

ESTUDO DE ALGUNS PADRÕES AEROFOTOGRAFICOS DE TRÊS PEQUENAS BACIAS HIDROGRÁFICAS NO MUNICÍPIO DE INDEPENDÊNCIA - CEARÁ

1979
JOSÉ CARLOS CORRÊA

Dissertação apresentada ao Departamento de Engenharia Agrícola e Edafologia da Universidade Federal do Ceará, como parte dos requisitos para obtenção do Grau de "Mestre em Ciência do Solo".

Fortaleza, Ceará
JANEIRO/1979

DECLARAÇÃO DE APROVAÇÃO

A presente dissertação, elaborada pelo Engenheiro Agrônomo José Carlos Corrêa, sob o título "Estudos de Alguns Padrões Aerofotográficos de Três Pequenas Bacias Hidrográficas no Município de Independência - Ceará", foi aprovada na forma dos artigos 98 e 99 das Normas para os Cursos de Pós-Graduação, Especialização e Aperfeiçoamento da Universidade Federal do Ceará.

Fortaleza,

Prof. FRANCISCO DE ASSIS MAIA LIMA

- orientador -

Prof. ELDER GURGEL SOUZA MOREIRA

Prof. MARCOS JOSÉ NOGUEIRA DE SOUZA

À minha querida mãe,
pela dedicação, estímulo e sacrifício

À memória de meu pai,
pelo exemplo de honestidade e perseve-
rança no trabalho

Aos meus irmãos,
pela amizade e um futuro cheio de es-
peranças e

À Ana
pelo carinho e imprescindível apoio,

D E D I C O

AGRADECIMENTOS

Ao final da longa trajetória, em busca do saber, chega o momento da alegria. O autor deseja distribuir os louros da vitória a todos aqueles que direta e indiretamente contribuíram para a elaboração deste trabalho e agradece profundamente sensibilizado:

Ao Professor Dr. FRANCISCO DE ASSIS MAIA LIMA, pela orientação, facilidades oferecidas e confiança, que tornou possível a realização deste trabalho.

Ao Banco do Nordeste do Brasil S.A. através do FUNDECI pela ajuda financeira imprescindível à execução do estudo e publicação desta dissertação e ao Executor do Projeto Favela, Professor CARLOS BRUNET MARTINS, pelos materiais fornecidos e apoio prestado durante os trabalhos de campo.

Aos Professores e funcionários do Departamento de Engenharia Agrícola e Edafologia do Centro de Ciências Agrárias da Universidade Federal do Ceará pela oportunidade e condições indispensáveis à realização do Curso de Pós-Graduação em Solos.

Ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico - CNPq, pela concessão de bolsa de estudo tornando possível a realização deste curso.

À Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (EMBRAPA), Federação das Escolas Superiores do Maranhão (FESMA) na pessoa do Sr. JOSÉ MARIANO DOS SANTOS e JOSÉ TRAJANO BRANDÃO MARTINS e a Secretária de Planejamento do Maranhão (SEPLAN) pela colaboração recebida e

À Bibliotecária HELENA MATTOS DE CARVALHO MENDES pela orientação nas citações bibliográficas.

CONTEÚDO

	<u>Página</u>
LISTA DE QUADROS	vii
LISTA DE FIGURAS	viii
1. - RESUMO	1
2. - INTRODUÇÃO	3
3. - REVISÃO DE LITERATURA	5
3.1. - Fotografias aéreas na interpretação de drenagem e de solos	5
3.2. - Estudo de padrões fotográficos de drenagem	6
4. - MATERIAL E MÉTODOS	18
4.1. - Área de estudo	18
(a) Posição geográfica	18
(b) A vegetação	18
(c) O solo	22
(d) O clima	24
(e) A geologia	25
4.2. - Fotografias, estereoscópio, curvímetro e planímetro .	25
4.3. - Mapas e Mosaicos Aerofotográficos	26
4.4. - Métodos de escritório	26
4.4.1. - Seleção das áreas de estudo	26
4.4.1.1. - Análise das bacias hidrográficas.	27
. Propriedades dimensionais	27
4.4.1.2. - Análise das redes hidrográficas .	28

.	Características das redes hidrográficas	28
(a)	Características descritivas.	28
(b)	Características quantitativas	28
4.5.	Método de campo	30
4.5.1.	Descrição morfológica e coleta das amostras de solos	30
4.6.	Métodos de laboratório	30
4.6.1.	Análises físicas	30
4.6.2.	Análises químicas	31
4.7.	Crêterios de classificaçãõ dos solos	31
5.	RESULTADOS	32
5.1.	Da posiçãõ geogrãfica das bacias hidrogrãficas	32
5.2.	Da seleçãõ das bacias hidrogrãficas	32
5.3.	Das característicãs dimensionais das bacias hidrogrãficas	32
5.4.	Das análises das redes hidrogrãficas	37
5.5.	Das característicãs quantitativas das redes hidrogrãficas	37
5.6.	Das descrições morfológicãs dos solos (Perfis 1, 2 e 3)	37
5.7.	Das análises físicãs e químicas (Perfis 1, 2 e 3) ...	42
5.8.	Da classificaçãõ dos solos	42

	<u>Página</u>
6. - DISCUSSÕES	46
6.1. - Das características da bacia hidrográfica 1	46
6.2. - Das características da bacia hidrográfica 2	47
6.3. - Das características da bacia hidrográfica 3	49
6.4. - Da composição das bacias hidrográficas 1, 2 e 3	50
6.5. - Das características descritivas das bacias hidrográficas 1, 2 e 3	51
6.6. - Das características quantitativas das bacias hidrográficas 1, 2 e 3	52
6.7. - Dos solos das bacias hidrográficas 1, 2 e 3	54
7. - CONCLUSÕES	56
8. - SUMMARY	58
9. - LITERATURA CITADA	60

LISTA DE QUADROS

<u>Quadro</u>		<u>Página</u>
01	Dados Médios Mensais de Precipitação e Temperatura do Município de Independência para os Anos de 1911 a 1967	24
02	Propriedades Dimensionais das Bacias Hidrográficas, Propriedades Descritivas e Quantitativas das Redes Hidrográficas	36
03	Resultado das Análises Físicas e Químicas do Perfil 1 ...	43
04	Resultado das Análises Físicas e Químicas do Perfil 2 ...	44
05	Resultado das Análises Físicas e Químicas do Perfil 3 ...	45

LISTA DE FIGURAS

<u>Figura</u>		<u>Página</u>
01	Mapa do Estado do Ceará Situando a Quadrícula de Independência - Ce.	19
02	Quadrícula de Independência - Ce. Localização das Bacias Hidrográficas Seleccionadas	19
03	Mapa de Localização das Bacias Hidrográficas na Quadrícula de Independência - Ce.	33
04	Bacias Hidrográficas de 3ª Ordem na Quadrícula de Independência - Ce.	34
05	Bacias Hidrográficas de 3ª Ordem na Quadrícula de Independência - Ce.	35

1. - RESUMO

Os solos do Estado do Ceará encontram-se levantados ao nível Exploratório-Reconhecimento, havendo áreas que possuem levantamentos mais detalhados. Contudo, há necessidade do conhecimento de padrões fotopedológicos, para que levantamentos de solos sejam realizados a níveis mais baixo. Para isto procura-se o estabelecimento de padrões que venham a contribuir para estes estudos.

Este trabalho consistiu na caracterização de três bacias e redes hidrográficas no Município de Independência-Ceará, sob os aspectos de drenagem superficial, solos, vegetação, clima e geologia. Sua finalidade principal foi a de procurar estabelecer parâmetros fotointerpretativos para os aspectos acima mencionados, além de discutir algumas correlações desses aspectos principalmente com relação aos solos encontrados. O trabalho empregado constituiu-se de alguns estudos fisiográficos do Município de Independência, e estudos detalhados nas bacias hidrográficas.

Utilizou-se cartas básicas numa metodologia cujos trabalhos foram desenvolvidos em etapas de escritório, campo e laboratório.

Obteve-se, como principais conclusões, o seguinte: propriedades dimensionais, descritivas e quantitativas das três bacias hidrográficas; os solos encontrados foram classificados como BRUNO NÃO CÁLCICO e PLANOSOL SOLÓDICO; a vegetação foi do tipo caatinga hiperxerófila

e hipoxerófila, o clima caracterizou-se como sendo BSh'w' e a geologia foi constituída de materiais que pertenciam ao Pré-Cambriano A e Indiviso.

Os resultados desta pesquisa possibilitaram, em parte, a avaliação de alguns parâmetros aerofotográficos, deixando aberta a possibilidade de estudos semelhantes em outras áreas do Município de Independência.

2. - INTRODUÇÃO

A fotografia aérea tem desempenhado um papel relevante no estudo dos recursos naturais de determinadas áreas. No caso específico de estudos de drenagem, solos e vegetação, o seu emprego é de fundamental importância. Assim como, o relevo, a vegetação, a erosão e outros parâmetros fotográficos, a drenagem superficial se revela frequentemente como uma boa indicadora de certas propriedades de solos. Sabe-se que a drenagem de uma determinada região, além de depender da pluviosidade, do relevo, da vegetação e da textura do solo, é intensamente influenciada pela litologia e estrutura das rochas. O estudo de certa rede de drenagem poderá fornecer indícios sobre a capacidade de infiltração do terreno a qual depende das características físicas dos materiais que o constituem. Os solos de uma região podem ser estudados através de padrões fotográficos de drenagem e através de índices numéricos para os padrões de drenagem.

Futuramente, o maior número de índices morfométricos, de redes de drenagem, irá permitir uma generalização, facilitando desta forma as delimitações das unidades de solos, a partir das fotografias aéreas.

Neste trabalho estudam-se as características de bacias hidrográficas e redes de drenagem de três locais, no Município de Independência-Ceará, visando os seguintes objetivos:

- (a) Iniciar o acervo de padrões fotográficos dos solos no Município de Independência-Ceará;
- (b) Estudar os elementos, pertinentes às características descritivas e quantitativas de redes de drenagem, em fotografias aéreas convencionais;
- (c) Discutir as relações de causa e efeito na composição e características das redes de drenagem levando-se em consideração as propriedades de seus solos, do clima, da vegetação e
- (d) Relacionar alguns parâmetros do padrão de drenagem com algumas propriedades físicas dos solos estudados.

3. - REVISÃO DE LITERATURA

3.1. - Fotografias aéreas na interpretação de drenagem e de solos

A utilização de fotografias aéreas, como instrumento de enriquecimento humano, nasceu da necessidade de se mapear grandes áreas com economia de tempo e despesas. Esta técnica, segundo RICCI & PETRI (1965), teve início durante a Primeira Guerra Mundial e seus princípios foram largamente desenvolvidos em decorrência dos dois grandes conflitos armados que flagelaram a humanidade. As fotografias aéreas, de acordo com estes autores, são usadas na confecção de mapas geográficos e topográficos, entretanto, sua aplicação se estende a outras ciências.

LUEDER (1959) atribui, uma grande importância das fotografias aéreas, pela vantagem de mostrarem mais detalhes de uma área do que se poderia discernir no próprio local. Tais detalhes, podem ser avaliados com sucesso para fornecer uma estimativa das condições do terreno. Cabe aqui, citar as afirmações de RICCI & PETRI (1965), que na análise das redes de drenagem, as fotografias aéreas superam as cartas topográficas em precisão, por estarem livres da influência do desenhista. Logo, o intérprete, baseado nas informações fotográficas, deverá conhecer o maior número possível de padrões, a fim de que possa caracterizar melhor os solos.

FRANÇA (1968) tem adotado uma posição intermediária, reco-

nhecendo que a fotografia aérea não substitui completamente o trabalho de campo.

Segundo LIMA (1976) citando Spur e Frost em 1960, afirmam que a fotointerpretação de solos pode ser conduzida à luz de três princípios básicos: a) solos semelhantes aparecem, em fotografias aéreas, com padrões semelhantes; b) solos diferentes aparecem, em fotografias aéreas com padrões diferentes; c) desde que as características da imagem fotográfica tenham sido correlacionadas com as propriedades dos solos, determinadas por observação no campo e no laboratório, muitas propriedades importantes de solos semelhantes, podem ser inferidas por fotointerpretação.

Diante do grande número de informações, o emprego de fotografias aéreas no estudo da drenagem e de solos, é fundamental.

3.2. - Estudo de Padrões fotográficos de drenagem

Segundo AMARAL & AUDI (1972), o termo padrão, tradução literal de pattern, é reservado para designar aquela característica que resulta da interação de todos os outros critérios que, representando uma imagem típica, serviria como modelo de comparação. Para MARCHETTI & GARCIA (1977), o padrão refere-se à visão plana bidimensional dos elementos fotográficos. Quando os elementos de reconhecimento do padrão se tornam muito pequenos (fotos de escala pequena), passam a constituir uma textura fotográfica. O padrão, de acordo com os mesmos autores, diz respeito ao arranjo espacial ordenado de aspectos geológicos, topográficos ou de vegetação. Consideram a drenagem como um dos elementos mais importantes do padrão, sendo esta, um fator de modelamento da superfície do terreno, sob ação das águas. Este modelamento, para os autores citados, é resultante do trabalho das águas que atingem, penetram e se escoam pela superfície do terreno. O padrão de drenagem, segundo estes autores, é função da relação: infiltração/deflúvio ou enxurrada. Esta relação, por sua vez, é função dos atributos dos materiais que constituem o solo (para cada condição climática) tais como: tipo e densidade da vegetação, conteúdo de umidade, classe textural e es

trutura, composição mineralógica e etc.

Conforme LUEDER (1959), excetuando-se a forma fisiográfica, a drenagem superficial é provavelmente o mais seguro indicador das condições do terreno à disposição do fotointérprete. Este autor define o padrão de drenagem como a distribuição dos canais de drenagem, cobrindo uma área, com detalhes completos sobre grau de integração, grau de controle, densidade, grau de uniformidade, orientação, angularidade, ângulo de confluência e tipo ou modelo. Estes termos descritivos, devem ser aplicados somente à drenagem superficial criada por erosão hídrica. Um padrão de drenagem bem desenvolvido, de acordo com este autor, geralmente indica a ocorrência de baixa infiltração e materiais relativamente impermeáveis, enquanto uma drenagem superficial escassa, indica alta infiltração e permeabilidade. O estudo dos padrões de drenagem, de acordo com CHRISTOFOLETTI (1974), foi um assunto amplamente debatido na literatura geomorfológica. Os padrões de drenagem, segundo este autor, referem-se ao arranjo espacial dos cursos fluviais, que podem ser influenciados em sua atividade morfogenética pela natureza e disposição das camadas rochosas, resistência litológica variável, diferenças de declividade e pela evolução morfológica da região. Os padrões de drenagem, de acordo com FREIRE (1977), auxiliam na fotointerpretação, porque podem ser usados como critérios na identificação de fenômenos geológicos, hidrológicos, geomorfológicos e pedológicos. A classificação sistemática da configuração da drenagem foi levada a efeito por vários especialistas. O número de unidades discernidas varia de autor para autor, porque uns fixam seu interesse nos tipos fundamentais da drenagem, enquanto outros estendem sua análise aos tipos derivados e até mais complexos.

