

632

RAIMUNDO ANDRÉ DA SILVA

**DIFERENCIAÇÃO DE ÁREAS DE LATOSSOLOS A PARTIR
DA INTERPRETAÇÃO DA REDE DE DRENAGEM OBTIDA
DE FOTOGRAFIAS AÉREAS VERTICAIS NO ESTADO DO
RIO GRANDE DO NORTE**

Orientadores: Everaldo Bernardino de Souza
Maurício de Oliveira

Monografia apresentada à Escola
Superior de Agricultura de Mossoró
para obtenção do título de Engenheiro Agrônomo.

**MOSSORÓ
R.G. NORTE - BRASIL
JANEIRO DE 1995.**

1
DG

RAIMUNDO ANDRÉ DA SILVA

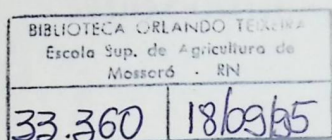
**DIFERÊNCIAÇÃO DE ÁREAS DE LATOSSOLOS A PARTIR
DA INTERPRETAÇÃO DA REDE DE DRENAGEM OBTIDA
DE FOTOGRAFIAS AÉREAS VERTICAIS NO ESTADO DO
RIO GRANDE DO NORTE**

Orientadores: Everaldo Bernardino de Souza
Maurício de Oliveira

Monografia apresentada à Escola
Superior de Agricultura de Mossoró
para obtenção do título de Engenheiro Agrônomo.

**MOSSORÓ
R.G. NORTE - BRASIL
JANEIRO DE 1995.**

M.
631.4
3.586d



Ficha catalográfica preparada pela área de catalogação e classificação da Biblioteca "Orlando Teixeira" da ESAM.

S.586.d Silva, Raimundo André da.

Diferenciação de áreas de Latossolos a partir da interpretação de rede de drenagem obtida de fotografias aéreas verticais no Estado do Rio Grande do Norte/Raimundo André da Silva. -- Mossoró: ESAM, 1995.

58p. - Monografia (Graduação em Agronomia) - ESAM, 1995.

1. Latossolos - Fotografias aérea. 2. Latossolos - Rio Grande do Norte. 3. Rede de drenagem. I. Título.

CDD - 631.4

PL

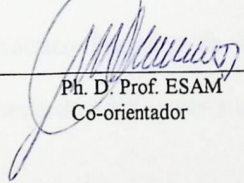
RAIMUNDO ANDRÉ DA SILVA

DIFERENCIAÇÃO DE ÁREAS DE LATOSSOLOS A PARTIR
DA INTERPRETAÇÃO DA REDE DE DRENAGEM OBTIDA
DE FOTOGRAFIAS AÉREAS VERTICAIS NO ESTADO DO
RIO GRANDE DO NORTE

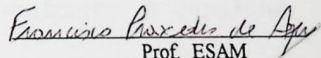
Monografia apresentada à Escola
Superior de Agricultura de Mossoró
para obtenção do título de Engenheiro Agrônomo.

APROVADA EM: 20/06/1995

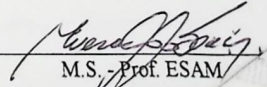
Maurício de Oliveira


Ph. D. Prof. ESAM
Co-orientador

Francisco Praxedes de Aquino


Prof. ESAM
Conselheiro

Everaldo Bernardino de Souza


M.S. - Prof. ESAM
Orientador

Escola Superior de Agricultura de Mossoró
ORLANDO TEIXEIRA 20
BIBLIOTECA "ORLANDO TEIXEIRA"

AGRADECIMENTOS

- A Escola Superior de Agricultura de Mossoró, pelas condições oferecidas durante o Curso de Agronomia, especialmente ao Departamento de Engenharia Agrícola, por possibilitar a realização do presente trabalho:
- Ao M.S. Everaldo Bernardino de Souza, professor do Departamento de Engenharia Agrícola da ESAM, pela orientação, incentivo e amizade;
- Ao DR. Mauricio de Oliveira, professor do Departamento de Solos e Geologia da ESAM, pela co-orientação, redação e estatística;
- Ao Francisco Praxedes de Aquino, professor do Departamento de Engenharia Agrícola da ESAM, pelas sugestões para o aperfeiçoamento deste trabalho;
- Ao Instituto Nacional de Colonização e Reforma Agrária - INCRA, por ter feito a cobertura aerofotogramétrica do Rio Grande do Norte;

- Ao Cartógrafo Rosalvo, chefe da seção de fotointerpretação do Instituto de Terra do Rio Grande do Norte - ITERN, pela disponibilidade das fotografias aéreas;
- Ao Centro Acadêmico da ESAM, por ser responsável pela minha formação política, social, cultural e humanitária;
- A Todos os meus orientados da disciplina de desenho técnico, durante o Curso, como monitor da disciplina;
- Aos Meus irmãos, José, Luis, Fátima, Gorete, Francisco, João, Miguel, Isabel e aos meus meio-irmãos, pela colaboração e incentivo durante minha vida acadêmica;
- Aos Agr^o conterrâneos que por aqui concluíram Crispiniano, Chico Fagundes, R^{do} Fortunato e Policápio, pelo respeito.
- Aos Colegas de turma, Walter, Raynald, Eduardo, Afonso, Giorgio e Alamberg, pela amizade, carinho e respeito;

Aos meus irmãos,
avos maternos e
meus tios.

Homenagem "In memoriam"

A

Meus pais, Eudes Jose da Silva e

Maria José da Silva,

A minha avó paterna, mãe Aiá.

A todos aqueles que lutam por uma
sociedade justa, igualitária e
democrática.

Dedico!

BIOGRAFIA DO AUTOR

RAIMUNDO ANDRÉ DA SILVA, filho de Eudes José da Silva e Maria José da Silva, nasceu em Santo Antonio-RN, aos 12 de junho de 1968.

Concluiu o primário no ano de 1981, na Escola Estadual Dr. Manoel Dantas em Santo Antônio-RN e o primeiro grau na Escola Estadual Filomena de Azevedo em Santo Antônio-RN, no período de 1982 a 1985 e o segundo grau no Colégio Agrícola Jundiá/UFRN, nos anos de 1986 e 1987, na qual concluiu em 1988 no Colégio Agrícola de Ceará-Mirim, o curso de técnico em agropecuária.

Ingressou na Escola Superior de Agricultura de Mossoró-ESAM, em março de 1989. Durante o curso foi monitor da disciplina de desenho técnico.

Participou de estágios nas empresas, Mossoró Agro-industrial S/A (MAISA), Mossoró - RN; Usina Estivas S/A, Ares-RN e na Empresa de Assistência Técnica e Extensão Rural - EMATER - Santo Antônio -RN.

Lecionou as disciplinas, Biologia Educacional e Química Orgânica (2º grau) no Centro Educacional Jerônimo Rosado, Mossoró-RN.

Participou de diversos congressos da Federação de Estudantes de Agronomia do Brasil - FEAB, especialmente da comissão organizadora do XXXII CONEA, realizado em 1989 na cidade de Mossoró-RN.

