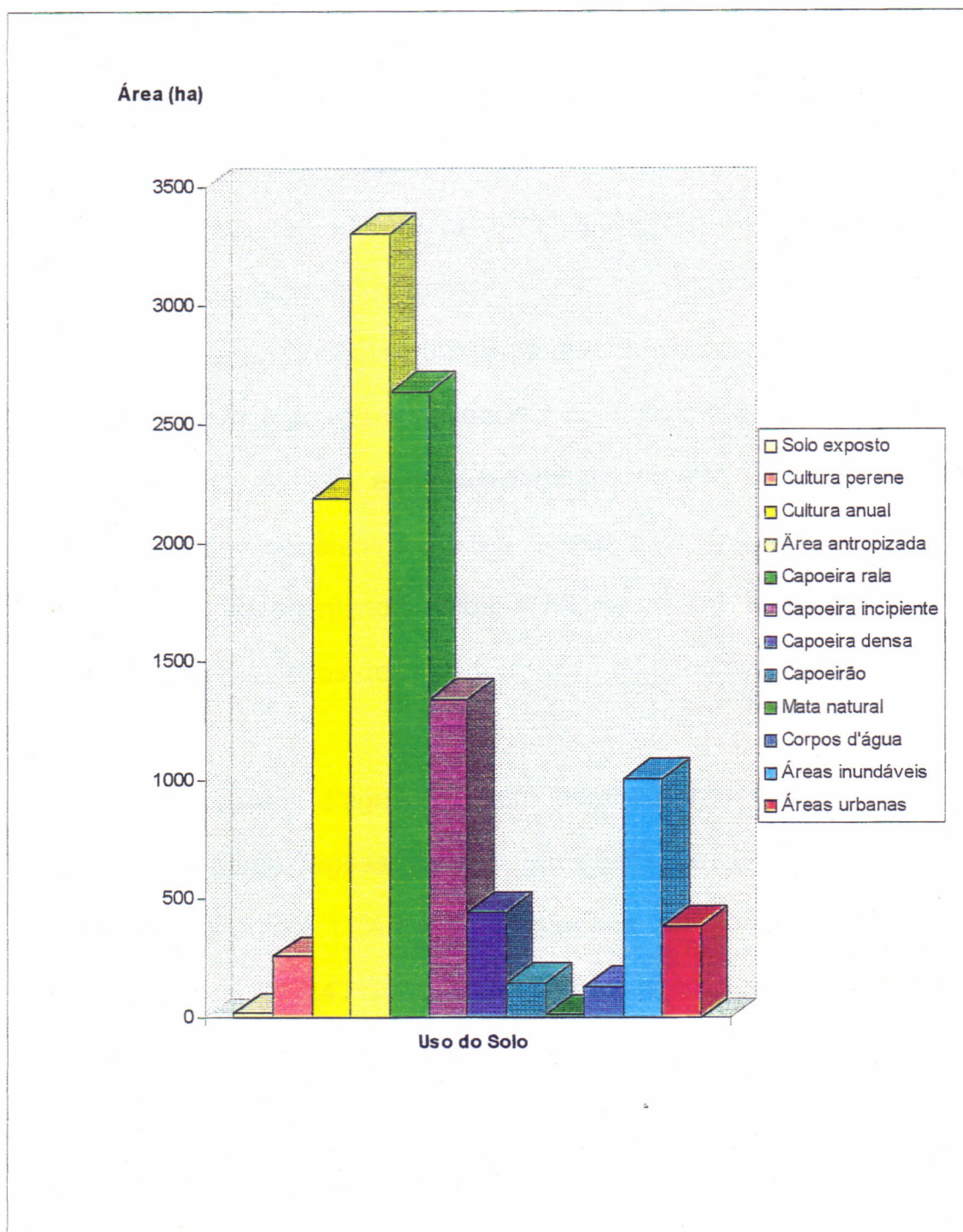


FIGURA 8. Quantificação do uso do solo.

Observa-se que 2451,11 ha, aproximadamente 20,41% da área total é utilizada com culturas anuais e perenes bem definidas na fotointerpretação. Correspondendo a grandes glebas situadas normalmente nas proximidades de cursos d'água e moradias.

A mata natural composta principalmente pela vegetação ciliar de carnaúba encontra-se reduzida a 12,52 ha, aproximadamente 0,10% da área estudada. Sua quase ausência resulta em desproteção natural da rede fluvial facilitando a erodibilidade e a erosividade provocando assim o assoreamento dos rios e inevitavelmente aumento de áreas sujeitas a inundações. Consequência disso é a presença de 19,97 ha ou seja 0,99% da área total apresentando solos expostos. Estes solos normalmente encontram-se nos leitos dos rios formando os bancos de areia ou canais do rio.

Os corpos d'água correspondem aos rios e espelhos d'água diversos tais como: lagoas, açúdes, barragens, tanques, etc., totalizando 133,89 ha portanto 1,11% da área estudada. Tem-se ainda 1012,03 ha correspondente a 8,43% do total de áreas inundáveis, situadas as margens dos rios que percorrem a região.