A caracterização de bacias hidrográficas pode ser feita de duas formas: uma descritiva e outra quantitativa. Porém, de acordo com FREIRE (1977), somente a partir de 1945, é que alguns pesquisadores, incentivados por Horton, verificaram as limitações da análise descritiva, mudando o rumo da linha de pesquisas, para a análise quantitativa de bacias hidrográficas e suas redes de drenagem. Até então, conforme relata este autor, os pesquisadores trabalhavam quase que inteiramente em ba-

ses descritivas, pois tinham interesse nas formas do relevo atual, natureza dos solos e rochas subjacentes. Com isso, muitos padrões de drenagem foram descritos, classificados e correlacionados, à natureza dos solos, substratos rochosos e/ou à presença de estruturas geológicas. Com o impulso dado por Horton, alguns pesquisadores começaram a tentar, na sua análise de bacias hidrográficas e nas redes de drenagem, linhas de estudo quantitativos. FRANÇA (1968) realizando trabalhos em pequenas bacias de terceira e quarta ordem, com unidades de solos classificados a nível de série, concluiu que a simples designação do padrão por meio de termos descritivos não pode servir de base para o estabelecimento de diferenças entre solos. Ele também concluiu que, na fotointerpretação das redes hidrográficas para estudos de solos, o tipo de padrão de drenagem não é o elemento mais significativo, pois outras características quantitativas, são mais promissoras e úteis, tais como: a razão de ramificação, o comprimento médio dos segmentos dos rios, a razão de textura média e a densidade de amostras circulares.

O assunto é complexo e sua literatura volumosa, porém, os componentes das redes hidrográficas e muitas das características dos padrões de drenagem podem ser facilmente interpretados em fotografias aéreas. FRANÇA (1968), afirma que Horton em 1945, baseado na descrição de caráter qualitativo da composição da rede de drenagem feito por Engeln em 1942, imprimiu um caráter quantitativo de tais estudos, considerando as relações infiltração/deflúvio e os processos de erosão pelas águas correntes. Horton inverteu a seqüência de ordenação do rio principal e seus tributários propondo que os tributários menores, não ramificados, sejam considerados de primeira ordem, sendo o rio principal de ordem mais elevada. Explica ainda que esta inversão, no sistema de numeração das ordens de ramificação de rios, facilitou a análise e a comparação das redes de drenagem, uma vez que a comparação somente pode ser realizada entre elementos de mesma ordem de ramificação.

SOUSA (1975) observou que existe uma certa proporcionalidade entre o número de segmentos de rios de uma bacia hidrográfica e sua declividade média visto que solos com declives mais acentuados, menor relação infiltração/deflúvio, apresentaram um maior número de segmentos de rios.

Segundo FREIRE (1977), Horton em 1945, chamou de "composição da rede de drenagem", ao número e comprimento de rios tributários de diferentes classes ou ordens, independente do padrão. Horton afirmou ainda que a composição da rede de drenagem, tem alto grau de significância hidrológica, enquanto que o padrão de drenagem isolado, tem pouco ou nenhum significado hidrológico, embora seja um indicador de controle geológico.

De acordo com RAY (1960), os padrões ou modelos de drenagem foram classificados por Parvis em 1950, através de dois grupos: básicos e modificados. Os padrões de drenagem básicos são: dendrítico, treliça, radial, paralelo, anular e retangular. Os padrões modificados juntamente com os básicos descritos por esse último autor, somam ao todo trinta tipos ou modelos. Estes modelos podem ser observados e estudados analiticamente em fotografias aéreas, facilitando a fotointerpretação de solos e substratos rochosos. Para RICCI & PETRI (1965), o modelo de drenagem é, via de regra, útil para a identificação e interpretação da natureza litológica e estrutural do terreno. Entretanto este autor adverte que é difícil estabelecer regras universalmente válidas devido o clima condicionar a erosão e desenvolver, em terrenos semelhantes modelos diferentes em regiões temperadas, desérticas, lateríticas ou florestas tropicais. Conforme estes autores o modelo dendrítico é semelhante ao desenho dos ramos de uma árvore e se caracteriza por ramificações irregulares de cursos d'água em todas as direções. Os rios são, quanto à origem, insequentes pois não são controlados por fator topográfico ou estrutural. Normalmente este modelo se desenvolve onde as rochas oferecem uma resistência uniforme à erosão. O material pode ser constituído de depósitos inconsolidados, ou de rochas compactas sedimentares, ígneas ou metamórficas. FRANÇA (1968), confirma essas observações informando que os solos desenvolvidos sobre arenitos da formação Botucatu apresentam sempre padrão de drenagem dendrítico. FREIRE (1977), comenta que o tipo de drenagem dendrítico implica que a área seja originalmente de relevo suave e composta de materiais uniformes. Diferenças na textura deste modelo, segundo este último autor, podem ser atribuídas ao material superficial. Áreas graníticas, por exemplo, mostram padrão de drenagem

com textura fina e tributários apresentando ângulos retos.

Segundo RICCI & PETRI (1965), o modelo de drenagem treliça é composto principalmente por rios principais consequentes, correndo paralelamente, recebendo afluentes subsequentes, que fluem em direção transversal aos primeiros; os subsequentes, por sua vez, recebem rios obsequentes e ressequentes. Sendo que suas confluências realizam-se em ângulos retos. Para este autor tal tipo de drenagem pode sugerir estratos de várias resistências, inclinados ou formando pregas paralelas ou zonas com estrutura imbricada. CHRISTOFOLETTI (1974), afirma que o entrelhe dos tributários subsequentes, sobre as rochas mais frágeis, promovem a formação de cristas paralelas, por causa das camadas mais resistentes, acompanhadas de vales subsequentes nas rochas mais brandas.

O padrão de drenagem retangular, segundo CHRISTOFOLETTI (1974), é uma modificação da drenagem em treliça caracterizado pelo aspecto ortogonal devido às bruscas alterações retangulares no curso das correntes fluviais, tanto nas principais como nas tributárias. Essa configuração é consequência da influência exercida por falhas ou pelo sistema de juntas ou diáclases. FREIRE (1977), cita que para Avery em 1969, o padrão de drenagem retangular, é caracterizado por ligações abruptas na rede de drenagem, desenvolvida onde um padrão de drenagem de forma aproximada a arborescente, predomina numa extensa região, mas o padrão é localmente influenciado por controle geológico. Rochas metamórficas superficiais, particularmente aquelas formadas de xistos e ardósias, comumente apresentam drenagem paralela. As ardósias possuem um sistema peculiar de textura fina.

RAY (1960), cita que Horton em 1945 estabeleceu duas relações, para expressar quantitativamente o grau de desenvolvimento de uma rede de drenagem, que são: densidade de drenagem e frequência de rios. Ele afirma que a densidade de drenagem depende do clima e das características físicas da bacia hidrográfica. O clima atua, tanto diretamente (regime de vazão dos cursos) quanto indiretamente (influência sobre a vegetação). Para as características físicas, a rocha e o solo desempenham papel fundamental, pois determinam a maior ou menor resistência à

erosão. Em geral, segundo este autor, uma bacia cuja geologia é determinada por argilitos, apresenta alta densidade de drenagem, enquanto que outra, cujo substrato seja basicamente arenitos, apresenta baixa densidade de drenagem. Poderá haver casos de permeabilidade secundária, como ocorre em áreas de granito, onde o fraturamento dessa rocha e consequente aumento da permeabilidade, resultam em uma baixa densidade de drenagem. A densidade de drenagem, segundo BARRETO (1962), contribui para a ocorrência de enchentes numa bacia hidrográfica. Em geral, quanto mais denso for o sistema de drenagem de uma bacia, tanto mais sujeita a enchentes ela estará, pois, através de seus diversos cursos d'água, as enxurradas terão oportunidade de atingir rapidamente o curso d'água principal provocando grandes vazões. A declividade média, a permeabilidade, o comprimento das rampas, a natureza da cobertura vegetal de uma bacia hidrográfica, são em parte os fatores responsáveis pela ocorrência das perdas de solos e de água aí verificadas. RICCI & PETRI (1965), FRANÇA (1968), VASQUES FILHO (1972), FREIRE (1977), confirmam as afirmações de RAY (1960), e admitiram porém, que as correlações, feitas por este autor, poderá apresentar inúmeras exceções, devidas à natureza dos solos, que se desenvolveram sobre essas rochas, e, concluíram que, quanto maior a densidade de drenagem, menor a resistência do solo à erosão. Para FREIRE (1977), as características quantitativas das redes de drenagem que mais se destacam são: a densidade de drenagem a frequência de rios, a razão de textura e a textura topográfica.

Segundo FRANÇA (1968) e VASQUES FILHO (1972) a densidade de drenagem (Dd) foi definida por Horton em 1945 como sendo a razão entre o comprimento total dos canais (Lt) e a área da bacia hidrográfica (A), que é expressa em km/km^2 . De acordo com Zinke, em 1960, citado por estes autores, a densidade de drenagem é uma expressão de precipitação pluviométrica e da capacidade de infiltração podendo ser considerada como uma descrição física quantitativa da bacia hidrográfica. Para LIMA (1976), a densidade de drenagem é um índice significativo para a caracterização das bacias hidrográficas. A densidade de drenagem determina o tempo gasto para o escoamento das águas. Se a bacia fosse uniforme, em todos os aspectos, o deflúvio deveria ser proporcional ao comprimento

dos canais na bacia. Afirma também que a densidade de drenagem reflete as condições topográficas, litológicas, pedológicas e de vegetação da bacia. Mais modernamente, LIMA (1976), após uma série de trabalhos e medições de densidade de drenagem em diferentes solos, verificou que estes valores variaram. Cita que, Strahler em 1952 propôs uma classificação de densidade de drenagem de acordo com os valores, que foi o seguinte:

Baixa - Menor que 5 milhas/milha quadrada,

Média - 5 a 3 milhas/milha quadrada e

Alta - 13 a 155,3 milhas/milha quadrada.

CHRISTOFOLETTI (1969) adaptou para a escala métrica os valores das densidades de drenagem, sugerida por Strahler, classificando-as nos dados médios expressos em quilômetro por quilômetro quadrado, seguintes:

Baixa - Menor que $7,5\text{km}/\text{km}^2$;

Média - de $7,5$ a $10\text{km}/\text{km}^2$ e

Alta - Maior que $10\text{km}/\text{km}^2$.

No estudo das características quantitativas das redes é importante se determinar a frequência de rios (Fr). Esta, segundo VASQUES FILHO (1972), é a relação entre o número total de rios de uma bacia hidrográfica (N) e a área (A) desta mesma bacia. É portanto o número médio de rios por unidade de área. Marchetti em 1969 e Fadel, em 1972, segundo VASQUES FILHO (1972), verificando a significância da frequência de rios em termos de diferença entre solos, concluíram que a frequência de rios varia com a permeabilidade e a resistência dos solos à erosão. Em solos de menor permeabilidade e menor resistência, esses autores encontraram valores mais altos para a frequência de rios. Segundo FREIRE (1977), Kofflen verificou que a frequência de rios e densidade de drenagem, isoladamente, diferenciaram as unidades de solos, ao contrário do que foi preconizado por Horton em 1945 e Strahler em 1952.

Um outro índice aplicável ao estudo das características da rede de drenagem, é a razão de textura. RAY (1960), cita que Smith em 1950, estudando a topografia de regiões dissecadas por rios, utilizou um índice semelhante ao da frequência de rios de Horton em 1945, o qual denominou de razão de textura, para expressar o espaçamento entre os canais de drenagem em mapas topográficos com curvas de nível. Como os canais menores geralmente não são representados nos mapas topográficos, as suas localizações em tais mapas podem ser identificadas pelas inflexões das curvas de nível. Segundo este autor, Smith recomendou então, que fosse escolhido a curva de nível com maior número de inflexões e que se dividisse esse número pelo perímetro da bacia obtendo-se então a razão de textura (T), que é a relação entre o número de crênulas na curva de nível escolhida (N_c) e o comprimento do perímetro da bacia (P), expresso em milhas. Smith, fez ainda um estudo comparativo da relação entre a razão de textura e a densidade de drenagem. Sua conclusão foi que existe uma relação de função logarítmica entre a razão de textura e a densidade de drenagem. FRANÇA (1968) sugeriu então que, sendo fácil determinar a densidade de drenagem, as fotografias aéreas seriam úteis num estudo comparativo de topografia e de erosão. Devido maior facilidade de contarmos atualmente com coberturas aerofotográficas do que com tais mapas topográficos, este tentou obter a razão de textura, utilizando fotografias aéreas pelo respectivo perímetro.

FREITAS (1952), cita que Smith em 1950, estabeleceu um valor médio para a razão de textura denominado razão de textura média (T_m). A razão de textura média caracteriza a textura da topografia de uma dada área como um todo, levando-se em consideração as áreas das bacias hidrográficas tomadas como amostragem. A razão de textura média pode ser determinada pela expressão $T_m = \Sigma (T \cdot A) / \Sigma A$. Onde T_m , é o valor médio ponderado da razão de textura; T é a razão de textura e A a área de cada bacia. Afirma que a razão de textura, devido a sua composição, refere-se a áreas pequenas para se ter um retrato da topografia de uma região. Para FREITAS (1952), Smith relaciona a textura da topografia com os estágios de erosão, e de acordo com esse autor, a textura grosseira indica estágios iniciais ou recentes do ciclo de erosão; tex-

tura fina, indica estágios de maturidade de erosão, onde o relevo é mais acentuado. A textura da topografia depende de vários fatores que atuam na drenagem: 1º) fatores naturais, que compreendem: o clima, a vegetação, a natureza da rocha ou do solo, intensidade das chuvas, capacidade de infiltração e estágio do perfil longitudinal do rio; 2º) fatores acidentais, que abrangem o grau de perfeição de mapeamento e o valor da escala empregada. Em geral, solos desprotegidos de vegetação e rochas pouco resistentes, produzem texturas finas, isto é, quando as curvas de nível se aproximam apresentando um relevo mais acentuado. Ao contrário, rochas resistentes causam uma textura grosseira, caracterizando-se pelo espaçamento das curvas de nível e rarefação das linhas de drenagem. Entretanto, a dependência de tais fatores de controle é local e não regional. FRANÇA (1968), através da razão de textura (T), obtida com o uso de fotografias aéreas, determinou a razão de textura média e tentou determinar significância desta razão, como elemento de identificação de solos por fotointerpretação. Segundo VASQUES FILHO (1972), Marchetti, em 1969, e Fadel em 1972, procederam da mesma forma e concluíram que a razão de textura média é um índice melhor que a razão de textura, para a caracterização dos solos. Segundo FRANÇA (1968), Smith em 1950, a fim de classificar a textura de topografia em classes, apresentou valores numéricos para a razão de textura média. Para os valores de textura média menores que 4, entre 4 e 10 e maior que 10, as classes de textura topográfica são: grosseira, média, e fina respectivamente. FRANÇA (1968), entretanto adaptou a classificação de textura topográfica média de Smith, ao sistema métrico decimal, transformando o perímetro (expresso em milhas), para quilômetros. Os valores obtidos, para a razão de textura média, são: menor que 2,5km, entre 2,5 a 6,2km e maior que 6,2km, as classes de textura topográfica são: grosseira, média e fina, respectivamente.