Participou do XXXIII CBICCA (Congresso Brasileiro de Iniciação Científica em Ciências Agrárias), na cidade de Areia-PB.

No momento foi selecionado para fazer o curso de capacitação em elaboração de projetos de viabilidade econômica para organizações rurais na cidade de Serra do Mel - RN, no plano integrado de desenvolvimento do município - PIDM, promovido através do convênio BNB/PNUD ABC, com o apoio da prefeitura. AACC e INATERN, no período de 11/94 a 02/95.

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	01
2. REVISÃO DE LITERATURA	04
2.1 Fotografia Aéreas na Interpretação e Mapeamento de Solos	04
2.2 Estudos de Bacias Hidrográficas e da Composição de Redes e Drenagem ..	08
2.3 Relação entre as Características da Rede de Drenagem e Solos	13
3. MATERIAL E MÉTODOS	15
3.1 Generalidades	15
3.1.1 Situação Geográfica do Estado	15
3.1.2 Solos	18
3.1.2.1 Unidades de Mapeamento	20
3.1.2.2 Distribuição das Fases nas Áreas	22
3.1.3 Geologia e Material de Origem	22
3.1.4 Amostra de Redes de Drenagem	23
3.1.4.1 Bacias de 2ª Ordem	23

3.1.4.2 Amostras Circulares	24
3.1.5 Bases de Dados	24
3.2 Amostragem e Base Cartográfica	27
3.2.1 Seleção de Área de Estudo	27
3.2.2 Obtenção do Mapa Básico de Rede de Drenagem Superficial	27
3.2.3 Seleção das Bacias Hidrográficas e Amostras Circulares	28
3.2.4 Análise das Bacias Hidrográficas	29
3.2.5 Análise das Redes de Drenagem.	30
3.2.5.1 Características Descritivas dos Padrões de Drenagem	30
3.2.5.2. Características Quantitativas dos Padrões de Drenagem	31
3.2.6. Delineamento Experimental	32
4. RESULTADO E DISCUSSÃO	33
4.1 Características Dimensionais e Não Mensuráveis	33
4.2 Análise da Rede de Drenagem	36
4.2.1 Características Descritivas dos Padrões de Drenagem	36
4.2.2 Características Quantitativas dos padrões de Drenagem	37
4.2.2.1 Número e Comprimento de Rios	37
4.2.2.2 Análise Experimental de Três Parâmetros de Redes de Drenagem . . .	39
5. CONCLUSÃO	45
6. RECOMENDAÇÕES	47
7. RESUMO	48

8. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	50
9. APÊNDICE	56

Relação das Figuras

- 01 - Distribuição dos Latossolos e as microregiões em estudo do Rio Grande do Norte.
- 02 - Tipos de clima do Rio Grande do Norte.
- 03 - Representação de valores gráficos referente as medias de pluviometria das microrregiões em estudo.
- 04 - Rede de drenagem das bacia hidrográficas estudadas referentes as áreas de Latossolos, do Estado do Rio Grande do Norte.
- 05 - Distribuição de redes de drenagem nas amostras circulares de 25 km^2 representativas dos Latossolos das áreas em estudo.
- 06 - Representação de valores gráficos, referente a media das características quantitativas das bacias hidrográficas de 2ª ordem para razão de textura.
- 07 - Representação de valores gráficos, referente as medias das bacias hidrográficas de 25 km^2 para razão de textura e frequência de rios.

Relação dos Quadros

- 01 - Símbolo, extensão e distribuição percentual de unidade de mapeamento de Latossolo no Estado do Rio Grande do Norte.
- 02 - Ocorrência das fases nas respectivas áreas de Latossolos estudados.
- 03 - Valores médios de parâmetros dimensionais das bacias hidrográficas de 2ª ordem representativas das áreas de Latossolos.
- 04 - Forma geométrica aproximada das bacias hidrográficas de 2ª ordem representativas das áreas de Latossolos e suas respectivas percentagens.
- 05 - Dados qualitativos das características descritivas dos padrões de drenagem.
- 06 - Valores médio de números de segmentos de rios observados em cada ordem: total e comprimento da rede nas amostras circulares de 25 km², representativos das áreas de Latossolos.

Quadros do Apêndice

- 07 - Síntese da análise de variância dos dados de densidade de drenagem (dd), frequência de rios (fr) e razão de textura (rt_x) obtidos em bacias de 2ª ordem.
- 08 - Síntese da análise de variância dos dados de densidade de drenagem (dd), frequência de rios (fr) e razão de textura (rt_x) obtidos em amostras circulares de 25 km².
- 09 - Valores médios das características quantitativas de bacias hidrográficas de 2ª ordem representativa das áreas em estudo.
- 10 - Valores médios das características quantitativas de amostras circulares de 25 km², representativas das áreas em estudo.

1 - INTRODUÇÃO

O uso de meios aerofotogrametricos e imagens de satélites artificiais vem obtendo grande avanço nas ultimas décadas, em trabalhos de levantamento de recursos naturais renováveis e não renováveis. No mapeamento de solos tem sido uma ferramenta de amplo uso para interpretação da sua aptidão para diversos fins. Dependendo do grau de detalhamento nos levantamentos de solos efetuados, desde a elaboração de mapas esquemáticos (área minima mapeável de 100 ha) e ultra detalhados (escalas de 1:500 a 1:5.000), tanto imagens de satelites como aerofotos verticais são importantes na separação das classes de solos em seus diferentes níveis categóricos (PRADO, 1993). Levantamentos utilitários do meio fisico, empregam grande volume de informações contidas nos levantamentos aerofotogrametricos (LEPSH, 1991). A análise de parâmetros hidrologico de uma bacia hidrografica, tais como divisas, acudes, estradas, cercas, construções etc., são de importancia fundamental, quando se deseja elaborar um mapa de aptidão de uso em um levantamento conservacionista (PUNDEK, 1994). Em tais levantamentos, o uso de fotografias aéreas se torna

importante, principalmente com o detalhamento das redes de drenagem de uma microbacia hidrográfica.

Dependendo da sua escala de publicação, as fotografias aéreas podem servir para obtenção dos padrões de drenagem da superfície do solo e, desse modo, se converterem em instrumento útil na separação das diferentes unidades de solos que se apresentam em paisagem. Decorrente de constatações de diversos pesquisadores, percebe-se que dentro de um mesmo nível categorico, se pode separar níveis categóricos inferiores, a partir de características relacionadas com os padrões de drenagem de uma bacia de terceira ordem, posto que, a drenagem superficial é decorrente da relação infiltração da água no solo (LUEDER, 1959). Dependendo do processo pedogenético a que o solo se submeteu, alguns fatores como o clima e organismos, podem modificar a paisagem em condições semelhantes de relevo e tempo, contribuindo para diferentes padrões de drenagem superficial nos diferentes tipos de solos (JENNY, 1982).