Através da fotointerpretação identificou-se ainda 385,50 ha ou seja 3,21% da área total, ocupada com construções, correspondendo as cidades de Limoeiro do Norte, Cidade Alta, pequenos povoados e construções isoladas.

4.2 Verificação de campo

Sequenciando os trabalhos de fotointerpretação tornou-se necessária uma averiguação no campo de alguns pontos que suscitaram dúvidas, quando examinadas nas fotografias aéreas. Escolheu-se 10 (dez) pontos para um levantamento de campo e posterior aferição com os padrões fotointerpretativos já consagrados. Os resultados desta avaliação referendou a utilização da padronagem usual e, a nova proposta de ajustamento desta padronagem a situação local.

A seleção dos pontos, FIGURA 9, obedeceu aos seguintes critérios:

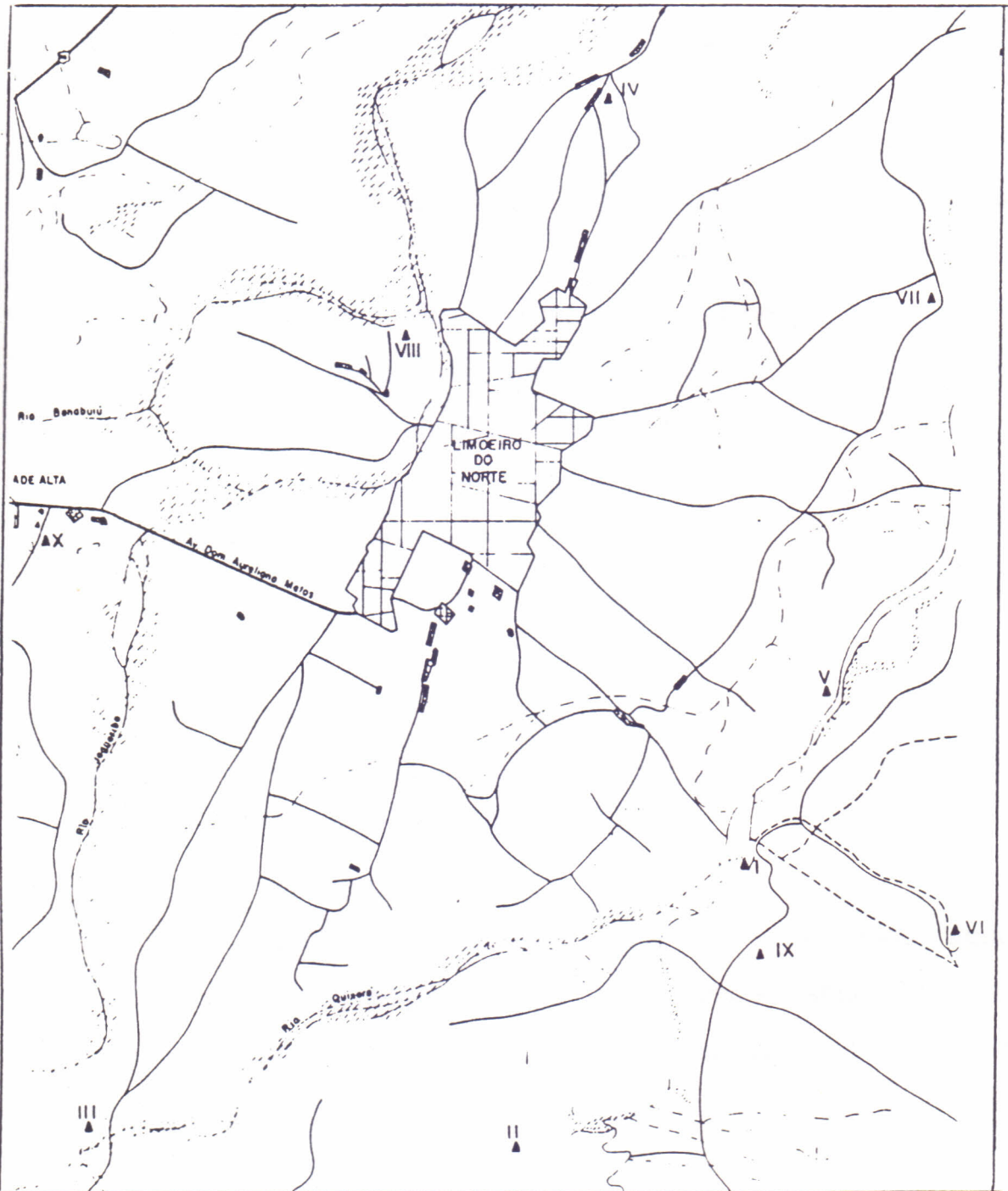
- Dúvidas decorrentes da fotointerpretação;
- Cobertura por nebulosidade em algumas áreas fotointerpretadas;
- Épocas diferentes do ano em que foi executado o aerolevante-mento;
- Áreas não homogêneas dentro de uma mesma unidade pedológica.