Na análise linear da rede hidrográfica, são também englobados outros índices e relações, cujos valores são importantes na interpretação. A extensão do percurso superficial é um índice que, segundo GONDOLFI (1968), foi apresentado por Horton em 1945. É obtido tomando o recíproco do dobro do valor da densidade de drenagem $(Eps = \frac{1}{2Dd})$.

CHRISTOFOLETTI (1969), afirma que a extensão do percurso superficial, nos dá uma indicação da distância média percorrida pelas enxurradas, antes de encontrar um canal permanente. Este índice corresponde a uma das variáveis independentes mais importantes que afeta, tanto o desenvolvimento hidrológico, quanto o fisiográfico das bacias de drenagem. VILELLA & MATTOS (1977), detalha a definição afirmando que este índice é a distância média em que a água da chuva teria que escoar sobre os terrenos de uma bacia, caso o escoamento se desse em linha reta, desde onde a chuva caiu até o ponto mais próximo no leito de um curso de água qualquer da bacia.

A declividade dos terrenos de uma bacia, segundo LIMA (1976), controla em boa parte a velocidade com que se dá o escoamento superficial, afetando portanto o tempo que leva a água da chuva para concentrar-se nos leitos fluviais, que constituem a rede de drenagem das bacias. A maior ou menor infiltração e suscetibilidade para erosão dos solos, dependem da rapidez com que ocorre o escoamento sobre os terrenos da bacia. VILELLA & MATTOS (1977) confirmam estas afirmações, dizendo que a declividade de uma bacia hidrográfica tem relações com vários processos hidrológicos tais como: infiltração, escoamento superficial, umidade do solo e etc. Além disto, ela é um dos fatores que regula o tempo de duração do escoamento superficial e de concentração da precipitação nos leitos do curso de água. Estes autores citam que Wisler e Brater, em 1964, estabeleceram um método simples para a determinação da declividade média de uma bacia hidrográfica através do uso da fórmula $S = \frac{D \times L}{A}$, onde S, é a declividade média de uma bacia hidrográfica, D distância entre as curvas de nível, L comprimento total das curvas de nível e A a área da bacia (m^2). Observamos que, para se utilizar o método acima, é necessário um mapa topográfico da área no qual conste a distância entre as curvas de nível, um curvímetro para medição do comprimento L e um planímetro para a medição da área da bacia. Entretanto, segundo, estes autores, Bethlahmy em 1973, propôs um novo método para a determinação da declividade média utilizando a seguinte fórmula: $S(\%) = 77 \times \frac{Lp}{p}$. Onde S(%), é a declividade média em percentagem, Lp é o comprimento do canal principal (desde a saída até o ponto mais

longínquo do espigão) e P é o perímetro da bacia.

As formas das bacias para BARRETO (1962), podem ser determinadas por levantamento topográfico ou aerofotogramétrico. A observação da forma apresentada por uma bacia hidrográfica, permite tirar algumas conclusões interessantes, a respeito do seu comportamento, em relação ao escoamento de enxurradas. Segundo este autor, existe vários índices para a determinação da forma das bacias hidrográficas entre eles cita o coeficiente de compacidade (K_c) que é a relação entre o perímetro da bacia e a circunferência de um círculo de área igual a da bacia ($K_c = \frac{P}{P_c}$). Esta relação poderá ser expressa por $K_c = 0,28 \frac{P}{\sqrt{A}}$ onde P é o perímetro da bacia hidrográfica, em quilômetro, A é a área da bacia em km^2 . Afirma que a tendência para grandes vazões será, tanto maior, quanto mais próxima da unidade estiver o coeficiente de compacidade. Para este autor, desde que as características físicas de duas bacias hidrográficas sejam semelhantes, a probabilidade da ocorrência de enchentes será maior, naquela cujo coeficiente de compacidade estiver mais próximo da unidade, ou seja, naquela cuja forma for mais semelhante à do círculo. Estudando a bacia hidrográfica de Monjolinho ele calculou o coeficiente de compacidade igual a 1,3. Baseado neste resultado, admitiu que nesta bacia, deveriam ocorrer grandes enchentes, se não fossem a natureza da cobertura vegetal encontrada na maior parte da área, e a natureza bastante permeável dos solos, que a constituem. A forma das bacias, segundo LIMA (1976), é uma das características hidrográficas mais difíceis de ser expressada em termos quantitativos. A forma da bacia e a forma do sistema de drenagem, podem ser influenciadas por algumas outras características principalmente pela geologia.

Para VILELLA & MATTOS (1977), o coeficiente de compacidade é um número adimensional que varia com a forma da bacia, independentemente de seu tamanho; tanto mais irregular for a bacia, quanto maior será o coeficiente de compacidade. Em geral, as bacias hidrográficas dos grandes rios, apresentam a forma de uma pera ou de um leque, mas as pequenas variam muito no formato, dependendo da estrutura geológica do solo. Caso outros fatores sejam iguais, a tendência para maiores enchentes, é tanto mais acentuada, quanto mais próximo da unidade for o valor

desse coeficiente. Estudando a bacia do Ribeirão do Lobo, com uma área igual a $177,25\text{km}^2$ e perímetro igual a 70km , o autor acima citado obteve um coeficiente de compacidade igual a $1,47$. Concluiu que, de acordo com o resultado acima, esta área não está muito sujeita a enchentes.

Segundo LIMA (1976), foi proposto por Horton em 1932, o fator de forma, o qual é dado pela fórmula $F = \frac{A}{L^2}$. Onde F é o fator de forma, A a área da bacia e L o comprimento do eixo da bacia (da cabeceira até a foz). Este índice, pode fornecer alguma indicação sobre a tendência a inundações. Cita que as bacias longas e estreitas são mais dificilmente inundáveis do que as bacias de forma circular. Embora duas bacias apresentem uma mesma área, a tendência para inundações, será para a bacia que apresentar uma forma mais próxima da circular. Afirma que, as bacias com o fator de forma alto, tem maiores chances de sofrer inundações, do que bacias de fator de forma baixo. Para a medição do fator de forma, é necessário medir o comprimento do eixo da bacia. Este comprimento tem sido medido de várias maneiras: a) pela medição do canal principal, incluindo o seu prolongamento até o limite da bacia; b) por uma linha aproximadamente paralela ao canal principal e c) pelo diâmetro máximo da bacia, isto é, que vai desde a saída até o ponto mais longínquo no perímetro. VILELLA & MATTOS (1977), concordam com estas afirmações e acrescentam afirmando que, nas bacias longas e estreitas, a contribuição dos tributários atingem o curso d'água principal em vários pontos ao longo do mesmo. Na circular, entretanto, a concentração de todo o deflúvio se dá num só ponto. Estes autores estudando a bacia hidrográfica do Ribeirão do Lobo calcularam o fator de forma obtendo o valor $0,439$. Baseado neste resultado, argumentam que este dado, com prova o valor indicado pelo coeficiente de compacidade, indicando que a bacia não está muito sujeita a enchentes.

4. - MATERIAL E MÉTODOS

4.1. - Área de Estudo

(a) Posição geográfica

A Figura 1, mostra o mapa do Estado do Ceará, com a localização da Quadrícula de Independência-Ce, compreendida entre os meridianos $40^{\circ}00'$ e $40^{\circ}30'$ de longitude W Gr. e paralelos $05^{\circ}00'$ e $05^{\circ}30'$ de latitude Sul (Folha SB. 24.H - II Independência, 1967) abrangendo parte dos sertões dos Inhamuns, no sudoeste do Estado. A Figura 2 representa o mapa de localização das bacias hidrográficas objeto do presente estudo, dentro dessa Quadrícula.

(b) A vegetação

A densidade da cobertura vegetal e o volume de detritos deixados por esta, sobre os solos, representam fator decisivo sobre o volume de enxurradas, e conseqüentemente, sobre as perdas de solo por erosão. Quanto mais densa for a vegetação que reveste o solo, tanto menores são as perdas por erosão nesse solo. Segundo RANZINI (1969), a vegetação natural numa área inclui espécies rasteiras, arbustivas, subarborescentes e arbóreas as quais compõem associações que refletem a tolerância e respostas, gerais ou seletivas, às condições oferecidas pelo meio am-

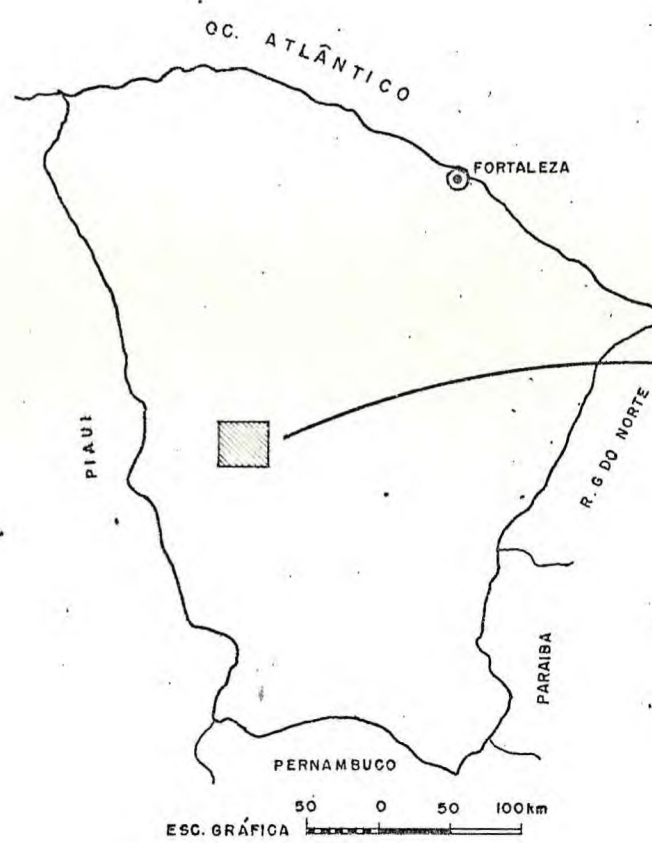


Figura 1 - Mapa do Estado do Ceará situando a Quadrícula de Independência - Ce

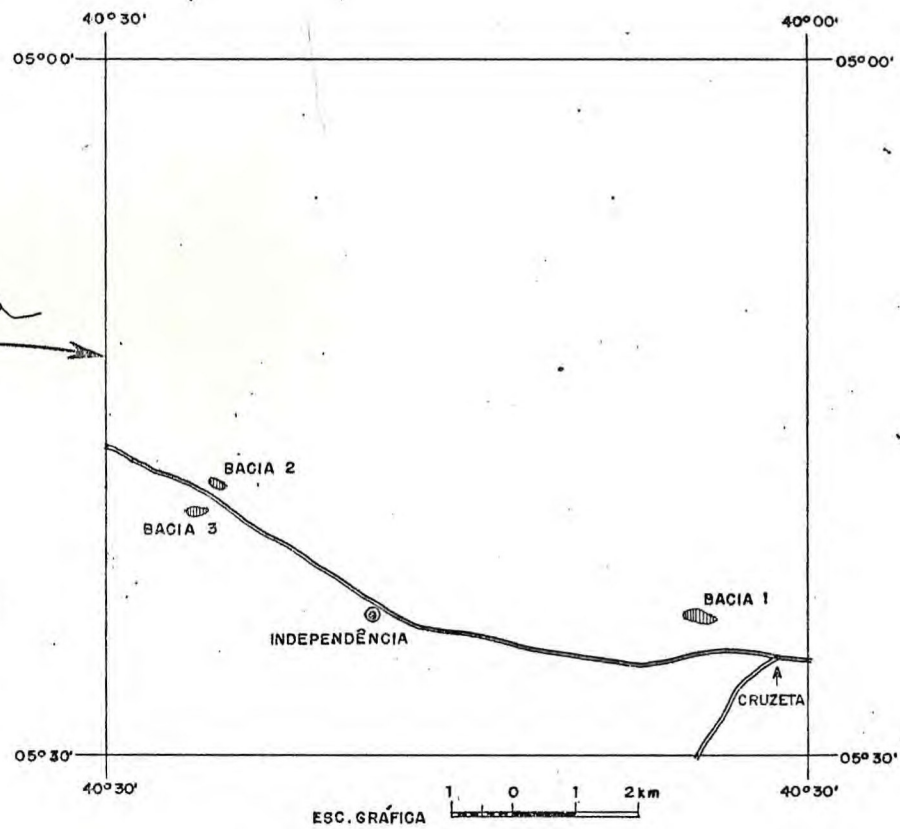


Figura 2 - Quadrícula de Independência - Ce. Localização das bacias hidrográficas selecionadas

biente. Este autor informa que, segundo Romariz em 1964, no Brasil as formações vegetais (tipos de cobertura vegetal dos solos) são: formações florestais, formações campestres, formações litorâneas e formações complexas. Entre as formações complexas estão incluídos os cerrados, complexo do pantanal e a caatinga. Segundo este autor, a caatinga do nordeste brasileiro está sob o clima BSh (KOPPEN) apresentando o angico, jurema, pereiro, etc.