Em diferentes condições de material de origem, clima, vegetação e relevo, diversos trabalhos têm sido conduzidos a nível de Brasil, com o intuito de separar solos de diferentes classes, mais precisamente a nível de separação por tipos de horizontes B (textural e latossólico). FADEL, 1972; LEÃO, 1972; GEVAERD, 1974, efetuaram diversos trabalhos visando identificar classes de solos usando esses criterios qualitativos de análises de drenagem superficial. O sucesso obtido em tais tipos de trabalhos se deve ao fato de que os padrões de drenagem superficial em uma cobertura pedológica está diretamente relacionada aos fatores e processos

pedogenéticos que contribuíram para o estabelecimento das unidades de solos de uma paisagem (ESPÍNOLA & GARCIA, 1978). Dependendo do tipo climático de uma região podem haver diferenças nos padrões de drenagem superficial (HORTON, 1940; SLATYER & MARBUTT, 1964). Como a maioria dos trabalhos produzidos no Brasil, visando separação de classes de solos têm sido conduzidos em condições de clima diferentes das condições de semi-árido nordestino, estudos nessa condições edafoclimáticas do nordeste brasileiro se justificam, visando obter informações sobre os padrões de drenagem superficial, e possibilidade de separação de classes de solos nesses ambientes.

Em fase do exposto, o presente trabalho tem como objetivo analisar os parâmetros: densidade de drenagem, frequência de rios e razão de textura, para separação de classes de solos dentro de um mesmo nível categórico em condições de clima semi-árido e sua comparação dentro das microrregiões homogêneas do Rio Grande do norte.

2 - REVISÃO DE LITERATURA

2.1 - Fotografias Aéreas na Interpretação e Mapeamento de Solos

Segundo Quackenbush 1960, citado por SOUZA (1977), a evolução da fotografia aerea foi simultânea ao fotografico, com uso diversificado em todo o mundo na guerra e na paz desde os primórdios de 1840; somente no século XX, ao encontrar apoio na aeronáutica, evoluiu até o ponto de permitir a obtenção de imagens do globo terrestre, por meio de fotografias tomadas de aeronaves.

Segundo SIMONSON (1950), a primeira utilização de fotografias aéreas como base para trabalho de levantamento de solos foi efetuada por Bushnell e seus colaboradores, em 1929. A nitidez com que as fotografias aéreas mostram detalhes do terreno, permitiu que cientistas de solo usassem-nas como fonte adicional de informações.

Para SIMONSON (1950), a introdução da fotografia aérea no processamento de mapas de solos nos primórdios de 1930, foi um dos maiores avanços tecnológicos nos métodos de levantamentos e mapeamento de solos.

COLWEL (1952), define fotointerpretação como o ato de examinar imagens fotográficas de objetos com a finalidade de identificá-los e avaliar sua significância, enquanto que para SUMMERSON (1954), de um modo mais amplo, é a previsão do que não pode ser visto. Esta afirmativa possui maior afinidade com a interpretação fotográfica de solos uma vez que a fotografia aérea mostra somente a superfície da terra e não as variações que ocorrem em profundidade e caracterizam uma unidade de solo. No entanto, os vários aspectos que ocorrem na superfície, tais como vegetação, formas topográficas, drenagem, erosão, tonalidade da fotografia e uso da terra, podem indicar a ocorrência de solos diferentes.

Atualmente, segundo AMARAL & AUDI, 1975 a fotografia aérea vertical é uma ferramenta indispensável nos levantamentos de solos, a qual, proporciona uma base cartográfica preliminar, orienta os trabalhos de campo nos roteiros mais interessantes, além de possibilitar a determinação das unidades de solos diretamente sobre a fotografia. Desta forma, oferece maior precisão nos limites das unidades e permite maior rendimento.

A interpretação de solos por fotografias aéreas vertical pode ser conduzidas através do método de análise de padrões preconizada por FROST (1960), o qual baseia-se em tres principios fundamentais: 1) solos semelhantes apresentam padrões semelhantes: 2) solos diferentes apresentam padrões diferentes e 3) determinadas características do solo podem ser deduzidas diretamente pela fotoanálise, quando os registros nas imagens fotográficas, forem relacionadas com as propriedades do solo observadas em campo e laboratório.

Rabben, 1960 citado por SOUZA (1977), explica a larga utilização da fotografia aérea baseada em três fatos fundamentais: 1) a grande superfície terrestre que é representada em cada fotografia, mais de 20 km² na escala de 1:20.000 e aproximadamente 33 km² na escala de 1:25.000; 2) as imagens tridimensionais da superfície terrestre e dos objetos sobre ela localizados, proporcionada pelos pares estereoscópicos; 3) o caráter permanente das imagens dos objetos, a possibilidade de medições destes objetos e as condições favoráveis de trabalho.

A fotointerpretação em levantamento de solos está sendo cada vez mais utilizada, embora existam limitações quanto ao número de características quantitativas que podem ser obtidas. Ainda que a fotointerpretação tenha maior precisão e rendimento nos mapeamentos de solos, GOOSEN (1960), reconhece que a fotografia aérea vertical, não substitui totalmente o levantamento convencional de campo, uma vez que não apresentam o perfil do solo e sim sua paisagem. Este mesmo autor, reconhece também, que o uso de fotografias aéreas, presta-se mais para levantamento a nível de reconhecimento do que a nível detalhado.

Considerando o rendimento de trabalho em levantamento de solos, com uso da fotointerpretação, AMARAL e AUDI (1975), comentaram que o mesmo depende da escala da fotografia aérea vertical e o nível do mapeamento. Quando maior a escala e mais detalhado o levantamento, menor será o rendimento. Assim, num levantamento de reconhecimento, utilizando-se fotografias aéreas na escala de 1:60.000 o tempo do mapeamento é reduzido em 70% do convencional. Para um levantamento detalhado na

escala 1:20.000 o tempo é reduzido em apenas 20%, uma vez que a quantidade de informação aumentam consideravelmente.

Segundo GOOSEN (1968), mesmo que a fotografia aérea apresente suas limitações, é possível enumerar, pelo menos, três funções importantes que a mesma oferece em levantamentos de solos. Uma é o estudo intensivo dos aspectos fisiográficos; outra é a obtenção de informações acerca de diferenças entre as unidades de mapeamento de solo, especialmente as de caráter quantitativo, existindo porém, possibilidade de estudo quantitativo e, por último, a delineação dos limites das unidades de solos com grande precisão e rapidez.

A fotointerpretação no estudo de solos pode ser conduzida por métodos distintos, que proporcionam vantagens de acordo com sua finalidade. Segundo Goosen 1960, citado por SOUZA (1977), dentre os métodos, existem três mais importantes: 1) método da análise dos padrões, preconizado por FROST (1960); 2) método da análise dos elementos desenvolvidos por BURINGH (1960) e 3) método da análise fisiográfica, desenvolvido por BURINGH (1960).

Na análise de qualquer um desses métodos, os elementos que mais se destacam são: a forma fisiográfica e o aspecto da rede de drenagem.

Para LUEDER (1959), depois do relevo, a rede de drenagem superficial é o mais consistente e confiável indicador das condições reais do terreno.