Os dados verificados destas observações descreve-se a seguir:

LIMOEIRO DO NORTE

MAPA 2 - HIDROGRAFIA

ESC. 1:32.500



LEGENDA

▲ - LEVANTAMENTO DE CAMPO

FIGURA 9 - LOCALIZAÇÃO DAS ÁREAS DE LEVANTAMENTO

Ponto I - Localidade - Pedrinhas, FIGURA 10.

Fotointerpretação- textura grosseira e pontual (caracteriza a presença de carnaúbas) áreas com culturas anuais (La).

Observações no Campo

a. As margens do rio Quixeré (barragem das Pedrinhas) o solo apresenta-se exposto e nota-se exploração comercial com presença de bares e palhoças.

b. Presença de Capoeira rala (Frr) e carnaúbas.

c. Construção de uma subestação de bombeamento d'água como parte das obras do projeto Agrícola "Chapada do Apodi-Jaguribe".

d. Pequenas áreas com plantações de milho e feijão irrigados.

e. Afloramento de rochas.

Ponto II - Localidade - Córrego dos Bodes, FIGURAS 11 e 12.

Fotointerpretação - A fotografia aérea mostra grande área na circunvizinhança da Lagoa Salina apresentando uma tonalidade clara em contraste com o tom escuro a médio dominante.

Observação no campo

a. A lagoa Salina apresenta grande recuo de sua lâmina d'água devido a ausência de precipitações, em consequência grande exposição de Vertissolos (mancha clara nas fotografias aéreas) do que seria o fundo da lagoa.

b. Presença de pastagens naturais e criação de caprinos e bovinos na área.

c. Presença de grandes áreas florestadas por vegetação ciliar de carnaúbas às margens do rio Quixeré.

d. As margens do rio, tem-se áreas irrigadas por aspersão culturas anuais de milho e feijão.



FIGURA 10. Distrito Pedrinhas, Limoeiro do Norte - CE
Observa-se parte do espelho d'água represada pela barragem das Pedrinhas e a vegetação natural.



FIGURA 11. Distrito Córrego dos Bodes, limite entre Limoeiro do Norte - CE e Tabuleiro do Norte - CE
Pastagens naturais, grande recúo da lagoa Salina e ao fundo vegetação ciliar de carnaúbas.

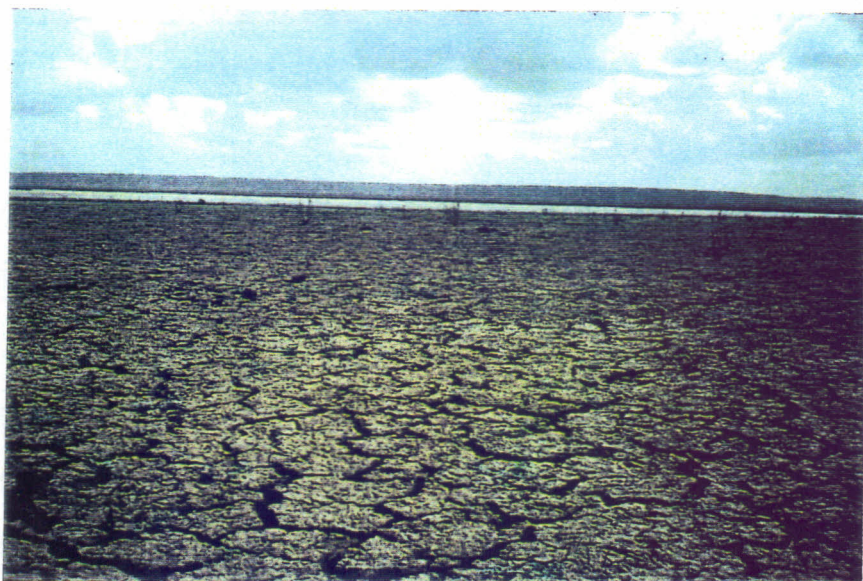


FIGURA 12. Distrito Córrego dos Bodes, limite entre Limoeiro do Norte - CE e Tabuleiro do Norte -CE.

Leito seco da lagoa Salina e exposição dos Vertissolos.

PONTO III - Localidade - Córrego de Areia, FIGURA 13.

Fotointerpretação - Área apresentando tonalidade cinza média a escura, textura média com exposição de solos às margens do rio Quixeré assim como bancos de areias.

Observações no Campo

- a. As margens do Rio Quixeré observamos áreas com capoeira densa (Frd) e capoeira rala (Frr), o que justifica plenamente a tonalidade e o tipo de textura observado nas fotografias aéreas.
- b. Observou-se áreas utilizadas com cultivo e áreas em pousios.

PONTO IV - Localidade - São Raimundo, FIGURA 14.

Fotointerpretação - observou-se pequeno povoado e estradas, através do traçado, característico de urbanização. Culturas anuais (tonalidade cinza média a clara) em xadrez e a presença de áreas com capoeira (tonalidade cinza média e textura fina a média).

Observações de Campo

- a. Plantações de gramíneas (sorgo) e áreas com culturas anuais (La) irrigadas.
- b. Culturas de pomares, (laranjeiras, limoeiros e bananeiras) em várias propriedades foram observadas.
- c. Presença da mata ciliar de carnaúba às margens dos Rios Jaguaribe e Quixeré.