TRICART (1964), informa que a caatinga se compõe de arbustos quase sempre espinhosos de plantas suculentas e de gramíneas temporárias. Em pesquisas realizadas, este autor, verificou que as plantas suculentas se rarefaziam consideravelmente a oeste da chapada do Araripe, devendo-se este fato estar relacionado com os fatores climáticos (amplitude térmica e umidade do ar). Para este autor a caatinga cobre mal o solo o qual é mal protegido por gramíneas insuficientemente densas e temporárias. As características desta cobertura irão favorecer a ação das águas correntes. A cobertura não é bastante densa para tornar as enxurradas negligenciáveis, entretanto constitui um obstáculo que impede sua concentração. Os técnicos que elaboraram o Levantamento Exploratório - Reconhecimento de Solos do Estado do Ceará (1973), descreveram a vegetação deste Estado através de observações de campo e revisão bibliográfica, de trabalhos científicos sobre o assunto. Eles fizeram o esboço da distribuição geográfica, e da descrição fisionômica das formações vegetais, estabelecendo correlações destas com o clima e os diversos solos encontrados. As formações vegetais foram classificadas em: formações florestais, campos, outras formações e caatinga. A formação caatinga é um tipo de vegetação que sofre influência direta do clima caracterizado pelos elementos seguintes: precipitações limitadas, distribuição desigual de chuvas e um período seco muito nítido. Segundo estes autores, estes elementos, aliados às condições pedológicas, e ao maior ou menor uso da terra, irão influir de uma maneira decisiva na constituição fisionômica da caatinga. A caatinga é uma formação arborea-arbustiva que tem como característica principal a caducidade foliar. São formações lenhosas de porte variável, de caráter xerófito, com cactáceas e bromeliáceas e apresentando-se com espécies espinhosas em determinadas

áreas. As caatingas ocupam em torno de 70% da área do Estado do Ceará cobrindo toda a região seca. Estes autores classificaram, de acordo com as áreas de clima mais ou menos seco, as caatingas em hiperxerófila e hipoxerófila. A caatinga hiperxerófila é uma formação vegetal que ocupa maior parte do Estado e apresenta maior grau de xerofitismo, é predominantemente arbustiva, menos densa, com indivíduos de porte baixo, espinhentos e cujas folhas na época seca caem totalmente. Nas áreas de clima mais seco, esta caatinga apresenta-se com caracteres de extrema semiaridez, porte baixo, geralmente em torno de um metro e muito rala. Ocorre em áreas de predominância de bioclima 4aTh, tropical quente de seca acentuada, com 7 a 8 meses secos (índice xerotérmico entre 200 e 150). Em toda a área dos aplainados sertanejos e em pequenas serras e serrotes foram encontradas as espécies na caatinga hiperxerófila seguinte: *Caesalpinia pyramidalis* (catingueira), *Mimosa caesalpinifolia* Benth (sabiã), *Pithecolobium diversifolium* Benth (Jurema branca), *Cassia excelsa* Scharad (canafístula), *Mimosa nigra* Hub. (Jurema-preta), *Caesalpinia ferrea* Mart. (pau-ferro), *Pityrocarpa* sp. (catanduva) - Leguminosae; *Croton* sp. (marmeleiro) - Euforbiaceae; *Combretum leprosum* Mart. (mufumbo). Combretaceae; *Ziziphus joazeiro* Mart. (juazeiro) - Rhamnaceae; *Astronium* sp. (aroeira) - Anarcadiácea; *Lantana* sp. (camará) - Verbenácea; *Bursera leptophloeos* Mart. (imburana de cambão) - Buseraceae; *Aspidosperma pyriforme* Mart. (pereiro) - Apocynaceae; *Cereus squamosus* Guerke (facheiro), *Melocactus* sp. (coroa-de-frade) - Cactácea, *Bromelia lacimosa* Mart. (macambira) - Bromeliaceae e *Pilocereus gounellei* Weber. (xique-xique) - Cactácea. A caatinga hipoxerófila apresenta um porte maior, é mais densa, se desenvolve num clima menos seco e é observada principalmente em áreas que foram pouco alteradas pela ação do homem. Ocorre nas áreas onde domina o bioclima 4bTh, tropical quente de seca média, com 5 a 7 meses secos (índice xerotérmico entre 100 - 150). As espécies vegetais mais encontradas são: *Mimosa caesalpinifolia* Benth (sabiã), *Caesalpinia pyramidalis* (catingueira), *Pithecolobium diversifolium* Benth. (jurema branca), *Cassia excelsa* Schrada (canafístula), *Mimosa nigra* Hub (jurema preta), *Caesalpinia ferra* Mart. (pau ferro), *Pytirocarpa* sp. (catanduva) - Leguminosae, *Croton* sp. (marmeleiro) - Euforbiácea; *Lantana* sp. (Camará) - Verbenaceae; *Bursera leptophloeos* Mart. (imburana de cambão)

- Buseracea, *Aspidosperma pyriforme* Mart. (pereiro) - Apocynacea, *Cereus jamacuru* DC. (mandacaru), e algumas espécies da família Bromeliaceae como *Bromelia laciniosa* Mart. (macambira).

Segundo os técnicos que trabalharam para a FUNDAÇÃO CEARENSE DE PESQUISA (1978), a cobertura vegetal dos municípios de Independência, Tauá e Crateús, no Estado do Ceará, é constituída por espécies arbóreas e arbustivas. Entre as espécies arbóreas, a Jurema preta, o Pereiro, a Catingueira e a Imburana, apresentam elevada constância nos solos BRUNO NÃO CÁLCICO e associações de solos BRUNO NÃO CÁLCICO e LITÓLICOS. A Jurema preta e o Pereiro são mais constantes nos solos SOLONETZICOS e PLANOSOLOS, enquanto nas associações de REGOSSOLOS e LITÓLICOS, somente o Pereiro tem constância elevada. Para as espécies arbustivas, verificaram que o Marmeleiro, Mufumbo, Malva branca e Velame, são mais constantes, nos solos: BRUNO NÃO CÁLCICOS, associações de solos BRUNO NÃO CÁLCICOS e LITÓLICOS, associações de solos Aluviais e PLANOSOLOS. Nas associações de Solos REGOSSOLOS e LITÓLICOS, somente a Malva branca e o Marmeleiro, apresentam elevados índices de constância. Estes autores, observaram que as densidades das espécies arbustivas são muito superiores às espécies arbóreas.

(c) O solo

Conforme MA/SUDENE (1972), através do Mapa Exploratório - Reconhecimento do Estado do Ceará, é evidenciado no Município de Independência a presença de: associações de solos BRUNO NÃO CÁLCICO, PLANOSOL SOLÓDICO, SOLONETZ SOLODIZADO; associações BRUNO NÃO CÁLCICO, SOLOS LITÓLICOS EUTRÓFICOS, PLANOSOL SOLÓDICO, associações PLANOSOL SOLÓDICO, SOLONETZ SOLÓDIZADO, SOLOS LITÓLICO EUTRÓFICOS e associações de Solos LITÓLICOS EUTRÓFICOS, PODZÓLICO VERMELHO AMARELO EQUIVALENTE EUTRÓFICO e BRUNO NÃO CÁLCICO. Os solos BRUNO NÃO CÁLCICO e PLANOSOL SOLÓDICO, situados no Município de Independência, segundo os técnicos que fizeram o Levantamento Exploratório - Reconhecimento do Estado do Ceará (1973), possuem como litologia e material originário o gnaisse, migmatito, mica

xisto e saprolito das rochas supracitadas, com influência de delgada cobertura pedimentar no desenvolvimento do horizonte A. Os solos BRUNO NÃO CÁLCICOS se situam preferencialmente nas partes mais elevadas, enquanto o PLANOSSOL SOLÓDICO localiza-se geralmente nas partes mais baixas, margeando os cursos d'água, onde há maior acúmulo de sódio. Conforme estes técnicos, a classe de SOLOS BRUNOS NÃO CÁLCICOS do Estado do Ceará apresentam um horizonte B textural não hidromórfico, com argila de atividade alta, ou seja, capacidade de troca de cátions para 100g de argila (após correção p/o carbono) maior que 24 mE, saturação e soma de bases alta. Estes solos são moderadamente profundos a rasos, tendo a sequência de horizontes A, Bt e C; com espessura do A e B variando normalmente entre 30 e 90cm; textura arenosa ou média no horizonte A e média ou argilosa no horizonte Bt; mudança textural abrupta do A para o Bt e frequentemente apresentando descontinuidade quanto à natureza da subsuperfície. No Estado do Ceará são encontrados os BRUNOS NÃO CÁLCICOS verticais ou planossólicos. É muito comum nas áreas destes solos a presença de pedregosidade superficial constituída por calhaus e por vezes matações de quartzo, caracterizando um pavimento desértico. A erosão laminar chega a ser muito severa ou em sulcos, repetidos ocasionalmente ou com frequência, principalmente no BRUNO NÃO CÁLCICO. Os solos PLANOSSOL SOLÓDICOS por sua vez apresentam um horizonte B textural normalmente com argila de alta atividade; saturação com o sódio (entre 6 a 15%) nos horizontes Bt e/ou C, mostrando estes horizontes subsuperficiais feições associadas com umidade (mosqueado e/ou cores de redução) em face da drenagem imperfeita; apresentando encharcamento durante o período chuvoso e ressecamento e fendilhamento durante a época seca. Estes solos apresentam a sequência de horizontes A, Bt e C, geralmente são moderadamente profundos ou rasos e raramente profundos; são imperfeitamente drenados com baixa permeabilidade e muito suscetíveis à erosão. Nos horizontes subsuperficiais Bt e C, principalmente neste último, apresentam elevados teores de minerais primários facilmente decomponíveis os quais constituem fontes de nutrientes para as plantas. No horizonte A, apresentam uma textura arenosa e no horizonte Bt uma textura média ou argilosa. A transição do A para Bt é normalmente plana e abrupta ou clara.

Os técnicos, trabalhando para a FUNDAÇÃO CEARENSE DE PESQUISA (1978), realizaram estudos a nível de levantamento semi-detalhado de solos, no Município de Independência, Tauá e Crateús, eles constataram que apesar da predominância dos solos BRUNO NÃO CÁLCICO e PLANOSOL SOLÓ DICO, estes normalmente ocorrem em associações.

(d) O clima

Segundo os técnicos do SOIL CONSERVATION SERVICE (1966), o clima de uma área é refletido na forma do terreno e nos padrões de drenagem, mas a principal influência do clima é sobre a vegetação. OLIVEIRA (1972) sugeriu que o solo poderá ser estudado pela análise individual deste fator e das suas influências pedogenéticas. No entanto, adverte que ao se realizar este tipo de estudo, se deve ter em mente que os fatores de formação do solo são estritamente dependentes.

Os dados médios mensais de precipitação e temperatura observados no Município de Independência no período de 1911 a 1967 são apresentados no Quadro 1.

Quadro 1 - Dados Médios Mensais de Precipitação e Temperatura do Município de Independência para os Anos de 1911 a 1967.

Mês	Precipitações Pluviométricas (mm)	Temperaturas °C	Mês	Temperaturas °C	Precipitações Pluviométricas (mm)
Janeiro	57,9	27,6	Julho	26,5	6,4
Fevereiro	124,6	27,4	Agosto	27,4	3,3
Março	169,1	26,8	Setembro	28,2	1,1
Abril	133,4	26,1	Outubro	28,3	3,2
Mai	48,4	25,0	Novembro	28,3	12,2
Junho	18,3	26,0	Dezembro	28,2	31,2

Fonte: SUDENE. Dados pluviométricos mensais (in natura). Dep. Rec. Naturais. Div. Hidrologia, 1967. v. 1.

A temperatura média mensal da região varia entre 25°C a 28°C, e, conforme a classificação climática de Köppen, enquadra-se no tipo BSh'w', que é um clima semi-árido muito quente com precipitações de verão-outono, ocorrendo as máximas no outono.

Segundo SAMPAIO (1976), no inverno de 1974 o pluviômetro registrou 1.145,3mm de chuvas e, em 1975 foi registrado 929,1mm de chuvas.

(e) A geologia

Segundo o Mapa Geológico Preliminar do Ceará, publicado pela Secretaria de Obras e Serviços Públicos (1972), o Município de Independência é constituído de rochas pertencentes ao Pré Cambriano A (filitos, sericita - clorita xistos, biotita - muscovita xistos, biotita - muscovita xistos, biotita - almandina xistos, biotita gnaisses, incluindo quartzitos, leptinitos e calcários) e Pré Cambriano Indiviso (gnaisse e migmatitos). As áreas onde estão situadas as três bacias hidrográficas pelo mesmo mapa, são classificadas como pertencentes ao Pré Cambriano A migmatítico e Pré Cambriano Indiviso rejuvenescido no Grupo Ceará - gnaisse e migmatitos dominantes e consubstanciadas com observações de campo.

De acordo com a Carta Geológica do Brasil ao Milionésimo (1974), na coluna geológica, as regiões de Independência e Tauá, se acham representadas por rochas pertencentes ao Pré Cambriano Superior e Pré Cambriano Indiviso. Das rochas, do Pré Cambriano Superior, destacam-se os filitos xistos, biotita, gnaisse além de quartzitos e calcários cristalinos, enquanto o gnaisse - migmatitos e quartzitos predominam nas rochas pertencentes ao Pré Cambriano Indiviso.

4.2. - Fotografias, estereoscópio, curvímetro e planímetro

No presente trabalho foram utilizadas fotografias aéreas preto e branco de escala aproximada 1:25.000 datadas de 1958/62 tiradas pela firma: Serviços Aerofotográficos Cruzeiro do Sul S/A, e cedidas pe

lo executor do Projeto Favela, as quais foram utilizadas na elaboração dos fotomosaicos semi-controlados desse Projeto.

Para os trabalhos de fotointerpretação, no escritório empregou-se estereoscópio de bolso tipo D.F. Vasconcelos, e um planímetro polar com erro aproximado de 0,01mm, do tipo bolha, para determinar as áreas da bacia em estudo. Nas medições do perímetro e comprimento dos cursos d'água utilizou-se o curvímetro.

4.3. - Mapas e Mosaicos Aerofotográficos

Como mapas básicos utilizou-se: a) Folha SB. 24.H - II da SUDENE (1967), b) Mapa Geológico Preliminar do Ceará (1972), c) Mapa Exploratório - Reconhecimento de Solos do Estado do Ceará-Brasil (1972), d) Mosaicos semi-controlados (M-5 e M-9) e fotografias aéreas verticais preto e branco n^{os} 11277, 44594 e 44665 do Projeto Favela.

4.4. - Métodos de escritório

4.4.1. - Seleção das áreas de estudo

Após um exame das manchas de solos, interpretadas nos mosaicos (M-5 e M-9) semi-controlados do Projeto Favela do Município de Independência, foi feita a seleção das fotografias aéreas verticais (escala 1:25.000), onde provavelmente seriam encontradas as informações desejadas para a realização deste trabalho. Em seguida, através de um minucioso exame estereoscópico, foram traçadas as redes de drenagem, tendo sido considerados todos os canais de drenagem bem definidos, segundo a sugestão de autores como LUEDER (1959), RAY (1960) e VASQUES FILHO (1972).

Aplicando os princípios e métodos preconizados por autores como RAY (1960), FRANÇA (1968), VASQUES FILHO (1972), foi realizado o estudo das características das bacias hidrográficas. Este estudo visa a aplicação na fotointerpretação de solos, a qual é, em linhas gerais, baseada na análise e comparação dos dados obtidos em pequenas bacias hi-

drográficas. Para que sejam válidas esta comparação de dados e conclusões, conforme salientaram FRANÇA (1968), MARCHETTI (1969) e FREIRE (1977), é necessário que as bacias usadas como amostragem sejam da mesma ordem de rios. FRANÇA (1968) demonstrou que, em igualdade de condições, bacias de ordem diferentes apresentam modificações na composição e nas características das redes de drenagem. Em vista disto foram selecionadas bacias de mesma ordem para a realização do presente trabalho.

FRANÇA (1968), VASQUES FILHO (1972) e FREIRE (1977), usando bacias de 3ª ordem em seus estudos constataram uma maior influência do fator solo na composição e características das redes de drenagem. Por esta razão e tendo em vista o objetivo deste trabalho optou-se pela escolha de bacias de 3ª ordem. Escolhidas as bacias, estas foram copiadas e, através do pantógrafo, foram ampliadas para a escala 1:10.000, a fim de que fosse facilitada a determinação de suas propriedades dimensionais.

4.4.1.1. - Análise das bacias hidrográficas

Segundo descrição de FRANÇA (1968), as bacias hidrográficas são áreas fechadas, delimitadas por divisores de água que circundam toda a área de drenagem considerada e drenadas por um curso d'água e seus afluentes.