DUNBAR (1959), ao discutir alguns aspectos de fotointerpretação em solos de regiões tropicais, referiu-se particularmente a certas áreas brasileiras onde alguns Latossolos argilosos nas fotografias aéreas tem aparência de solos com textura areno-

barrenta, apresentando: porosidade relativamente elevada, ângulo de repouso moderadamente íngreme e padrão de drenagem esparso, pouco integrado. E associam a este fato a ação severa do intemperismo e erosão.

2.2 - Estudos de Bacias Hidrográficas e da Composição de Redes de Drenagem

Segundo FRANÇA (1968), desde há muito tempo, pesquisadores em ciências da terra verificaram que as formas das redes de drenagem refletem a natureza do material subjacente, e passaram a estudá-las de um modo puramente descritivo, procurando a correlação entre os tipos de redes e as formações do relevo, natureza dos solos e das rochas. Deste modo, muitos padrões de drenagem foram descritos, classificados e correlacionados com formações geológicas e unidades de solos; somente a partir de 1945, alguns pesquisadores incentivados por HORTON (1940), compreenderam as limitações de análises descritivas e passaram a uma nova linha de estudo, ou seja, a análise quantitativa de bacias hidrográficas e suas redes de drenagem.

Segundo Playfair, 1802, citado por ENGELIN (1942), já observara que todo rio consiste em um tronco principal alimentado por vários ramos cada qual correndo em um vale proporcional ao seu tamanho, formando em conjunto, um sistema de vales

comunicantes que têm um ajuntamento adequado de suas declividades, de modo que, nenhum deles se une ao vale principal em um nível demasiado superior ou inferior. Esta afirmativa, geralmente conhecida como a "lei das junções concordantes", considera os rios responsáveis por seus vales e ao mesmo tempo em concordância com eles.

Segundo o sistema europeu de classificação dos rios em ordens, citado por HORTON (1940), o rio principal é designado como o de 1ª ordem, seus tributários imediatos como de 2ª ordem e assim sucessivamente. HORTON (1940), inverteu esta seqüência de numeração considerando os tributários menores, não ramificados como sendo de 1ª ordem e atribuindo ao rio principal a ordem mais elevada. Isto facilitou a análise e a comparação das redes de drenagem, pois somente são comparáveis entre si os elementos de mesma ordem de ramificação.

As afirmativas de HORTON (1940), foram empregadas por FRANÇA (1968) em condições edafoclimáticas da região sudeste do Brasil, obtendo sucesso na comprovação.

LUEDER (1959), afirma que o padrão de drenagem desenvolvido em uma área fornece indicações valiosas acerca da relação infiltração/deflúvio, capacidade de infiltração, permeabilidade e textura dos materiais que nela ocorrem. Assim, solos arenosos preferivelmente têm maior infiltração e, portanto, o padrão de drenagem tende a ser pouco denso; solos argilosos favorecem maior deflúvio, com pouca infiltração, criando um padrão de drenagem mais denso.

Para expressar quantitativamente o grau de desenvolvimento da rede de drenagem de uma bacia hidrográfica, HORTON (1940) propôs duas relações: a densidade de drenagem e a frequência de rios. A densidade de drenagem, definida por este autor, é obtida dividindo-se o comprimento total dos rios pela unidade de área percorridos pelos tributários. Considerada alta quando acima de 4.1 km/km^2 , média entre 2.1 km/km^2 a 4.0 km/km^2 e baixa, menor do que 2.0 km/km^2 . A densidade de drenagem, DD, é expressa pela equação:

$$DD = \frac{L_t}{A}$$

onde L_t é o comprimento (km) total de rios das diversas ordens e A é a área (km^2).

Segundo HORTON (1940), frequência de rios, Fr, é expressa pela equação:

$$Fr = \frac{N}{A}$$

Onde N é o número total de rios (km) das diversas ordens e A é a área (km^2) da bacia de drenagem.

HORTON (1945), afirma ainda que devido a densidade de drenagem e a frequência de rios sofrerem influência do tamanho da área de drenagem, bacias de tamanhos diferentes não podem ser comparáveis. Mas, segundo STRAHLER (1957), bacias de mesma ordem de ramificação podem ser comparáveis com certa segurança, desde que elas apresentem semelhança geométrica aproximada. Caso exista esta semelhança, todas as medições entre pontos correspondentes nas bacias, manterão uma razão de escala fixa.

STRAHLER (1964), comentou que Melton, 1948, estudando relações entre densidade de drenagem e frequência de rios, afirmou que ambos medem a textura da rede de drenagem, porém cada uma com significância diferente. Argumentou ainda, que é possível idealizar duas bacias de drenagem hipotéticas de mesmo valor de densidade de drenagem, mas de frequência de rios diferentes, como também, duas bacias com mesmo valor de frequência de rios, mas de densidade diferentes.

FRANÇA (1968), observando que os sistemas de drenagem podem ser melhor estudados em mapas básicos de drenagem obtidos de fotografias aéreas, estudou as características de razão de textura Rt_x expresso pela equação:

$$Rt_x = \frac{N}{P} \quad \text{onde:}$$

N = Número de canais;

P = Perímetro da bacia.

FRANÇA (1968), aplicando a metodologia de Ray & Fisher, em solos, concluiu que as amostras circulares de 10 km^2 para densidade de drenagem apresentam as seguintes vantagens: 1) elimina a influência da área, uma vez que todas as medidas de comprimentos de rios são referidas à mesma área; 2) a amostra circular pode ser deslocada dentro da área de ocorrência de uma unidade de solo sem considerar os limites de bacias hidrográficas. Isto condiciona a maior proporção de homogeneidade na área da amostra circular.

SOUZA (1975), além de utilizar amostra circular de 10 km^2 para densidade de drenagem, adaptou para frequência de rios a razão de textura obtendo resultados consistentes na diferenciação de solos. Sugeriu ainda que a área da amostra circular não é obrigada a um valor fixo de 10 km^2 , podendo variar de acordo com a ocorrência dos solos. Buringh, 1960, citado por SOUZA (1977) já tinha sugerido uma amplitude de 10 a 100 km^2 para amostra circular.

Por outro lado, CARVALHO (1977), argumentou que a amostra circular deve atingir as partes mais elevadas do relevo, onde se situam aqueles primeiros canais de cabaceiras, porque representam melhor as condições hidrológicas do perfil do solo.

Ray & Fisher, 1960, citado por COFFLER (1976), demonstraram que as medidas de densidade de drenagem poderão se tornar inconsistentes se fotografias de escalas diferentes forem comparadas entre si. Isto se deve a perda gradativa da habilidade de detectar pequenos cursos d'água quando a escala se torna menor.

2.3 - Relações Entre as Características da Rede de Drenagem e Solos

A maioria dos autores têm procurado correlacionar o desenvolvimento e as características das redes de drenagem com fatores como clima, relevo ou forma de terreno, litologia, estrutura geológica e estágio do ciclo geomorfo.

Os primeiros estudos envolvendo as características da rede de drenagem com o solo propriamente dito, foram desenvolvidos recentemente no Brasil por FRANÇA (1968) e continuando além de outros por MARCHETTI (1969), SOUZA (1975), KOFFLER (1976) e CARVALHO (1977), em diferentes domínios geomorfoclimáticos do território nacional.