PONTO V - Localidade - Barragem da Cabeça Preta, FIGURA 15.

Fotointerpretação - Apresenta tonalidade cinza médio a clara, textura fina à média, vegetação do tipo capoeira rala (Frr) e incipiente (Fri). Presença de estrada e plantio de culturas anuais (La).



FIGURA 13. Distrito Córrego de Areia, Limoeiro do Norte - CE.
Em primeiro plano o rio Quixeré e ao fundo vegetação nativa.



FIGURA 14. Povoado São Raimundo, Limoeiro do Norte - CE.
Áreas irrigadas ocupadas com culturas anuais e em primeiro plano plantações de gramíneas.

Observações de Campo

- a - Presença da mata ciliar de carnaúba.
- b - Áreas com agricultura irrigada com culturas de milho e feijão
- c - Áreas com pastagens naturais com criação de caprinos e bovinos.
- d - Às margens do Rio Quixeré presença de vegetação de porte expressivo principalmente oiticica e carnaúba.
- e - Áreas descontínuas com a presença da capoeira rala (Frr).

PONTO VI - Localidade - Chapada do Apodi, FIGURA 16.

Fotointerpretação - A análise das fotografias aéreas apresenta extensas áreas irrigadas com utilização de pivôs, com a presença de canais de irrigação. Plantio de culturas anuais irrigada e de capoeira rala (Frr) nas áreas adjacentes. Nota-se sulcos de erosão nas vertentes da chapada.

Observações de Campo

- a. Uso de irrigação por aspersão (pivô central) em áreas de plantio de milho e tomate.
- b. Observou-se nas áreas não irrigadas a presença da caatinga incipiente (Fri).

PONTO VII - Localidade - Distrito da Várzea do Cobre, FIGURA 17 e 18.

Fotointerpretação - Presença de capoeira rala (tonalidade cinza clara à média e textura fina) e carnaúba (tonalidade cinza média a escura, textura média, desuniforme), presença de estradas e culturas anuais.



FIGURA 15. Barragem de Cabeça Preta, Limoeiro do Norte - CE.
Presença de solos expostos as margens do rio Quixeré e ao fundo a mata ciliar de carnaúba.



FIGURA 16. Projeto de irrigação Jaguaribe-Apodi, Limoeiro do Norte - CE.
Áreas irrigadas ocupadas com culturas anuais.



FIGURA 17. Distrito Várzea do Cobre, Limoeiro do Norte - CE.

Em primeiro plano tem-se a presença da caatinga hiperxerófila e ao fundo remanescentes da mata ciliar de carnaúbas.



FIGURA 18. Distrito Várzea do Cobre, Limoeiro do Norte - CE.

Forte presença de solos vérticos.

Observações de Campo

- a. Abundante presença de carnaúbas, assim como da caatinga hiperxerófila densa (Frd).
- b. Presença de solos vérticos, rico em argilas do tipo 2:1, produzindo no solo quando seco um grande fendilhamento.
- c. Não foi observado a presença de culturas anuais.

PONTO VIII - Localidade -Bairro da Ilha, FIGURA 19.

Fotointerpretação - As fotografias aéreas apresentaram quadriculados com tonalidade variando de cinza média a escura e textura fina e contínua característico da presença de culturas anuais. Observou-se estradas e um pequeno povoado.

Observações de Campo

- a. Áreas irrigadas com plantio de cebolinhas e coentro.
- b. Grandes áreas utilizadas com cultura de sequeiro principalmente milho, feijão e mandioca.
- c. Presença da vegetação da caatinga hiperxerófila densa (Frd).
- d. Presença de mata ciliar de carnaúba próxima as margens do Rio Jaguaribe.

PONTO IX - Localidade - Distrito do Pontal, FIGURA 20.

Fotointerpretação - Vegetação predominante de capoeira rala (Frr) e incipiente (Fri). As fotografias aéreas não possibilitaram a identificação de cursos d'água.

Observações de Campo

- a. Presença da caatinga hiperxerófila (Frr).
- b. Devido a presença da caatinga aberta, os solos descobertos apresentavam grande aridez.



FIGURA 19. Bairro da Ilha, Limoeiro do Norte - CE.
Mata ciliar de carnaúbas.



FIGURA 20. Distrito do Pontal, Limoeiro do Norte - CE.
No primeiro plano observa-se a presença de solos expostos e ao fundo a caatinga hiperxerófila.

PONTO X - Localidade - Lagoa do Pau do Monte, FIGURA 21.

Fotointerpretação - Na época da tomada das fotos a lagoa estava com alta carga d'água e ao seu redor, percebe-se a presença de culturas anuais. Vegetação natural composta de capoeira rala (Frr) e incipiente (Fri). Povoado denominado "Cidade Alta" nas proximidades da lagoa.

Observações de Campo

a. A lagoa encontrava-se praticamente sem água, com máquinas trabalhando em parte de seu leito na construção de uma pequena represa.

b. Áreas de plantio abandonadas em decorrência da deficiência hídrica apresentada pela lagoa.

c. Presença de caatinga rala (Frr).