As bacias hidrográficas foram analisadas de acordo com o método de Buring citado por VASQUES FILHO (1972) e FREIRE (1977). De acordo com a orientação imposta, pelo método adotado, foram analisados os seguintes elementos correspondentes às propriedades dimensionais:

- (a) Área (A) - medida com planímetro e expressa em quilômetros quadrados;
- (b) Perímetro (P) - medido com curvímetro e expresso em quilômetros, sobre a linha do divisor de águas que circunda a bacia;
- (c) Número de segmentos de rios (canais) de cada ordem - foram computados o número de segmentos de rios de cada or

dem N_w ;

- (d) Comprimento de rios (canais) - foram medidos, com curvímetro, os comprimentos dos segmentos de rios de cada ordem em cada bacia (L_w), resultando de sua soma o comprimento total de rios de cada bacia hidrográfica (L_t). Para se obter o comprimento médio dos segmentos de rios, para cada ordem (L_m), dividiu-se o comprimento dos segmentos de rios (L_w) pelo número de segmentos de rios de cada ordem (N_w);
- (e) Maior comprimento (L) - medido, com escala graduada, e expressa em quilômetros, acompanhando aproximadamente o vale principal, desde a foz até o ponto extremo (cabeceira) e
- (f) Comprimento do curso (rio) principal (L_p) - medido com curvímetro e expresso em quilômetros, desde a foz até o ponto extremo sobre a linha do divisor d'água, acompanhando o sentido do vale principal.

4.4.1.2. - Análise das redes hidrográficas

Esta análise foi realizada com o objetivo de obter informações sobre as características das redes hidrográficas conforme o método seguido por FRANÇA (1968), VASQUES FILHO (1972) e FREIRE (1977).

Características das redes hidrográficas - Para a caracterização das redes hidrográficas foram estudadas as características descritivas e quantitativas.

(a) Características descritivas

As características descritivas do padrão de drenagem foram estudadas segundo LUEDER (1959).

(b) Características quantitativas

- Densidade de drenagem (D_d) - representa a relação en-

tre o comprimento total de rios de rede e a área da bacia considerada. Foi calculada segundo Horton, citado por FRANÇA (1968), VASQUES FILHO (1972) e FREIRE (1977);

- Frequência de rios (Fr) - representa a relação entre o número total de rios da rede de drenagem e a área da bacia. Foi calculada segundo Horton, citado por FRANÇA (1968), VASQUES FILHO (1972) e FREIRE (1977);
- Razão de textura (T) - representa a relação entre o número total de rios da rede e o perímetro da bacia (P). Foi determinada segundo modificações realizadas por FRANÇA (1968), para ser aplicada a fotografias aéreas;
- Extensão do percurso superficial - Foi calculado segundo Horton em 1945, citado por CHRISTOFOLETTI (1969). Este índice corresponde ao recíproco do dobro do valor de densidade de drenagem, ou seja: $Eps = \frac{1}{2Dd}$;
- Declividade média - De acordo com Bethlamy em 1973, citado por LIMA (1976), este índice foi determinado pela fórmula $S\% = 77 \times \frac{Lp}{P}$ onde S(%) é a declividade média em porcentagem, Lp é o comprimento do canal principal (desde a saída até o ponto mais longínquo do espigão) e P o perímetro da bacia;
- Coeficiente de compacidade - Foi determinado segundo BARRETO (1962) e VILELLA & MATTOS (1977). É calculado pela fórmula $Kc = 0,28 \frac{P}{\sqrt{A}}$ onde P é o perímetro da bacia hidrográfica, em quilômetros, A é a área da bacia em quilômetros quadrados e
- Fator de forma - Este fator foi determinado, segundo Horton em 1932, citado por LIMA (1976). É calculado pela fórmula $F = \frac{A}{L^2}$ onde F é o fator de forma, A a área da bacia e L o comprimento do eixo da bacia (da cabeceira até a foz).

4.5. - Método de campo

4.5.1. - Descrição morfológica e coleta das amostras de solos

Foi realizada a abertura de trincheiras, aproximadamente no centro de cada bacia com dimensões 1m x 1,5m e profundidades suficientes, para as descrições morfológicas dos perfis de solos, obedecendo as normas da Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, conforme LEMOS & SANTOS (1976). Foram coletadas amostras dos horizontes para as posteriores análises físicas e químicas. Os perfis 1, 2 e 3 correspondem às bacias e redes hidrográficas 1, 2 e 3 respectivamente.

4.6. - Métodos de laboratório

4.6.1. - Análises físicas

- (a) Umidade residual - determinada através do método gravimétrico;
- (b) Análise granulométrica do solo - realizada conforme o método internacional da pipeta;
- (c) Peso específico real - determinado pelo método do balão volumétrico usando-se álcool metílico;
- (d) Peso específico aparente - obtido pelo método do anel volumétrico de Kopechy;
- (e) Umidade a 1/3 de atmosfera - foi determinado segundo RICHARDS (1954) usando o extrator de placa porosa e
- (f) Umidade a 15 atmosferas - determinada conforme o método de RICHARDS (1954), usando-se o extrator de placa porosa.

4.6.2. - Análises químicas, realizadas de acordo com VETTORI (1969):

- (a) pH do solo em água e em KCl normal, pelo método potenciométrico;
- (b) fósforo utilizável - extração pelo método de Mehlich;
- (c) teor trocável de cálcio e magnésio do solo - extraído pelo acetato de amônio normal em pH 7 e dosado com EDTA;
- (d) sódio e potássio trocáveis do solo - extraídos pelo acetato de amônio normal em pH 7 e determinado pelo fotômetro de chama;
- (e) acidez trocável ($H^+ + Al^{+++}$) - determinada através da solução extratora normal de acetato de cálcio em pH 7,0/7,1;
- (f) alumínio trocável - extraído com a solução normal de KCl e titulado com NaOH 0,05N usando como indicador o azul de bromotimol;
- (g) carbono orgânico por via úmida - extraído com a solução 0,4 N de bicromato de potássio ($K_2Cr_2O_7$) 0,4 N em meio ácido e
- (h) sílica (SiO_2), sesquióxido de alumínio (Al_2O_3) e sesquióxido de ferro (Fe_2O_3) - através do ataque do H_2SO_4 concentrado.

4.7. - Critérios de classificação dos solos

Os critérios adotados para a classificação dos solos foram os mesmos que vêm sendo utilizados pela legenda da Comissão de Pesquisas Pedológica contida no Levantamento Exploratório - Reconhecimento de Solos do Estado do Ceará (1973).

5. - RESULTADOS

Os resultados obtidos na presente pesquisa são apresentados a seguir.

5.1. - Da posição geográfica das bacias hidrográficas

A Figura 3 é o resultado de uma localização mais aproximada, procedida em campo, das bacias hidrográficas consideradas.

5.2. - Da seleção das bacias hidrográficas

A Figura 4 apresenta as bacias hidrográficas selecionadas a partir de fotografias aéreas verticais na escala aproximada de 1:25.000, de acordo com os critérios adotados pelos autores seguintes: LUEDER (1959), RAY (1960), FRANÇA (1968), MARCHETTI (1969), VASQUES FILHO (1972) e FREIRE (1977). A Figura 5 mostra essas bacias, ampliadas para a escala 1:10.000.

5.3. - Das características dimensionais das bacias hidrográficas

No Quadro 2 estão apresentadas as características dimensionais, empregadas na caracterização das bacias hidrográficas de 3ª ordem 1, 2 e 3.

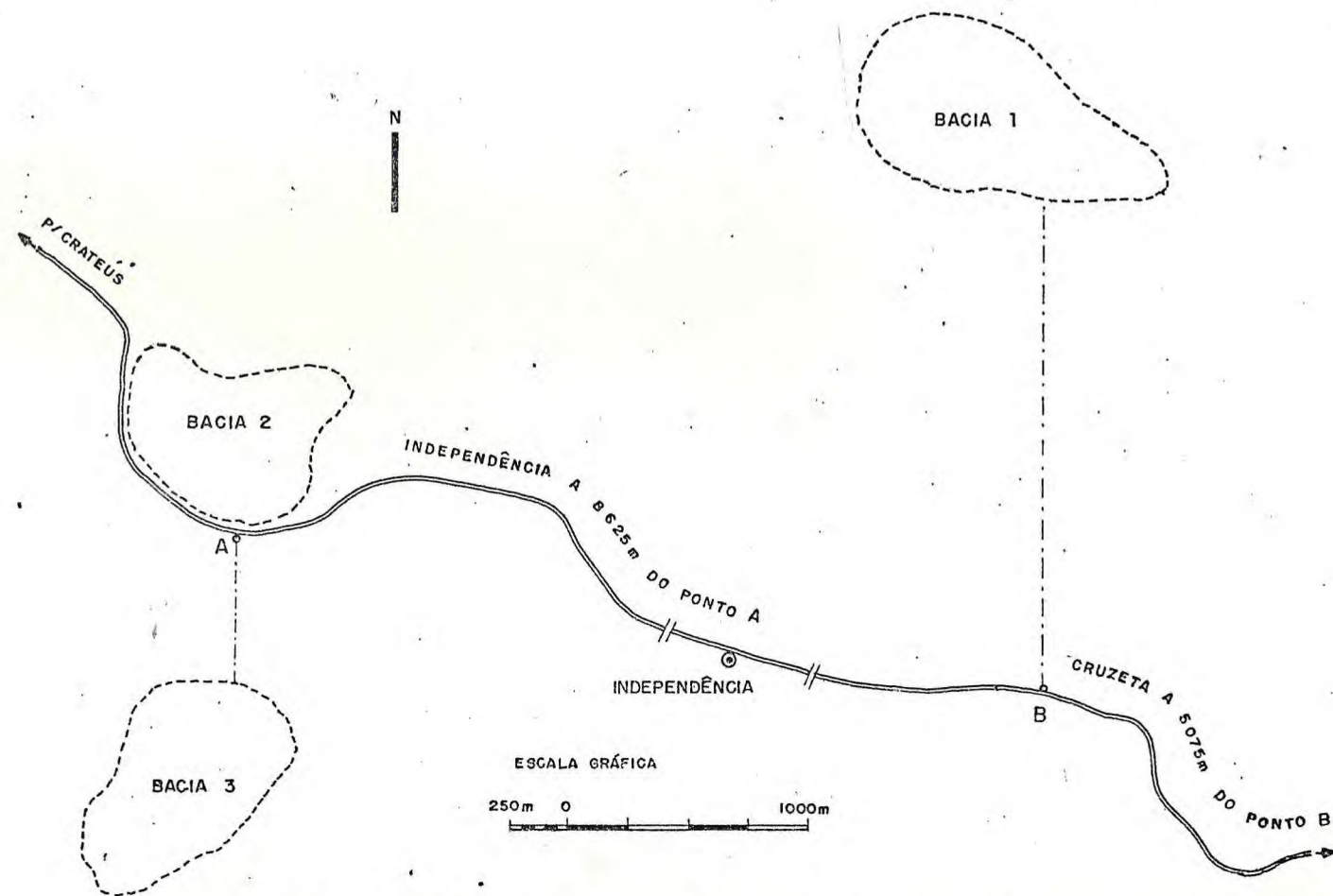


Figura 3 - Mapa de localização das bacias hidrográficas na Quadrícula de Independência - Ce



BACIA 1



BACIA 2



BACIA 3

ESCALA GRÁFICA:

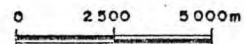


Figura 4 - Bacias hidrográficas de 3º ordem na Quadrícula de Independência-Ce

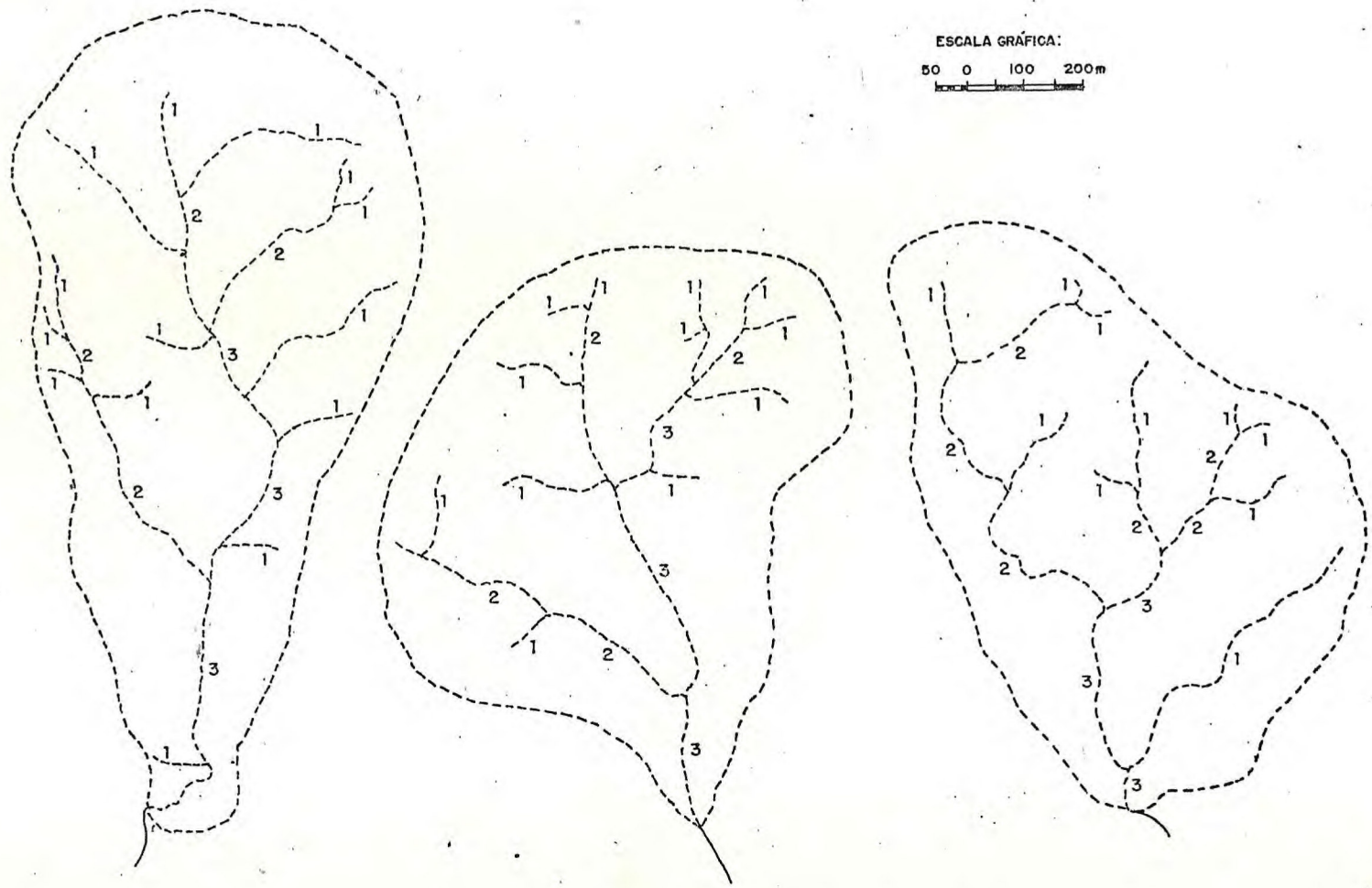


Figura 5 - Bacias hidrográficas de 3ª ordem na Quadrícula de Independência - Ce

Quadro 2 - Propriedades Dimensionais das Bacias Hidrográficas, Propriedades Descritivas e Quantitativas das Redes Hidrográficas

Propriedades Dimensionais das Bacias Hidrográficas										
	Área km ²	Perímetro km	Número de Segmentos de Rios (Canais) de Cada Ordem Nw km			Comprimento de Rios (Canais) de Cada Ordem (Lw) km			Maior Comprimento ou Comprimento do Eixo da Bacia (L) km	Comprimento do Curso Principal (Lp) km
			1. ^a Ordem	2. ^a Ordem	3. ^a Ordem	1. ^a Ordem	2. ^a Ordem	3. ^a Ordem		
Bacia 1	0,640	3,40	14	3	1	1,80	1,00	0,90	1,42	0,90
Bacia 2	0,527	2,85	13	4	1	0,75	0,90	0,75	1,01	0,75
Bacia 3	0,540	2,80	10	4	1	1,40	1,15	0,48	1,00	0,48

Características Descritivas das Redes Hidrográficas			
	Rede 1	Rede 2	Rede 3
Tipo ou Modelo	dendrítico	dendrítico	dendrítico
Grau de Integração	integrada	integrada	integrada
Grau de Uniformidade	uniforme	uniforme	uniforme
Regime Fluvial	intermitente	intermitente	intermitente

Características Quantitativas das Redes Hidrográficas							
	Densidade de Drenagem (Dd) km/km ²	Frequência de rios (Fp) canais / km ²	Razão de Textura canais/km	Extensão do percurso superficial (Eps) km	Declividade média (%S)	Coefficiente de Compacidade (Kc)	Fator de Forma F
Rede 1	5,78	28,12	5,29	0,0865	20,38	1,2	0,32
Rede 2	4,55	34,15	6,31	0,1098	20,26	1,1	0,51
Rede 3	5,60	27,77	5,36	0,0892	13,20	1,1	0,54

5.4. - Das análises das redes hidrográficas

O estudo das características das redes hidrográficas forneceu os resultados apresentados no Quadro 2, onde estão indicadas as características descritas das redes hidrográficas.