PARR & BERTRAND (1960), observaram que a velocidade de infiltração da água do solo é governada principalmente pelas condições de superfície e coberturas do solo e, depois pelas características interna do corpo do solo.

KOFFLER (1976), inferindo sobre propriedades do solo relacionadas ao comportamento hidrológico, assegurou que as variações dos parâmetros da rede de drenagem, estão em função da permeabilidade, resistência à erosão, relação infiltrações/deflúvio, espessura do manto de intemperismo e do relevo. Assim, verificou-se que o Latossolo apresentou valores inferiores em densidade de drenagem, frequência de rios e razão de textura, quando comparados aos padrões obtidos em área de solos podzólicos Vermelho-Amarelo. Isso porque aquelas propriedades no Latossolo são mais elevadas.

Segundo Frost, 1960, citado por SOUZA (1977), os padrões de drenagem refletem a maneira pela qual a água que atinge a superfície do solo se distribui por deflúvio ou infiltração e fornecem indícios sobre a composição e a origem dos materiais de solos.

RAY (1960), argumentou que quando o controle estrutural atinge seu mínimo as características de rede de drenagem podem ser influenciadas pela espessura e natureza do material exposto.

HORTON (1940), defendeu o ponto de vista que, além de outros fatores como a precipitação e o relevo, dois fatores importantes nos processos de erosão hídrica são responsáveis pela gênese de sistemas hidrográficos e suas bacias de drenagem, são a resistências à erosão e sua capacidade de infiltração; sendo que, se considerado um longo período de tempo, em qualquer área sujeita à erosão por água corrente, acabará prevalecendo a resistência do solo e da rocha subjacente à erosão.

3 - MATERIAL E MÉTODOS

3.1 - Generalidades

3.1.1 - Situação geográfica do estado

O Estado do Rio Grande do Norte, inserido na região Nordeste, está localizado aproximadamente, entre os paralelos de $4^{\circ} 51' 54''$ e $6^{\circ} 58' 18''$ e os meridianos de $34^{\circ} 57' 08''$ e $38^{\circ} 35' 12''$ W. Gr.

Com uma área de 53.015 km^2 tem limites ao Norte e ao Leste com o Oceano Atlântico, ao Sul com o Estado da Paraíba e a Oeste com o Estado do Ceará. (Figura 1.).

O clima dessa região, no sistema Köppen - O Estado compreende as áreas ou zonas climáticas A (tropical chuvosa) e B (seca) admitidos os tipos e variedades climáticas: Aw; As; Bsw'h'; Bss'h'. (Figura 2.).

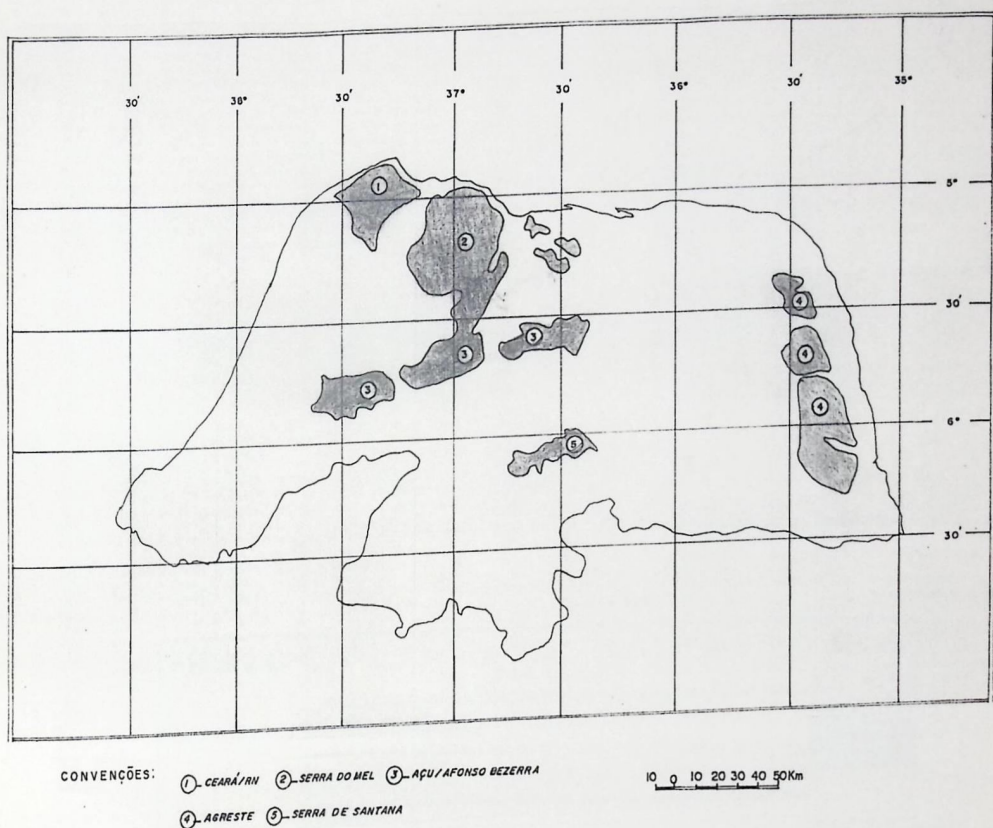
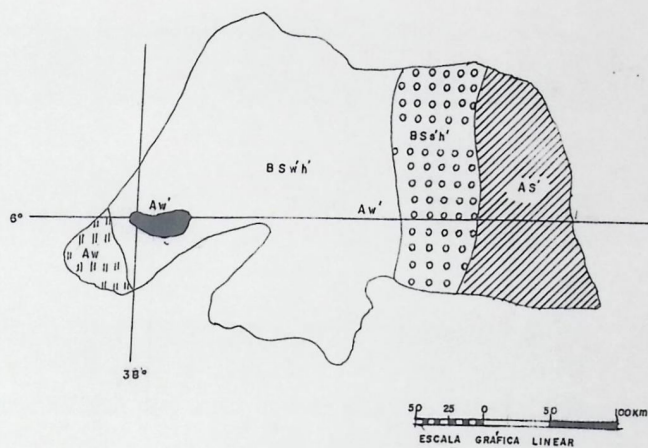


FIGURA 1 - Distribuição dos Latossolos e as microrregiões em estudo do Estado do Rio Grande do Norte. Fonte: Brasil (1975).



TÍPO DE CLIMA	C A R A C T E R I Z A Ç Ã O	CONVENÇÕES
A S'	CLIMA TROPICAL CHUVOSO COM VERÃO SECO, A ESTAÇÃO CHUVOSA SE ADIANTA PARA OUTONO.	
A w'	CLIMA TROPICAL CHUVOSO COM INVERNO SECO, A ESTAÇÃO CHUVOSA SE ATRASA PARA O OUTONO.	
B S w' h'	CLIMA MUITO QUENTE E SEMI-ÁRIDO, A ESTAÇÃO CHUVOSA SE ATRASA PARA OUTONO.	
B S d' h'	CLIMA MUITO QUENTE E SEMI-ÁRIDO, A ESTAÇÃO CHUVOSA SE ADIANTA PARA OUTONO.	