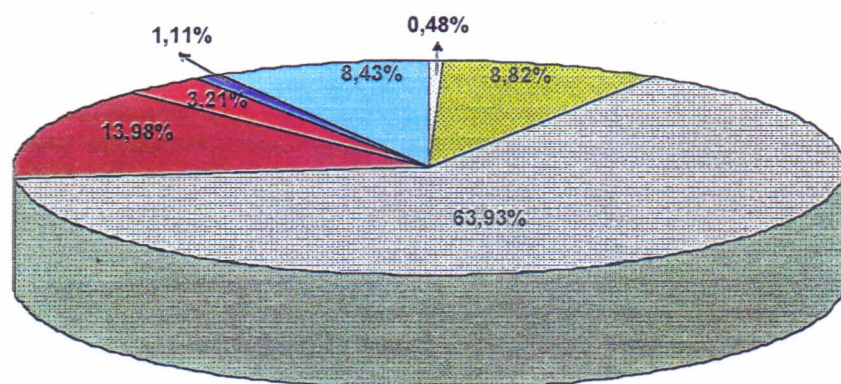
4.3 Características quantitativas das unidades pedológicas e uso do solo.

Na área estudada, verificou-se através da fotointerpretação a presença de quatro unidades pedológicas bem delimitadas (Anexos: Mapa das Unidades Pedológicas). Utilizou-se para a identificação dessas unidades a rede de drenagem, o mapa de Solos do Projeto BRASIL (1981) e o Atlas do Ceará (IPLANCE, 1995). Concluída a fotointerpretação, as unidades pedológicas identificadas foram digitalizadas e quantificadas gerando as informações contidas na FIGURA 22.



FIGURA 21. Lagoa do Pau do Monte, Bairro Cidade Alta, Limoeiro do Norte - CE.

Observa-se em primeiro plano solos expostos e ao fundo a capoeira incipiente.



- Cambissolo latossólico (predominância)
- Ass. Vertissolos e Bruno não Cálcio
- Ass. Solos Aluvias e Solos Halomófico
- Ass. Vertissolos e Planossolos Solódico
- Áreas Urbanizadas
- Corpos d'água
- Área Inundável

FIGURA 22. Quantificação das Unidades Pedológicas e outros usos do solo.

A fotointerpretação correspondendo a área estudada da Chapada do Apodi permitiu a identificação de uma rede de drenagem imperfeita, apresentando uma textura grosseira característica de baixa densidade dos cursos d'água. Consultando os mapas de solos auxiliares verificou-se nesta área a presença de Cambissolos latossólicos (dominância), onde a área compreendida por esta unidade pedológica corresponde a 58,20 ha ou aproximadamente a 0,48% da área pesquisada.

Na transição entre a Chapada do Apodi e o vale aluvial foi possível pela fotointerpretação a observação de uma rede de drenagem paralela. Vários cursos d'água que correm mais ou menos paralelo, situados em extrato geológico uniformemente inclinados. Examinando os mapas de solo auxiliares constata-se a presença da Associação de Vertissolos e Bruno Não Cálcicos. Na FIGURA 22 pode-se perceber que a área ocupada por esta unidade pedológica corresponde a 1.059,63 ha ou seja aproximadamente a 8,82% da área de estudo.

Observou-se em quase todo o vale aluvial uma rede de drenagem anastomozada. Este modelo é uma modificação da drenagem dendrítica, típica de planícies aluviais onde os cursos d'água se encontram entrelaçados com meandros, lagos formados por braços mortos de rios, etc. Consultando os mapas de solos auxiliares foi constatada a presença da Associação de Solos Aluviais e Halomórficos. Esta unidade pedológica corresponde a 7.674,58 ha, portanto 63,93% da área total estimada. Verifica-se a importância do vale aluvial na área de estudo por sua representatividade, assim como pela riqueza de sedimentos que possui fomentando o desenvolvimento de culturas anuais e perenes.

Constatou-se ainda através da fotointerpretação uma rede de drenagem dendrítica a nordeste da sede municipal, Este padrão é caracterizado por ramificações irregulares dos cursos d'água em todas as direções, com os afluentes formando variados ângulos de união com o curso principal. Verificou-se a presença da Associação de Vertissolos e Planossolos Solódico, correspondendo a 1.679,18 ha ou seja 13,98% da área de estudo, fazendo parte do vale aluvial.

Finalmente quantificou-se as áreas urbanizadas, compreendendo 385,50 ha ou aproximadamente 3,21% da área total. Os corpos d'água corresponderam a 133,89 ha ou 1,11% da área estudada. As áreas inundáveis corresponderam 1.012,03 ha ou 8,43% da área total.

4.4 Comparativo das informações de uso do solo e classe de solo

A análise comparativa do uso do solo e associações pedológicas, QUADRO 4, foram geradas através do Sistema de Informações Geográficas e apresentada no Anexo: Mapa do uso do solo.