5.5. - Das características quantitativas das redes hidrográficas

Estão apresentadas, também no Quadro 2, as características quantitativas das redes hidrográficas estudadas, relacionando-se o número de segmentos e comprimentos de rios (canais), ao perímetro e área das respectivas bacias hidrográficas.

5.6. - Das descrições morfológicas dos solos (Perfis 1, 2 e 3)

Os resultados das descrições morfológicas dos perfis dos solos 1, 2 e 3 correspondentes as bacias hidrográficas 1, 2 e 3 são apresentadas a seguir.

Perfil 1

Data: 18.05.78

Classificação - BRUNO NÃO CÁLCIO textura média fase caatinga hiperxerófila relevo ondulado.

Unidade - COELHO

Localização - Estado do Ceará - Município de Independência. A direita da estrada BR-226 Cruzeta-Independência, distando 5,076 km de Cruzeta.

Situação e declividade - Trincheira aberta a 2,025 km da estrada correspondendo aproximadamente ao centro da bacia 1 situada no terço médio da elevação, com 35% de declive em capoeira de algodão arbóreo.

Altitude - aproximadamente 615 metros.

Litologia e Formação Geológica: gnaiss biotítico ou biotita xisto pertencendo ao Pré-Cambriano.

Material originário: gnaiss, biotita e biotita xisto.

Relevo local - ondulado

Relevo regional - ondulado a montanhoso

Erosão - laminar severa

Drenagem - moderadamente drenado

Vegetação local - constituída de espécies como marmeleiro, algodão arbóreo, bamburral, aroeira, jurema, etc.

Vegetação regional - caatinga hiperxerófila

Uso atual - algodão arbóreo

Descrição do Perfil 1

A₁ 0 - 9 cm; vermelho acinzentado (10R 4/2 úmido); franco; forte médio e muito grande, granular e grumos; grandes e muitos poros; friável, plástico e pegajoso; transição horizontal e difusa.

II Bt 9 - 42 cm; vermelho acinzentado (10R 4/2, úmido); argilosa; moderada, média, muito grande e granular; poros médios e comuns; friável, plástico, muito pegajoso; transição quebrada e abrupta.

II C 36 - 42 cm; - rocha em decomposição.

Raízes - Abundantes e finas, pivotantes no horizonte A₁; comuns e finas pivotantes no B e raras e muito finas, pivotantes no C.

Observações - (1) Perfil provavelmente truncado.

(2) Presença de krotovinas no horizonte A e B.

Examinadores: F. A. M. Lima, F. P. Lima e J. C. Corrêa.

Perfil 2

Data: 19.05.78

- Classificação - PLANOSOL SOLÓDICO A fraco textura arenosa/média fase caatinga hiperxerófila, relevo suave ondulado.
- Unidade - VIANA 1
- Localização - Estado do Ceará - Município de Independência, à direita da estrada BR-226 - Independência-Crateús, distando 8,625km do Município de Independência.
- Situação e declividade - Trincheira aberta a 250m da estrada; correspondendo aproximadamente ao centro da bacia, no terço médio da encosta, suave ondulada com 12% de declive.
- Altitude - aproximadamente 335m.
- Litologia e formação geológica - Gnaiss pertencente ao Pré-Cambriano.
- Material originário - Gnaiss e migmatitos com influência de recobrimento de material pedimentar.
- Relevo local - Suave ondulado
- Relevo regional - Suave ondulado
- Pedregosidade - Presença de pequena quantidade de matacões
- Erosão - Laminar moderada
- Drenagem - Moderadamente drenado
- Vegetação local - constituída de espécies como: marmeleiro, mofumbo, malva branca, panasco e etc.
- Vegetação regional - caatinga hiperxerófila

Uso atual - sem uso

Descrição do Perfil 2

A₁ 0 - 16 cm; bruno claro acinzentado (10YR 6/3), úmido, areia franca cascalhenta, maciça; poros médios, comuns, ligeiramente plástico e não pegajoso, transição quebrada e clara.

II Bt 16 - 25 cm; variegado de amarelo (10YR 7/6 úmido), vermelho (2,5YR 4/6, úmido); franco argiloso arenoso com cascalho; moderada, grande a média em blocos subangulares; poros pequenos e poucos; firme, plástico e pegajoso, transição quebrada e clara.

II C 25 - 46 cm, rocha em decomposição.

Raízes - Poucas, muito finas pivotantes e fasciculada no horizonte A, comuns e finas no horizonte B, raras e finas pivotantes no horizonte C.

Observações - (1) Presença de calhaus angulosos de quartzo nos horizontes A e B.

(2) Afloramento de rocha e presença do pavimento desértico.

Examinadores: José Carlos Corrêa, Francisco A. M. Lima.

Perfil 3

Data: 19.05.78

Classificação - PLANOSOL SOLÓDICO v_ér_tico A fraco textura média/ar_gilosa fase caatinga hiperxerófila relevo suave ondulado.

Unidade - VIANA 2

Localização - Estado do Ceará - Município de Independência, a esquerda da estrada BR-226 Independência-Crateús, distando 8,625km do Município de Independência.

Situação e declividade - Trincheira aberta a 1,125 km da estrada, correspondente ao centro da bacia em terço inferior da encosta muito suave com 10% de declividade.

Altitude - Aproximadamente 335m.

Litologia e Formação Geológica - Gnaiss pertencente ao Pré-Cambriano.

Material originário - Gnaiss e migmatitos com influência de recobrimento de material pedimentar.

Relevo local - suave ondulado

Relevo regional - suave ondulado

Pedregosidade - Presença de pequena quantidade de matacões.

Erosão - Laminar moderada

Drenagem - Moderadamente drenada

Vegetação local - marmeleiro, angico, mofumbo, jurema, malva, sabiã, coroa de frade e etc.

Vegetação regional - Caatinga hiperxerófila

Uso atual - sem uso.

Descrição do Perfil 3

A₁ 0 - 18 cm; bruno avermelhado claro (10YR 6/4, úmido); areia franca, cascalhenta; fraca, grande e média em blocos subangulares; poros médios e comuns; friável, não pegajoso; transição plana e abrupta.

II Bt 18 - 52 cm; bruno (7,5YR 5/4 úmido); argila arenosa cascalhenta; forte, média a grande em blocos angulares; poros pe

quenos e poucos; cerosidade fraca e pouca; muito firme, plás-
tico e pegajoso; transição quebrada e clara.

II C 52 - 60 cm; rocha em decomposição.

Raízes - Poucas e muito finas pivotantes no horizonte A, co-
muns e finas no horizonte B, raras e muito finas
no horizonte C.

Observação - (1) Presença de pavimento desértico e aflora-
mento rochoso.

Examinadores: José Carlos Corrêa, F. A. M. Lima e F. P. Li-
ma.

5.7. - Das análises físicas e químicas (Perfis 1, 2 e 3)

Os resultados das análises físicas e químicas das amostras
dos três perfis examinados, estão apresentados nos Quadros 3, 4 e 5.

5.8. - Da classificação dos solos

Como resultado das descrições morfológicas, análises físi-
cas e químicas foram classificados os seguintes solos: BRUNO NÃO CÁLCI-
CO textura média, PLANOSOL SOLÓDICO A fraco textura arenosa/média, e
PLANOSOL SOLÓDICO vértico A fraco textura média/argilosa. Estes solos
correspondem respectivamente às bacias hidrográficas: 1, 2 e 3.

Resultados das Análises Físicas e Químicas do Perfil 1

Horizonte ou Camada		Amostra Seca ao Ar %			Composição Granulométrica %				Argila Natural %	Classificação Textural	Grau de Floculação	Porosidade Natural
Símbolo	Profundidade cm	Calhaus	Cascalho	Terra Fina	Areia Grossa	Areia Fina	Silte	Argila				
A ₁	0 - 9	0	31,0	69,0	10,49	38,84	34,32	16,35	11,21	franco	31	49
II Bt	9 - 36	0	15,2	84,8	14,17	35,62	28,12	22,09	0,94	franco argilo arenoso	22	46

Densidade		Umidade %		Água Útil %	pH		CE a 25°C Ext. Sat. mmhos/cm	Carbono %	Nitrogênio %	C/N	Matéria Orgânica	P Assimilável mg/100 g	PSI
Aparente	Real	1/3 Atm.	15 Atm.		H ₂ O	KCl							
1,36	2,71	19,8	10,5	9,3	6,80	5,90	0,65	1,320	0,127	10	2,27	10,26	0,4
1,41	2,66	19,8	10,7	9,1	6,80	5,50	0,25	0,750	0,065	11	1,29	8,46	0,4

Complexo Sortivo mE/100 g de Solo								100 S/T (V) %	SiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	K _i	K _r
Ca ++	Mg ++	K +	Na +	S	H++ + Al3+	Al 3+	T						
11,60	4,70	0,45	0,08	16,83	0	0	16,83	100	21,87	7,15	6,23	5,19	3,37
13,00	5,80	0,10	0,08	18,98	0	0	19,98	100	23,20	8,00	6,17	4,93	3,32

Resultados das Análises Físicas e Químicas do Perfil 2

Horizonte ou Camada		Amostra Seca ao Ar %			Composição Granulométrica %				Argila Natural %	Classificação Textural	Grau de Floculação	Porosidade Natural
Simbolo	Profundidade cm	Calhaus	Casca lho	Terra Fina	Areia Grossa	Areia Fina	Silte	Argila				
A ₁	0 - 16	21	27	52	28,04	49,12	16,30	6,04	1,20	areia franca	80	37
II Bt	16 - 25	25	19	56	25,74	39,61	15,26	19,39	8,98	franco arenoso	53	42
II C	25 - 46+	0	0	0	44,55	36,41	14,69	4,35	2,30	areia franca	47	-

Densidade		Umidade %			Água Útil	pH		CE a 25°C Ext. Sat. mmhos/cm	Carbono %	Nitrogênio %	C/N	Matéria Orgânica	P Assimilável mg/100 g	PSI
Aparente	Real	1/3 Atm.	15 Atm.	%	H ₂ O	KCl								
1,58	2,54	8,2	3,0	5,2	5,00	4,00	0,25	0,610	0,044	13	1,04	0,19	0,8	
1,46	2,55	11,9	6,4	5,5	5,50	3,70	0,75	0,390	0,034	11	0,67	0,00	2,6	
-	-	13,9	7,4	6,5	6,10	3,70	0,30	0,360	0,028	12	0,61	0,03	12,2	

Complexo Sortivo mE/100 g de Solo								100 S/T (V) %	SiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	K _i	K _r
Ca ++	Mg ++	K +	Na +	S	H+ +Al3+	AL 3+	T						
0,85	0,60	0,10	0,03	1,58	1,98	0,32	3,56	44	5,22	3,07	1,05	2,89	2,41
1,60	1,00	0,15	0,14	2,89	2,47	0,82	5,36	53	11,55	7,25	1,83	2,71	2,34
2,50	3,10	0,16	1,10	6,86	2,14	0,52	9,00	76	18,06	10,18	2,66	3,01	2,61

Resultados das Análises Físicas e Químicas do Perfil 3

Horizonte ou Camada		Amostra Seca ao Ar %			Composição Granulométrica %				Argila Natural %	Classificação Textural	Grau de Flocculação	Porosidade Natural
Símbolo	Profundidade cm	Calhaus	Casca lho	Terra Fina	Areia Grossa	Areia Fina	Silte	Argila				
A ₁	0 - 18	8,6	18,2	73,2	36,92	29,52	16,66	16,90	0	franco arenoso	100	40
II Bt	18 - 52	6,4	18,3	75,3	18,42	14,22	14,70	52,65	42,95	argila	18	42

Densidade		Umidade %			Água Útil	pH		CE a 25°C Ext. Sat. mmhos/cm	Carbono %	Nitrogênio %	C/N	Matéria Orgânica	P Assimilável mg/100 g	PSI
Aparente	Real	1/3 Atm.	15 Atm.	%	H ₂ O	KCl								
1,50	2,54	6,1	2,3	3,8	5,80	4,70	0,30	0,486	0,034	14	0,83	0,07	1,3	
1,49	2,57	27,3	18,1	9,2	5,10	3,60	0,77	0,600	0,054	11	1,03	0,03	6,8	

Complexo Sortivo m//100 g de Solo								100 S/T (V) %	SiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	K _i	K _r
Ca ++	Mg ++	K +	Na +	S	H++ + Al3+	Al 3+	T						
1,40	1,20	0,13	0,05	2,78	0,99	0,03	3,77	74,0	3,56	2,56	0,60	2,36	2,10
7,60	6,30	0,18	1,29	15,37	3,62	0,66	19,00	80,5	24,75	8,00	2,83	5,26	4,33

6. - DISCUSSÕES

6.1. - Das características da bacia hidrográfica 1

Em relação às características descritivas, da bacia hidrográfica 1, observa-se no Quadro 2, que esta ao se apresentar como o modelo dendrítico, indica que não existe controle topográfico ou estrutural tectônico, conforme afirmações de RICCI & PETRI (1965). O controle está estritamente ligado à litologia devido ao material de origem do solo, correspondente à bacia hidrográfica, possuir uma considerável impermeabilidade e resistência à erosão. O grau de integração e de uniformidade confirmam a uniformidade do material do solo da bacia. Quanto ao regime fluvial, verificamos que os cursos d'água fluem somente na época da chuva.