FIGURA 2 - Tipos de clima do Rio Grande do Norte, segundo Köppen citado por BRASIL (1975).

A temperatura média oscila entre os valores de 24 °C e 27 °C, sendo o mês mais quente oscilando entre 26 °C e 28 °C. O mês mais frio, entre 24 °C e 27 °C. A precipitação - genericamente, em todo o Estado, a altura pluvial varia entre 500 mm e 1.500 mm, conforme dados de pluviômetro da Figura 3.

3.1.2 - Solos

Nas áreas escolhidas para servir de base para este trabalho, predominam os Latossolos (Figura 1).

Essas áreas representando, 11,57% da área total do Estado conforme BRASIL (1968). A distribuição dessa unidade de mapeamento na área do estudo pode ser observada no quadro 01 e as respectivas fases são descritas a seguir.

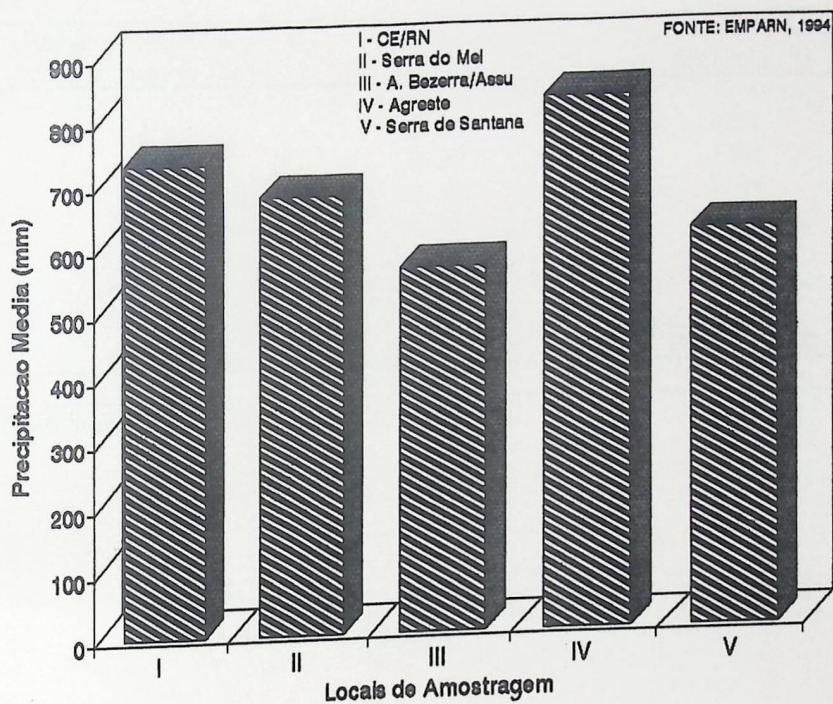


FIGURA 3 - Representação de valores gráficos referente as médias de pluviometria das microrregiões em estudo.

QUADRO 1 - Símbolo, extensão e distribuição percentual de unidade de mapeamento de Latossolos do Estado do Rio Grande do Norte.

Símbolo da unidade que consta do mapa de solos	Área (km ²)	Porcentagem em relação a área total
LVd ₁	27,50	0,051
LVd ₂	789,20	1,488
LVd ₃	1221,90	2,304
LVe ₁	62,50	0,117
LVe ₂	3351,90	6,322
LVe ₃	523,00	0,986
LVe ₄	160,00	0,301
Total	6136,00	11,57

Fonte: Brasil (1975).

3.2.1.1. Unidades de mapeamento

LVd₁ - LATOSOL VERMELHO AMARELO DISTRÓFICO - Textura argilosa. fase floresta subcaducifolia. relevo plano. Distribuição geográfica - Ocorre na zona serrana, abrangendo a parte central do município de Martins.

LVd₂ - LATOSOL VERMELHO AMARELO DISTRÓFICO - Textura média. fase floresta subcaducifolia. relevo plano. Esta unidade de mapeamento ocorre na parte da zona do litoral.

LVd₃ - LATOSOL VERMELHO AMARELO DISTRÓFICO - Textura média. fase floresta subcaducifolia. relevo plano. Esta ocupa grandes extensões na zona do litoral.

Ocorre também nas zonas serranas e do seridó, respectivamente nas serras do Portalegre e Santana.

Lve₁ - LATOSOL VERMELHO AMARELO EUTRÓFICO - Textura argilosa, fase floresta subcaducifólia, relevo plano. Constitui uma única área na parte sudoeste da zona do Agreste, próximo ao limite com a zona do Seridó, penetrando na Estado da Paraíba.

Lve₂ - Associação de: LATOSOL VERMELHO AMARELO EUTRÓFICO - Textura média intermediária para podzólico Vermelho Amarelo equivalente Eutrófico fase caatinga hiperxerófila, relevo plano e PODZÓLICO VERMELHO AMARELO EQUIVALENTE EUTRÓFICO latossólico, textura média fase caatinga hiperxerófila, relevo plano. Abrange as partes Oeste da zona salineira e da zona Centro Norte.

Lve₃ - Associação de: LATOSOL VERMELHO AMARELO EUTRÓFICO, textura média intermediária para Podzólico Vermelho Amarelo equivalente Eutrófico fase caatinga e hiperxerófila, relevo plano e áreas quartzozas distróficas fase caatinga hiperxerófila, relevo e CAMBISOL EUTRÓFICO com A fraca, raso, textura média, fase caatinga hiperxerófila, relevo plano, substrato calcário. Localizada ao Leste da zona chapada do Apodí e parte Nordeste da zona Centro Norte, abrangendo parte dos municípios de Mossoró, Acu e Carnaubais.

Lve₄ - Associação de: LATOSOL VERMELHO AMARELO EUTRÓFICO, textura média intermediária para Podzólico Vermelho Amarelo equivalente Eutrófico fase caatinga hiperxerófila, relevo plano e areias quartzozas distróficas fase caatinga hiperxerófila, relevo plano e PODZÓLICO VERMELHO AMARELO equivalente Eutrófico.

textura argilosa, fase caatinga hiperxerofila, relevo plano. Encontra-se na zona salineira, abrangendo Pendência e Macau.

3.2.1.2 - Distribuição das fases nas áreas

Das amostras retiradas aleatoriamente de bacias hidrográficas, ficou assim distribuída, conforme Quadro 2.

QUADRO 2 - Ocorrência das fases nas respectivas áreas de Latossolos estudadas.