Ressalta-se na área estudada os Cambissolos latossólicos localizados na Chapada do Apodi, compreendendo 58,20 ha. Observa-se a partir dos dados gerados pelo SIG que 56,95 ha ou seja aproximadamente 97,83% da área encontra-se ocupada pela capoeira rala. Somente na área irrigada compreendida pelo projeto Jaguaribe-Apodi verifica-se presença de culturas anuais ocupando 1,25 ha ou 2,14% da área desta unidade pedológica. A deficiência hídrica é o fator limitante mais importante na Chapada do Apodi restinjindo as culturas somente as áreas irrigadas.

QUADRO 4. Comparativo das informações de uso do solo e Associações pedológicas.

Associações Pedológicas	Uso do solo (legenda)	Área (ha)	% aproximado
Cambissolos latossólicos (dominância)	La	1,25	2,14
	Frr	56,95	97,83
	Sub-total	58,20	100,00
Associação de Vertissolos e Bruno Não Cálcico	W	12,00	1,13
	La	147,80	13,94
	Ap	119,40	11,26
	Frr	582,81	54,99
	Frd	61,57	5,81
	Fri	136,05	12,83
Sub-total		1.059,63	100,00
Associação de Solo Aluvial e Solo Halomórfico	W	87,86	1,14
	Lp	250,45	3,26
	La	2.008,83	26,17
	Ap	2.756,76	35,92
	Frr	1.053,21	13,72
	Frd	179,33	2,33
	Fri	1.179,28	15,36
	Frc	146,34	1,90
	M	12,52	0,16
Sub-total		7.674,58	100,00
Associação de Vertissolos e Planossolo Solódico	W	20,11	1,19
	Lp	8,77	0,52
	La	34,00	2,02
	Ap	433,10	25,79
	Frr	949,91	56,56
	Frd	203,71	12,13
	Fri	29,58	1,76
Sub-total		1.679,18	100,00
Corpos d'água	CA	133,89	100,00
Área Inundada	AI	1.012,03	100,00
Área Urbanizada	AU	385,50	100,00
Total		1.2003,01	100,00

Observa-se na Associação Vertissolos e Bruno Não Cálculo presença significativa da capoeira nas diversas fases de desenvolvimento, ocupando 780,43 ha ou seja aproximadamente 73,63% da unidade pedológica. As áreas com cultivos compreendem as com culturas anuais totalizando 147,80 ha e áreas antropizadas ocupando 119,40 ha correspondendo a aproximadamente 25,20% da área desta associação. Os solos vérticos por possuírem uma baixa permeabilidade estão mais sujeitos a ação erosiva da água, assim verifica-se presença de solos erodidos e expostos por remoção da cobertura vegetal compreendendo 12,00 ha ou seja 1,13% desta área.

A Associação de Solo Aluvial e Solo Halomórfico ocupa 7.674,58 ha, aproximadamente 63,93% da área estudada. Verifica-se que o plantio de culturas perenes e anuais ocupam uma área de 2.259,29 ha, cultura não discriminada correspondente as áreas antropizadas ocupam uma área de 2.756,76 ha, compreendendo aproximadamente 65,35% da área da associação. A tendência natural do vale aluvial para cultivos, é decorrente do nível de umidade do solo mais elevado e de sedimentos trazidos pelos rios Jaguaribe, Banabuiú e Quixeré, acumulados ao longo do vale. A remoção da mata nativa para exploração comercial e substituição por culturas intensivas, tornou-a pouco representativa, ocupando apenas 12,52 ha, aproximadamente 0,16% da área desta unidade pedológica. Os solos expostos ocupam 87,86 ha, aproximadamente 1,14% desta unidade, estão associados as limpas periódicas do terreno para plantio, ao assoreamento e as formações de bancos de areia nos leitos dos rios Banabuiú, Jaguaribe e Quixeré. A capoeira ocupa 2.558,17 ha, aproximadamente 33,31% da unidade.

A Associação de Vertissolos e Planossolo Solódico compreende 1.679,18 ha, ou seja 13,98% da área estudada. Observa-se

o predomínio da capoeira nesta faixa de estudo ocupando 1.183,20 ha, correspondendo a aproximadamente 70,45% da área desta Associação. As áreas com culturas perenes e anuais correspondem a 42,77 ha e com culturas não discriminadas, que correspondem as áreas antropizadas, a 433,10 ha, portanto toda a área produtiva ocupa aproximadamente 28,33% da unidade pedológica. A rede de drenagem abundante, a remoção da cobertura vegetal nativa e as características vérticas da associação acentuam a exposição dos solos a ação erosiva. Verificou-se que 20,11 ha ou seja aproximadamente 1,19% da área desta associação apresenta solos expostos.

Ressaltou-se em toda a área pesquisada a presença de corpos d'água (rios, lagos e lagôas) ocupando 133,89 ha, áreas inundadas ocupando 1.012,03 ha e áreas urbanizadas ocupando 385,50 ha.

5 CONCLUSÕES

Com base no material e métodos utilizados, resultados obtidos e discutidos, chegou-se as seguintes conclusões:

1. A proposta de acréscimos aos padrões de fotointerpretação já conhecidos facilitou melhor o reconhecimento e identificação da área de estudo, através das fotografias aéreas pancromáticas.