Observamos no Quadro 2, que a densidade de drenagem da bacia apresenta um valor igual a $5,78 \text{ km/km}^2$, o que lhe confere uma baixa densidade, de acordo com os valores adaptados por CHRISTOFOLETTI (1969). Este resultado fornece informações de que o solo, desta bacia hidrográfica, é formado de materiais grosseiros, conferindo-lhe uma boa permeabilidade de acordo com RAY (1960) e RICCI & PETRI (1965). Estas características, acima citadas, entretanto não traduzem as condições reais da bacia estudada. Isto é, se observa que esta bacia apresenta uma declividade média razoável (20,38%), conforme Quadro 2, o que proporciona um bom escoamento superficial. Além do mais este solo apresenta as se-

guintes características: uma pequena espessura sobre rocha impermeável, uma cobertura vegetal que oferece pequena capacidade de proteção contra o impacto das gotas de chuva e do escoamento superficial, conforme RAY (1960), RICCI & PETRI (1965), FRANÇA (1968), VASQUES FILHO (1972) e FREIRE (1977). Todas estas propriedades, acima citadas, proporcionariam, pelo menos, uma densidade de drenagem média. Este índice, portanto, não foi significativo na caracterização desta bacia hidrográfica, o que vai de encontro às afirmações de LIMA (1976) ao afirmar que a densidade de drenagem caracterizaria um solo. Entretanto, convém salientar, que estes valores foram determinados para solos em que as condições climáticas, de vegetação e etc., são completamente diferentes da área por ele estudada.

Em relação a razão de textura, que é um índice semelhante à frequência de rios, RAY (1960), observa-se que esta bacia hidrográfica, de acordo com os valores adaptados por FRANÇA (1968), apresenta uma textura média. Numa tentativa de enquadrar a referida área, de acordo com a teoria do ciclo de erosão de Davis, a mesma tem características pertinentes ao fim da maturidade, com tendências para a senilidade.

Conforme os valores obtidos e apresentados no Quadro 2, relacionados à forma da bacia hidrográfica, observamos que o coeficiente de compacidade, de acordo com BARRETO (1962), nesta bacia, poderá ocorrer grandes enchentes, devido a este coeficiente (1, 2), estar bem próximo da unidade. Se atentarmos, em seguida, para o valor do índice fator de forma, desta bacia, verificamos que, segundo Horton em 1945, citado por LIMA (1976), a bacia não tem tendências a inundações e sua forma, tende para alongada, de acordo com indicações fornecidas pelas Figuras 4 e 5. Para esta bacia, o valor do fator de forma foi mais coerente na indicação desta característica do que o coeficiente de compacidade, visto que a própria declividade média da bacia comprova tal afirmação.

6.2. - Das características da bacia hidrográfica 2

O resultado das características descritivas, da bacia hidrográfica 2, contidas no Quadro 2, mostra que esta apresenta um modelo

dendrítico. O modelo indica, segundo RICCI & PETRI (1965) e FREIRE (1977), que na área não há existência de controle estrutural tectônico ou topográfico, sendo que o controle está estritamente ligado à litologia cujo material é impermeável e resistente aos processos erosivos. Esta uniformidade é comprovada pelo grau de integração e de uniformidade. Devido ao regime fluvial observado, ser do tipo intermitente, os cursos d'água só fluem na época chuvosa.

O valor, inferior a $7,5\text{km}/\text{km}^2$, da densidade de drenagem da bacia, indica que a mesma apresenta uma baixa densidade, de acordo com os índices adaptados por CHRISTOFOLETTI (1969). Conforme os autores, RAY (1960) e RICCI & PETRI (1965), estes índices indicam que o solo desta bacia hidrográfica, apresenta uma boa permeabilidade. Se observarmos, as propriedades da bacia, verificamos que: sua declividade média é igual a 20,26%, conforme indica o Quadro 2; seu solo possui um espesso horizonte A_1 , sobre um sub-horizonte Bt, com deficiência de drenagem, devido o adensamento desta camada que, por sua vez, repousa sobre uma rocha de baixa permeabilidade; a cobertura vegetal, oferece uma deficiente proteção, contra os processos erosivos realizados pela água da chuva. Como observamos, todas as propriedades acima citadas, fornecem condições favoráveis, para que esta bacia hidrográfica apresente pelo menos uma densidade de drenagem média.

Observa-se no Quadro 2, que a razão de textura, desta bacia, apresenta um valor igual a 6,31, o que lhe confere uma classe de textura fina, de acordo com os índices adaptados por FRANÇA (1968); esta propriedade indica, que o relevo desta bacia, se encontra no estágio de maturidade do ciclo de erosão, conforme Smith em 1950, citado por FREITAS (1952). As propriedades do solo, tais como, a espessura e impermeabilidade da camada superficial, a cobertura vegetal e o clima foram os fatores que influenciaram neste resultado.

Em relação à forma da bacia hidrográfica, observa-se no Quadro 2 que o coeficiente de compacidade apresenta um valor próximo à unidade indicando que, nela deverá ocorrer grandes enchentes, conforme BARRETO (1962) e VILELLA & MATTOS (1977). O referido valor corresponde plenamente às propriedades do solo (pequena permeabilidade, e reduzida es-

pessura), e da sua cobertura vegetal (tipo caatinga hiperxerófila). De acordo com os dados, do fator de forma, contidos no mesmo Quadro, não deverá ocorrer grandes enchentes conforme LIMA (1976) e VILELLA & MATTOS (1977). Baseado neste resultado, observamos que as informações, fornecidas pelo fator de forma, não correspondem às fornecidas pelo coeficiente de compacidade. Ao atentarmos para as propriedades do solo, acima citadas, sua cobertura vegetal e a forma desta bacia, nas Figuras 4 e 5, verificamos que o coeficiente de compacidade foi mais coerente na caracterização desta propriedade.

6.3. - Das características da bacia hidrográfica 3

Esta bacia, conforme mostra o Quadro 2, apresenta-se com um modelo dendrítico, indicando, conforme RICCI & PETRI (1965), que não existe controle estrutural tectônico ou topográfico, havendo somente o controle litológico. Estas afirmações, são em parte, comprovadas pelo grau de integração e de uniformidade. O regime fluvial desta bacia é intermitente o que indica que os cursos d'água fluem somente na época de chuva.

A densidade de drenagem, desta bacia, apresenta valor inferior a $7,5 \text{ km/km}^2$, conforme indica o Quadro 2. Segundo os índices adaptados por CHRISTOFOLETTI (1969), este valor indica uma baixa densidade de drenagem. Baseado neste resultado, o solo da bacia hidrográfica é constituído de materiais grosseiros, conferindo-lhe conseqüentemente, uma boa permeabilidade, conforme RAY (1960) e RICCI & PETRI (1965). Na realidade isto não ocorre. Observa-se que este solo é pouco espesso, constituído por um horizonte sub-superficial Bt que é totalmente impermeável, devido seu alto teor de argila dispersa, pelo elemento sódio. Em decorrência destas propriedades se tornarem desfavoráveis ao desenvolvimento das plantas, estes solos se acham desprotegidos da cobertura vegetal, o que implica no escoamento superficial maior. Logo, o valor do índice, adaptado por CHRISTOFOLETTI (1969), não corresponde à realidade da área de estudo. Como se observa, todas as propriedades dos solos supra citadas, favoreceriam um escoamento superficial, o que proporcionaria o aparecimento de uma rede de drenagem relativamente densa.

Em relação à razão de textura, observa-se no Quadro 2, que este valor é igual a 5,36 e de acordo com os índices adaptados por FRANÇA (1968), este valor confere à bacia uma classe textural média, o que indica um estágio intermediário de erosão do solo. Esta propriedade dependeu dos mesmos fatores que afetaram a densidade de drenagem.

Quanto à maior ou menor tendência a inundações da bacia, observa-se que no Quadro 2, o valor do coeficiente de compacidade, está próximo da unidade indicando com isto, que deverá ocorrer grandes inundações de acordo com BARRETO (1962) e VILELLA & MATTOS (1977). Este valor, de certa forma, corresponde às características do solo tais como: pequena espessura, baixa permeabilidade e deficiente cobertura vegetal. Para o valor correspondente ao fator de forma, contidos no Quadro 2, não deverá ocorrer inundações nesta área, segundo LIMA (1976) e VILELLA & MATTOS (1977), por apresentar uma forma distante da circular. As informações fornecidas pelo fator de forma, vão de encontro às fornecidas pelo coeficiente de compacidade. De acordo com as propriedades deste solo a forma da bacia hidrográfica apresentada nas Figuras 4 e 5, evidencia-se que o dado, correspondente ao coeficiente de compacidade, é mais eficaz na determinação da propriedade acima discutida.

6.4. - Da composição das bacias hidrográficas (1, 2 e 3)

Seguindo a diretriz de FRANÇA (1969), que afirma serem comparáveis as redes de drenagem com mesma ordem de ramificação, verificou-se neste trabalho certa dificuldade na separação dos solos pelo número de segmentos de rios. No Quadro 2, os resultados do número de segmentos de rios são semelhantes para os três tipos de solos. Os números de segmentos de rios confirmam de certa forma, as afirmações de VASQUES FILHO (1972) ao dizer que são ainda necessários, para a caracterização da rede de drenagem, os valores de densidade de drenagem e frequência de rios. Conforme SOUSA (1975), o número de segmentos de rios, é diretamente proporcional às declividades médias, visto que os solos, com declives mais acentuados, com menor relação infiltração/deflúvio, apresentam um maior número de segmentos de rios. Pelos dados do número de segmentos de rios das bacias, verificamos que estes valores foram influencia-

dos pela declividade, além das características dos perfis dos solos e da vegetação nestas bacias hidrográficas.

6.5. - Das características descritivas das bacias hidrográficas

As inferências que a análise descritiva dos padrões de drenagem permitem são de que as bacias 1, 2 e 3 apresentam material onde a resistência à erosão é mais ou menos uniforme, conforme RICCI & PETRI (1965), indica a possível presença de rochas compactas, ígneas ou metamórficas, com ausência de controle estrutural. Ambas apresentam pouca orientação. São bem uniformes e integradas o que confirma de certa maneira o modelo dendrítico.

Para VALÉRIO FILHO et alii (1976), na análise descritiva das redes hidrográficas, preocupamo-nos em estudar os padrões de drenagem de uma região, de modo a inferir os diferentes solos que nela ocorrem. Essa inferência é feita baseada na premissa de que padrões de drenagem refletem a influência do controle estrutural subjacente ao solo, a espessura, as características e o tipo de rocha que deu origem a este solo.

Os resultados apresentados no Quadro 2 e ilustrados nas Figuras 4 e 5 não indicam diferenças entre os solos e revelam um significado relativo e subjetivo, dando margem a interpretações pessoais. Assim, as características descritivas, propostas por LUEDER (1959), não permitiram uma caracterização consistente das redes de drenagem, em termos de diferenças entre solos.

Como advertiu LUEDER (1959), mesmo que se faça uma descrição detalhada da rede de drenagem, a interpretação de sua significância não é fácil, requerendo uma combinação de conhecimentos, tanto teóricos como práticos, para se poder correlacionar os aspectos da imagem fotográfica, com as condições reais do terreno. Além disso, como concluíram FRANÇA (1968) e MARCHETTI (1969), por mais minuciosa que seja a descrição, ainda permanecerá um tanto vaga, para permitir a identificação de delimitação de solos por fotointerpretação, a não ser em trabalhos de generalização muito grande.

Pelas características descritivas, se evidencia, que, mesmo se utilizando solos perfeitamente distintos, ocorrem semelhanças de resultados em certos casos. Ressalvando-se a pequena importância destas características, na caracterização e separação de solos, vale frizar que, as mesmas deverão ser usadas como complemento nesta separação, principalmente pelo caráter regional a que elas estão sujeitas e pelas informações sobre o controle estrutural tectônico, topográfico e litológico. Estas afirmações estão de acordo com RICCI & PETRI (1965), que fazem uma advertência no sentido de que estes padrões são difíceis de serem universalmente pré-estabelecidos devido ao clima condicionar a erosão e desenvolver em solos semelhantes, modelos diferentes em regiões temperadas, tropicais e desérticas.

6.6. - Das características quantitativas das bacias hidrográficas

As características quantitativas foram estudadas devido à sua maior significância sobre a diferença entre solos, procurando-se eliminar o caráter subjetivo dos termos descritivos.

Estudos de características quantitativas, de rede de drenagem, visando correlacionar índices morfométricos com o desenvolvimento das redes e natureza dos materiais subjacentes (rochas) ou solos, evidenciaram fatores responsáveis pelo desenvolvimento das redes de drenagem, tais como: relação infiltração/deflúvio, por LUEDER (1959); resistência a erosão, por RAY (1963) e RICCI & PETRI (1965). A falta de consistência dos dados obtidos por estes autores pode ser explicada pela heterogeneidade, sob o ponto de vista pedológico, do material com que trabalharam.

De acordo com a fórmula de Densidade de Drenagem, observa-se que este valor é diretamente proporcional ao comprimento de rios. Segundo os valores adaptados por CHRISTOFOLETTI (1969), as densidades de drenagem, das bacias hidrográficas estudadas, contidas no Quadro 2, podem ser classificadas como baixa densidade de drenagem. Devido a esta classificação, os tipos de solos, morfogeneticamente diferentes (topografia diferente, etc.), são enquadrados numa mesma classe de densidade

de drenagem, o que voltariamos ao caráter subjetivo, adotado por LUEDER (1959), RAY (1963), RICCI & PETRI (1965), prejudicando a finalidade de utilização de parâmetros fotoanalíticos na identificação e separação de solos.