Áreas de Latossolos	Identificação	Respectivas fases existentes nas áreas						
		LVd ₁	LVd ₂	LVd ₃	LVe ₁	LVe ₂	LVe ₃	LVe ₄
I	Divisas CE/RN					X		
II	Serra do Mel					X	X	
III	A. Bezerra/Assu					X		
IV	Agreste		X	X				
V	Serra de Santana			X				

3.1.3 - Geologia e material de origem

Esta área de Latossolo em estudo, segundo o levantamento experimental de solos do estado do Rio Grande Norte compreende três diferentes grupos de material de origem que são sedimentos terciário do grupo Barreiras, para as áreas I, II e IV, com geomorfologia conhecida como de tabuleiros, costeiros. Essas áreas são morfologicamente muito uniformes, porém com variação em relação à granulometria dos segmentos: Série Serra de Martins para a microrregião V que apresenta características de arenito estratificado e silificado de coloração claro e arenito assu que constitui a formação situada sobre o calcário jandaíra; O Arenito Assu, apresenta uma parte superior constituído por arenito calcário, com folhelhos subordinados e interlações de camadas de calcário, compreendendo a microrregião III.

3.1.4 - Amostras de redes de drenagem

3.1.4.1 - Bacias de segunda ordem

Foram utilizadas vinte e cinco amostras de bacias hidrográficas de 2ª ordem, segundo sugestões contidas em SOUZA (1975). Em cada microrregião amostrada foram selecionados grupos de cinco bacias hidrográficas, escolhidas aleatoriamente em todas as bacias existentes de 2ª ordem. Os modelos das bacias de 2ª ordem estão ilustradas na figura 04.

aleatoriamente em todas as bacias existentes de 2ª ordem. Os modelos das bacias de 2ª ordem estão ilustradas na figura 04.

3.1.4.2 - Amostras circulares

Para cada microrregião representada dentro do Estado, foram utilizadas também cinco amostras circulares de 25 km², conforme RAY & FISCHER (1960) e FRANÇA (1968); essas amostras circulares foram escolhidas de forma a representar a drenagem da bacia circunvizinha e eleita aleatoriamente, cujas ilustrações encontram-se na figura 05.

3.1.5 - Base de dados

Foram utilizadas 20 folhas cartográficas na escala de 1:100.000 da SUDENE, impressas por Serviços Aerofotogramétricos Cruzeiro do Sul S/A. Fotografias 1:70.000 tomadas em 1966/68.

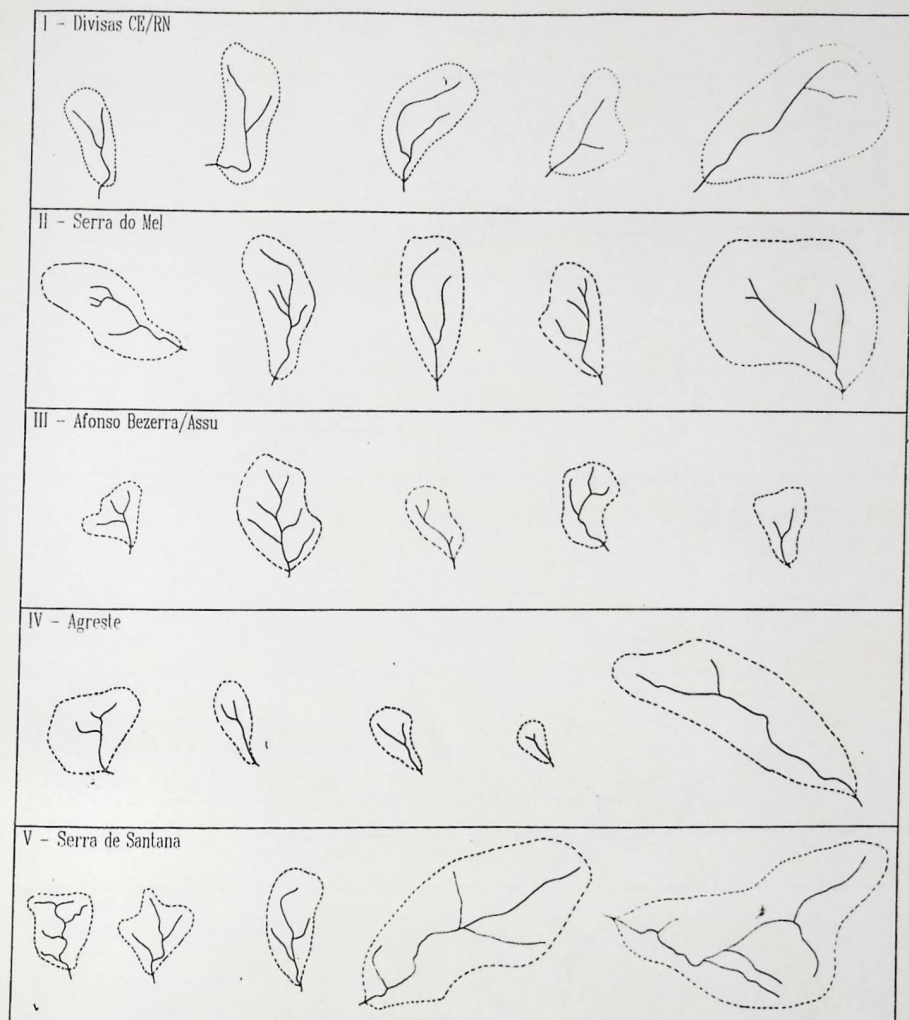


FIGURA 4 - Redes de drenagem das bacias hidrográficas estudadas referentes as áreas de Latossolos do Estado do Rio Grande do Norte.