2. A interação comparativa do uso do solo e classe de solo indicou:
 - As áreas produtivas com agricultura perene e anual mais expressivas encontram-se na Associação dos Solos Aluviais e Solos Halomórficos, em razão do elevado teor de umidade dos solos e maiores níveis de sedimentos trazidos pelos rios.
 - A mata nativa, praticamente diziminada, é encontrada somente no vale aluvial compreendendo aproximadamente 0,16% da área pesquisada. É constituída principalmente pela carnaúba (*Copernicia cerífera*), Oiticica (*Licania rigida*), Ingazeira (*Inga sp*) e outros tipos vegetais.
 - Nas Associações em que ocorrem presenças de solos vérticos, as espécies que compõem a capoeira encontram-se ocupando a maior parte das áreas. Isso decorre em função de uma tolerância maior que esta vegetação possui a nível de umidade baixa e solos mais argilosos.
 - Uma grande área com 1.012,03 ha, aproximadamente 8,43% da área total estudada encontra-se inundada na maior parte do ano. Isso está

associado aos rios Banabuiú, Jaguaribe e Quixeré que serpenteiam estas vazantes inundando-as.

3. Estudos semelhantes devem ser conduzidos afim de produzirem mais padrões e parâmetros para identificação e distinção do uso do solo.
4. Os mapas temáticos (Vegetação, Drenagem e Unidades Pedológicas) gerados, servirão para subsidiar futuros planejamentos na área estudada.

6 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AMARAL, A. Z.; AUDI, R. Fotopedologia. In: MONIZ, A. C. (Coord.) **Elementos de pedologia**. São Paulo, Polígono / Ed. da Universidade de São Paulo, 1972. 459p. p.429-441.
- ANDERSON, Paul S. **Fundamentos para fotointerpretação** Rio de Janeiro, Sociedade Brasileira de Cartografia, 1982.
- BARR, D.J.; MILES, R.D. Imagem and site selectium. **Photogr. Eng.**, 36: 1155-1170, 1970.
- BARROS, P. Projeto de irrigação Jaguaribe-Apodi um exemplo de desperdício de dinheiro público. **O Povo**. Fortaleza: 8 jul. 1996. Caderno cidade E, p. 2-3, c. 1-8.
- BELLINAZZI JUNIOR, R. et al. **Manual para levantamento utilitário do meio físico e classificação de terras no sistema de capacidade de uso**. Campinas: Sociedade Brasileira de Ciências do Solo, 1983. 175p.
- BITTENCOURT, I. Elementos de aerofotogrametria. In: MONIZ, A.C. (Coord.) **Elementos de pelologia**. São Paulo, Polígono / Ed. da Universidade de São Paulo, 1972. 459p. p. 409-427.
- BRASIL. Ministério da Agricultura. Departamento Nacional de Pesquisa Agropecuária. Divisão de Pesquisa Pedológica. **Mapa Exploratório - Reconhecimento de solos do Estado do Ceará**. SUDENE, 1972. (Escala 1:600.000).
- BRASIL. Ministério do Exército. Departamento de Engenharia e Comunicação. Diretoria de Serviço Gráfico. **Região Nordeste do Brasil**. Limoeiro do Norte: SUDENE, 1988. f. SB24-x-c-11 (Escala 1:100.000).
- BRASIL. Ministério do Interior. SUDENE. Departamento de Recursos Naturais. / França. Ministère des Affaires Economiques. Association pour L'Organisation des Messions de Cooperation Technique / Grupo de Estudo do Vale do Jaguaribe. **Estudo geral de base do vale do Jaguaribe**: apresentação e síntese. Recife, 1967. v.1.

- BRASIL. Ministério das Minas e Energia. Departamento Nacional de Produção Mineral. **Projeto RADAMBRASIL: Folhas SB 24/25.** Jaguaribe / Natal. Rio de Janeiro, 1981.748p. (Levantamento de Recursos Minerais, v.23.).
- BURINGH, P. The Applications of aerial photograph; in soil surveys. In: AMERICAN SOCIETY OF PHOTOGRAMMETRY. **Manual of photographie interpretation.** Washington, 1960. p. 663-666.
- CASTRO, Y. **Caracterização das unidades geoambientais do município de Limoeiro do Norte-Ceará.** Crato, Ceará, Faculdade de Filosofia do Crato, 1987. 210p. (Pós-Graduação "Lato-Sensu" em nível de especialização.).
- CEARÁ. Secretaria de Agricultura e reforma Agrária. **Zoneamento Agrícola.** SEARA/BNB, 1988. 67p.
- CEARÁ. Secretaria dos Recursos Hídricos. **Plano estadual dos recursos hídricos: estudos de base,** Fortaleza, SRH, 1992. 4v.p.465-472
- CHIARINI, J.V. Classificação das terras de acordo com a sua capacidade de uso. In: MONIZ, A.C. (Coord.). **Elementos de Pedologia.** São Paulo: Polígono / Ed. da Universidade de São Paulo, 1972. 459p. p. 443-449.
- DUQUE, G. **Solo e água no polígono das secas.** 5.ed. Mossoró, Escola Superior de Agricultura de Mossoró / Fundação Guimarães Duque, 1980. (Coleção Mossoroense, v.CX LII).
- FIGUEIREDO, M.A. **A Região dos Inhamuns - CE.** No domínio das caatingas. Mossoró - RN: Mossoroense, 1983. 34p. (Coleção Mossoroense, 411). 34p.
- FROST, R.E. et al. Photointerpretation of soils. In: AMERICAN SOCIETY OF PHOTOGRAMMETRY. **Manual of photographie interpretation.** Washington, 1960. p. 343-402.
- FUNCEME. Secretaria de Recursos Hídricos. **Boletim de monitoramento climático,** Fortaleza, (40): 14-18, 1988.
- GARCIA, E.J.; NORTON, L.D. & ESPÍNDOLA, C.R. Fotointerpretação comparativa de fotografias pancromaticas, imagens de radar e de satélite. **Revista Científica,** 9(1): 37-43, 1981.
- GOOSEN, D. Interpretacion de fotos aereas y su importancia en levantamento de suelos. **Boletim sobre suelos - FAO,** 6: 5-31, 1968.