Os resultados referentes às características quantitativas das redes de drenagem que constam do Quadro 2 demonstram que somente a densidade de drenagem não caracteriza uma bacia hidrográfica sendo pouco consistente como indicadora da diferença entre solos. Isto vai de encontro às conclusões de FRANÇA (1968), MARCHETTI (1969) e VASQUES FILHO (1972) ao afirmarem o contrário. Caso compare-se as redes hidrográficas 2 e 3, correspondentes aos solos PLANOSOLOS, observa-se que a Rede hidrográfica 2 apresenta o valor da densidade de drenagem inferior à Rede hidrográfica 3, entretanto a frequência de rios e razão de textura, que deveriam ser também inferiores, não o são, como acontece nos trabalhos dos referidos autores. Além do mais, a declividade média e a extensão do percurso superficial comprovam tal afirmativa, pois estes valores deveriam ser também inferiores aos da Rede hidrográfica 3. Para este trabalho, os dados referentes à frequência de rios, razão de textura, declividade média e extensão do percurso superficial, mostram-se mais coerentes e consistentes na caracterização dos solos PLANOSOLOS em estudo. Comparando-se os valores da extensão do percurso superficial, definida por GONDOLFI (1968), como a distância média percorrida pelas enxurradas antes de encontrar o canal permanente, das bacias hidrográficas 2 e 3, observa-se que a bacia 2 apresenta valor maior que a bacia 3. Isto indica que aquela possui maior escoamento superficial. A conclusão é confirmada pelos valores da declividade média entre as duas bacias pois a declividade média da bacia 2 é maior que a bacia 3. E, de acordo com VILLELLA & MATTOS (1977), a declividade média controla em boa parte a velocidade com que se dá o escoamento superficial e o tempo que leva a água da chuva para concentrar-se nos leitos fluviais que constituem a rede de drenagem das bacias. Em relação a bacia hidrográfica 1, observa-se que, embora apresente uma declividade média superior às outras bacias estudadas, a extensão do percurso superficial é inferior. Este resultado poderá dar indícios de que o solo BRUNO NÃO CÁLCICO referente a esta

bacia apresenta, uma melhor permeabilidade e cobertura vegetal em relação às outras bacias estudadas. Os dados referentes à frequência de rios, razão de textura, declividade média e extensão do percurso superficial, se mostraram mais consistentes, na caracterização desta bacia.

Baseado em CHRISTOFOLETTI (1974), LIMA (1976) e VILLELA & MATTOS (1977), índices de grande importância, foram obtidos nesta pesquisa. Estes índices estão relacionados com a forma da bacia (servem para caracterizar as irregularidades da forma das bacias), os quais atuam sobre o comportamento hidrológico das mesmas. Embora estes índices sejam pouco consistentes para estabelecer diferenciação entre solos conforme afirmam FRANÇA (1968), MARCHETTI (1969) e VASQUES FILHO (1972), os mesmos auxiliaram, juntamente com outros índices, na caracterização das bacias estudadas.

Como se observa, o tipo do padrão, as características quantitativas da rede de drenagem ou sua composição, não servem para caracterizar, isoladamente, uma rede de drenagem, uma vez que esses resultados podem se combinar de formas diferentes em diferentes tipos de solos.

6.7. - Dos solos das bacias hidrográficas

Os solos destas bacias, estão localizados na depressão sertaneja, a qual apresenta a característica de se encontrar embutida entre maciços residuais. Devido esta depressão se situar em altitude baixa, a semi-aridez se torna acentuada, conforme se depreende dos dados climáticos, obtidos pela SUDENE (1967), contidos no Quadro 1. Como se observa, o clima da região em estudo, é semi-árido, muito quente, com precipitações pluviométricas relativamente baixas e irregulares e um período seco muito nítido durante o ano. Estas precipitações e temperaturas, condicionam a esta região uma vegetação do tipo caatinga hiperxerófila e caatinga hipoxerófila, constituída da única espécie arbórea jurema e de espécies arbustivas tais como: marmeleiro, mufumbo, malva, sabiá, coroa de frade, e etc., conforme dados obtidos no campo e já apresentados nos resultados deste trabalho. Este tipo de vegetação pouco densa, protege mal o solo, favorece a ação das águas correntes, confor-

me afirmativa de TRICART (1964). Nestas áreas, ocorrem acentuadas alterações diuturnas de temperatura, que conduzem a uma desagregação mecânica do manto rochoso, e provocando um aplainamento do relevo. O material desagregado, é transportado pelas águas das áreas mais elevadas e depositado nas partes mais baixas. Esta evidência é constatada no campo, através da presença de seixos rolados na superfície, por ocasião da descrição do perfil destes solos. Nestes solos, normalmente rasos, são encontrados alguns minerais primários pouco intemperizados e argila de atividade alta, conforme algumas análises químicas contidas nos Quadros 3, 4 e 5. Esta ocorrência é consequência do clima seco que não proporciona um intemperismo químico significativo. A baixa permeabilidade dos solos, devido apresentarem uma textura fina no horizonte Bt, torna-os sujeitos a uma erosão mecânica provocada por um intenso escoamento superficial. O solo BRUNO NÃO CÁLCICO apresenta um horizonte subsuperficial Bt, não hidromórfico. Os solos PLANOSOLS se encontram em áreas mais deprimidas e durante a estação chuvosa neles se processa a acumulação de água, em função de sua topografia ser extremamente esbatida. Nos sub-horizontes do PLANOSOL SOLÓDICO, existe uma saturação com o sódio e este elemento, devido apresentar propriedades dispersante, torna estes sub-horizontes compactados e consequentemente impermeáveis. Devido a esta propriedade, os sub-horizontes apresentam uma drenagem imperfeita. O PLANOSOL SOLÓDICO com caráter vértico, além de apresentar os problemas acima citados, possui a propriedade de fendilhar durante o período seco. Esta propriedade dificulta o desenvolvimento das raízes dos vegetais, que se tornam ainda mais escassas e proporcionam, consequentemente, uma pequena proteção contra a ação das águas.

7. - CONCLUSÕES

A comparação e discussão dos resultados obtidos permitiram que se chegasse às seguintes conclusões:

- 19 - O estudo de padrões fotográficos de drenagem, nas três bacias e redes hidrográficas, permite concluir-se que:
 - (a) As características descritivas de drenagem, são menos seguras do que as características quantitativas, não permitindo uma caracterização consistente dos solos correspondente às respectivas bacias, embora tenham auxiliado na caracterização do controle litológico, estrutural tectônico e topográfico;
 - (b) As redes de drenagem foram influenciadas por fatores, tais como: topografia, variação na profundidade do substrato rochoso, propriedades físicas do solo, clima e cobertura vegetal;
 - (c) A densidade de drenagem, por si só, não caracterizou bacia hidrográfica alguma, sendo pouco consistente como indicadora na diferença entre os solos estudados;
 - (d) As características quantitativas das redes de drenagem que se mostraram mais consistentes na caracterização

dos solos em estudo foram: a frequência de rios, a razão de textura, a declividade média e a extensão do percurso superficial;

- (e) Embora a extensão do percurso superficial e a declividade média das bacias hidrográficas apresentem valores proporcionais, teremos que levar em consideração outros fatores tais como: espessura, permeabilidade dos solos e cobertura vegetal, para que esta proporcionalidade se verifique e
- (f) Os coeficientes de compacidade e fatores de forma são parâmetros que complementaram e auxiliaram na caracterização das unidades de solos estudadas. Os valores dos coeficientes de compacidade foram mais representativos na caracterização dos solos PLANOSOLOS, enquanto na caracterização do solo BRUNO NÃO CÁLCICO, o fator de forma foi mais representativo.
- 2º - Os solos classificados nas bacias hidrográficas 1, 2 e 3 foram respectivamente os seguintes:
- Solo BRUNO NÃO CÁLCICO de textura média, PLANOSOL SOLÓDICO A fraco textura arenosa/média e PLANOSOL SOLÓDICO VÉRTICO A fraco com textura média/argilosa.
- 3º - Os resultados desta pesquisa possibilitaram, em parte, a avaliação de alguns parâmetros aerofotográficos, deixando aberta a possibilidade de estudos semelhantes em outras áreas do Município de Independência-Ce.

8. - SUMMARY

In general the soils from Ceará state were surveyed at the level of reconnaissance, although more detailed survey have been done in some small areas. Photopedologic patterns will be need in order to support a detailed soil survey.

In this study three watershed from Independência Country were analyzed and the following aspects considered: surface drainage, soils, vegetation, climate and geology. The main objective of this work was to search for photointerpretative patterns to the above aspects. Furthermore, some correlations were discussed mainly in relation to the surveyed soils.

Basic maps were used in field and laboratory workstages.

From this work we conclude:

- (a) quantitative, descriptive and dimentional properties of the watershades;
- (b) The soils were classified as Non Calcic Brown and Solodic Planosol;
- (c) The pattern of vegetation was caatinga hipoxerofila and hiperxerofila;
- (d) The climate was characterized as BSh'w'.

(e) The geologic material was Precambrian A and Precambrian Indivisible.

With the results of this work some aerorographic patterns were evaluated however other studies will be need.

9. - LITERATURA CITADA

01. AMARAL, A. Zingra do & AUDI, Raul. Fotopedologia. In: Moniz, A. C. Elementos de pedologia. São Paulo, Deptº de Engenharia Rural da Faculdade de Ciências Agrônômicas de Botucatu - UNESP, Nobel, 1977.
02. AVERBECK, H. & SANTOS, R. D. Manual de fotointerpretação para solos 1ª aproximação. Ministério da Agricultura, Rio de Janeiro, 1969.
03. BARRETO, G. B. Estudo da bacia hidrográfica da barragem Monjolinho. Campinas, Bragantia. 21 (23) : 765-777, 1962.
04. BRASIL. Min. da Agricultura - Div. de Pesquisa Pedológica/SUDENE - Div. de Agrologia. Levantamento exploratório - reconhecimento de Solos do Est. do Ceará. Recife, 1973. V. 1. (Inclui mapa)
05. BRASIL, Min. da Agricultura - Div. de Pesquisa Pedológica/SUDENE - Div. de Agrologia. Mapa Exploratório - reconhecimento de Solos do Estado do Ceará. Recife, 1972. Esc. 1:600.000.
06. BRASIL. Min. das Minas e Energia. Dep. Nac. Produção Mineral. Carta Geológica do Brasil ao Milionésimo., Jaguaribe, SB-24. 1974. Esc. 1:1.000.000.
07. CEARÁ. Sec. de Obras e Serviços Públicos, Mapa Geológico Preliminar do Ceará, 1972. Esc. 1:500.000.

08. CHRISTOFOLETTI, A. Análise morfométrica das bacias hidrográficas. Notícia Geomorfológica, 18 : 35-64, 1969.
09. CHRISTOFOLETTI, Antonio. Geomorfologia. São Paulo, Ed. BLUCHER. 1974.
10. FRANÇA, Geraldo Victorino de. Interpretação fotográfica de bacias e de redes de drenagem aplicada a solos da região de Piracicaba-SP. Tese (Doutorado em solo) E. S. A. "Luiz de Queiros", U. S. P. Piracicaba, 1968, 151 p.
11. FREIRE, Jesiel Cardoso. Fotointerpretação de redes de drenagem de três solos da região de Apinópolis, Minas Gerais. Tese (Doutorado em Solos e Nutrição de Plantas). E. S. A. "Luiz de Queiroz", U. S. P. Piracicaba, 1977, 136 p.
12. FREITAS, R. O. Textura de drenagem e sua aplicação geomorfológica. Bol. Paulista de Geografia 11 : 53-7, 1952.
13. FUNDAÇÃO CEARENSE DE PESQUISA E CULTURA. Pesquisa e experimentação com a faveleira. (Cnidoculos phyllacanthus (Mart) Pax et Hoff); relatório de Pesquisa nº 2. Fortaleza, Ce; 1978. p. 96-7.
14. _____ . _____ . p. 4.
15. GONDOLFI, N. Análise morfométrica de drenagem na bacia do rio Mogi-Guassu. Notícia Geomorfológica. Campinas, 11 (21) : 23-40 , 1968.
16. I B G E. Mapa do Estado do Ceará, Esc. 1:500.000, 1969.
17. LEMOS, Raimundo Costa de & SANTOS, Raphael David dos. Manual de método de trabalho de campo. Campinas. Sociedade Brasileira de Ciência do Solo. Comissão de Método de Trabalho de Campo, 1976. 36 p.
18. LIMA, V. P. Princípios de manejo de bacias hidrográficas. Piracicaba S. P. Deptº de Silvicultura da Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", U. S. P. V. 1. 1976, 143 p.
19. LUEDER, D. R. Aerial photographic interpretation principles and application. New York, Mac. Graw-Hill, 1959. 462 p.

20. MARCHETTI, Delmar A. B. Fotointerpretação de atributos do relevo aplicada a solos na região de Piracicaba. Tese (Doutorado) E. S. A. "Luiz de Queiroz", U. S. P. Piracicaba, 1969, 58 p.
21. MARCHETTI, Delmar A. B. & GARCIA, Gilberto J. Princípios de fotogrametria e fotointerpretação. São Paulo, Deptº de Engenharia Rural da Faculdade de Ciências Agrônômicas de Botucatu - UNESP, Nobel, 1977. 257 p.
22. OLIVEIRA, J. B. & ROTTA, C. L. Apreciações generalizadas sobre a variação das características químicas das unidades de solos da Estação Experimental de Limeira. Bragantia, Campinas. 32-61-92, 1972.
23. RANZANI, Guido. Manual de levantamento de solos. São Paulo, Ed. Edgard Blücher Ltda., U. S. P. 1969.
24. RAY, R. G. Aerial photographs in geologia interpretation and mapping. Washington, Geological Survey professional paper 373. U. S. Govt Print Off, 1960.
25. RICCI, Mauro & PETRI, Setembrino. Princípios de aerofotogrametria e interpretação geológica. São Paulo, Editora Nacional, 1965, V. 2, 226 p.
26. RICHARDS, L. A. Diagnóstico y rehabilitacion de suelos salinos y sódicos. Traducion del USA, 1954. (Handbook, 60).
27. SAMPAIO, D. Anuário do Ceará. Fortaleza-Ceará. Ed. Consultoria de Investimentos, Publicidades e Planejamento. 1974, p. 118.
28. SOIL CONSERVATION SERVICE. Aerial photo interpretation in classifying and mapping soils. United States Department of Agriculture, 1966 (Agricultura Handbook, 294).
29. SOUSA, M. L. Fotointerpretação da redes de drenagem de três solos com horizonte B Latossólico ocorrentes no Município de Ponta Grossa-PR. Tese (Mestrado). Piracicaba, ESALQ/USP. 1975. 135 p.
30. SUDENE, Departamento de Recursos Naturais - Divisão de Cartografia. Folha SB.24.H-II - Independência-Ceará, 1967. Esc. 1:100.000.

31. TRICART, J. As zonas morfoclimáticas do Nordeste Brasileiro. Boletim Geográfico. 22(179) : 184-90, mar/abril, 1964.
32. VALÉRIO FILHO, Mário, HIGA, T. N. & CARVALHO, V. Celso. Avaliação das imagens orbitais (LANDSAT-1) como base para levantamento de solos. São Paulo, Tese (Mestrado em sensores remotos e aplicações). Piracicaba, 1976, 276 p.
33. VASQUES FILHO, Júlio. Crêterios morfotomêtricos aplicados à fotointerpretação de redes de drenagem em três unidades de solos no Município de Piracicaba-SP. Tese (Doutorado em Agronomia) ESA. "Luiz de Queiroz", USP. Piracicaba, 1972. 113 p.
34. VETTORI, Leandro. Método de análise do solo. Ministério da Agricultura. Equipe de Pedologia e Fertilidade do Solo. Bol. Técnico, 7 jun., 1969. 24 p.
35. VILELLA, S. M. & MATTOS, A. Hidrologia aplicada. São Paulo. Mc Graw-Hill do Brasil, 1977. 245 p.
36. VON ENGELN, O. D. Geomorphology: Systematical and regional. New York, Mac Millan, 1972, 655 p.