- IBGE. **Censo demográfico**. Rio de Janeiro, IBGE, 1991. (Recensamento geral do Brasil 1991, v.11.).
- IPLANCE. Atlas do Ceará. Fortaleza, 1995. 64p.
- JACOMINI, P.K.T.; ALMEIDA, J.C. & MEDEIROS, L.A.R. **Levantamento exploratório-reconhecimento de solos do Estado do Ceará**. Recife: MA/DNPEA - SUDENE/DRN, 1973. 2v. (Boletim Técnico, 28 - Série Pedologia, 16).
- KAZMIERCZAK, M.L.; ESCADA, M.I. Geoprocessamento. In: CURSO DE GEOPROCESSAMENTO, 1995, Fortaleza. **Apostila...**Fortaleza, Fundação Cearense de Meteorologia, 1995.
- KEGEL, W. Contribuição ao estudo da Bacia Costeira do Rio Grande do Norte. **B. Div. Ged. Mineral**, Rio de Janeiro, (170): 1-52, 1957.
- KÖPPEN, W. **Climatología con un estudio de los climas de la tierra**. México, Fondo de Cultura Económica, 1948. 478p.
- KREIDER, W.L.; ANDERY, P.A. Geologia da Costa do Nordeste; relatório de 1949. Rio de Janeiro, Conselho Nacional do Petróleo, 1950. p. 36-90.
- LEPSCH, I.F. O inventário de solos com base ao planejamento racional do uso da terra. In: ENCONTRO DA TERRA NA REGIÃO DE PARANAPANEMA, 1984, São Paulo. **Anais...**Campinas: Fundação Cargill, 1984. p. 1-42.
- LIMA, F.A.M. **Fotopedologia**. Fortaleza, UFC/CCA, 1973. v.1.
- LIMA, F.A.M.; FRANÇA, G.V. Fotointerpretação das praias do município de Fortaleza, Ceará, Brasil. **R. Ciên. Agron.**, Fortaleza, 7 (1-2): 45-48, 1977.
- MARCHETTI, D.A.B.; GARCIA G. J. **Princípios de fotogrametria e fotointerpretação**. São Paulo, NOBEL, 1977. p. 173-178.
- MOREIRA, E.G.S. **Taxonomia e classificação com fins de irrigação dos Cambissolos da Chapada do Apodi**; UFC, 1989; 58p.
- OLIVEIRA, A.I.; LEONARDO, O.H. **Geologia Geral**. 2 ed. rev. atual. Rio de Janeiro: Serviço de Informações Agrícola, 1943. 813p. (Ser. Didática, 2)
- RANZANI, G. **Levantamentos de solos**. Rio de Janeiro, Edgard Blucher, 1969. p. 19-22.

ROURKE, J.D.; AUSTIN, M.E. The use of air-photos for soil classification and mapping in the field. **Photogrammetric Engineering**, 738-47, dec., 1951.

SANTOS, A.P.; FOREST, N.E.M.L. & NIERO, M. et al. **Metodologia de interpretação de dados de sensoriamento remoto e aplicação no uso da terra**. s.l, INPE, 1981. 61p.

SAMPAIO, D. **Anuário do Ceará**, Fortaleza, Anuário do Ceará publicações 1993.

SIMONSON, R.W. Use for aerial photographs in soil surveys. **Photogram. Eng.**, 16: 308-315, 1950.

VALÉRIO FILHO, M. et al. **Metodologia de interpretação de dados de sensoriamento remoto e aplicações em pedologia**. São José dos Campos, INPE, 1981. (Publicação INPE - 2211 - MD/008).

VIEIRA, L.S. **Manual de Ciência do Solo**. São Paulo, CERES. 1975. 464p. cap. 13: Sistema de Classificação de Solos.

VILLAR, E.N. **Del Geobotânica**. Barcelona, Ed Labor. 1924. 339p.