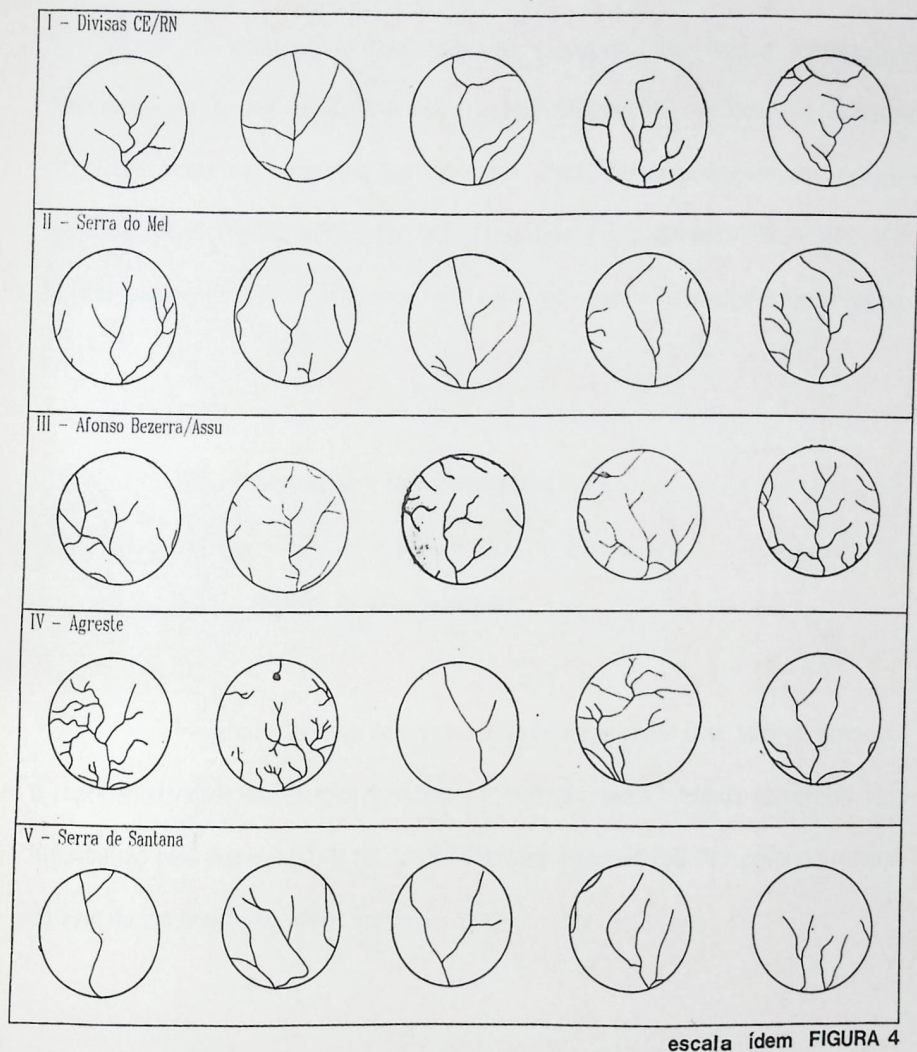


FIGURA 5 - Distribuição de redes de drenagem nas amostras circulares de 25 km² representativas dos Latossolos das áreas em estudo.

Na compilação das redes de drenagem das bacias hidrográficas correspondente à área estudada e nos traçados de medições de bacias e amostras circulares, como nas determinações das suas áreas, foram utilizadas os seguintes materiais: papel vegetal; curvimetro DDR (Freiberger P.); planímetro (LI - 3100 AREA METER); pantógrafo MONK - 731; compasso; esquadros; escala triangular e transferidor.

3.2 - Amostragem e Base Cartográfica

3.2.1 - Seleção de área de estudo

Na escolha de área de estudo, foram considerados dois fatores: primeiro, a representatividade desses solos no Estado; e ,segundo, pelos mesmos apresentar uma distribuição bem representativa em cinco diferentes áreas do Estado, conforme o mapa de solo do Rio Grande do Norte, Figura 1.

3.2.2 - Obtenção do mapa básico de rede de drenagem superficial

Por não se dispor de mosaicos semi-controlado das áreas do estudo, não foi possível traçar a rede de drenagem sobre aerofotos verticais. Dessa forma, a rede

de drenagem foi decalcada das folhas cartográficas 1:100.000 da SUDENE sobre papel transparente, bem como seus respectivos limites de área de Latossolos, obtidas das fotografia aéreas de escala 1:70.000 tomadas em 1966/68, sobre o papel vegetal.

Usou-se o mapa de solo do Estado do Rio Grande do Norte de escala 1:500.000. (BRASIL, 1968). Deste mapa foram compilados e ampliados com pantógrafo, e as unidades de mapeamento dos Latossolos, para escala de 1:100.000 sobre papel vegetal.

Em seguida, ajustou-se os mapas de mesma escala de acordo com as suas coordenadas geográficas e traçou-se o mapa final com toda a rede de drenagem e as áreas dos Latossolos.

3.2.3 - Seleção das bacias hidrográfica e amostras circulares

Com o mapa da rede de drenagem sobre as áreas dos Latossolos, decalçou-se todas as bacias de 2ª ordem, levando em consideração as curvas de nível existente nas folhas cartográficas e separou-se aleatoriamente cinco bacias hidrográficas da ordem citada citada para cada microrregião, totalizando 25 bacias.

Na seleção das amostras circulares, levou-se em consideração que cada amostra circular deveria conter a bacia hidrográfica, das 25 bacias selecionadas anteriormente e abranger a área de Latossolos considerada.

3.2.4 - Análises das bacias hidrográficas

Para a análise geral das bacias hidrográficas, seguiu-se a metodologia descrita por HORTON (1940) e estabelecida por FRANÇA (1968) para as condições de Brasil.

Considera-se como bacia hidrográfica, as áreas fechadas, delimitadas por divisores de água que circula toda a área de drenagem considerada e que convergem para o ponto no qual o canal principal desagua em outro maior, do qual é tributário.

Dentro dos aspectos ou elementos analisados nas relações, com o principal propósito deste trabalho, procurou-se dar maior atenção àqueles mensuráveis.

a) Comprimento total da rede (C_r) - Foi medido com curvimetro, acompanhando a sinuosidade de todos os canais pertencentes à rede de drenagem da bacia.

b) perímetro (P) - medido com curvimetro, cujo percurso corresponde à linha do divisor de água que define a bacia.

c) área (A) analisada com planimetro.

As medidas lineares foram expressas em quilômetros e as áreas, em quilômetros quadrados.

Propriedades não mensuráveis:

- Forma aproximada: indicada pelo contorno da bacia e referida por designação apropriada (ovalada, elíptica, piriforme, trapezoidal etc.), conforme CHISTOFOLETTI (1974).

3.2.5 - Análises das redes de drenagem

Na análise das redes de drenagem, foi levado em consideração os canais intermitentes e permanentes.

3.2.5.1 - Características descritivas dos padrões de drenagem

Foram considerados cinco características descritivas do padrão de drenagem, sendo classificado em grau de acordo com a variação dessas características, dentro de cada área de Latossolos e definida da seguinte maneira:

Densidade de drenagem: refere-se ao comprimento total dos canais pela unidade de área percorrido pelos tributários.

Grau de uniformidade: repetição das formas de drenagem num curto espaço, em alta, média e baixa.

Grau de Controle: refere-se aos fatores que alteram o sentido da drenagem. Alta, média, baixa e sem controle.

Grau de Integração: refere-se ao caminhamento dos canais entre dois pontos. Quanto mais curto, maior a integração. Levou-se em consideração os graus : alto, medio e baixo.

Angularidade: refere-se ao angulo de mudancas de direcão dos rios. Foi considerado alto, medio e baixo.

3.2.5.2 – Características quantitativas dos padrões de drenagem

As características quantitativas dos padrões de drenagem, foram avaliadas nas bacias hidrográficas de 2ª ordem e amostras circulares de 25 km².

a) Comprimentos totais de rios. Foram medidos os segmentos de rios observados em cada ordem apenas na bacias e o comprimento total nas bacias e amostras circulares.

b) Densidade de drenagem. Foi determinada para bacias hidrográficas segundo HORTON (1945) e para as amostras circulares, segundo FRANÇA (1968).

c) Frequência de rios - foi determinada pela fórmula proposta por HORTON (1945) para bacias hidrográficas e adaptada por SOUZA (1975), para as amostras circulares.

d) Razão de textura - foi determinada pela formula proposta por SMITH (1950), modificada por FRANÇA (1968) e citada por SOUZA (1977), para bacias hidrográficas e adaptada por SOUZA (1975), para amostras circulares.

3.2.6 - Delineamento experimental

Para avaliar os parâmetros de densidade de drenagem, frequência de rios e razão de textura, utilizou-se o delineamento experimental inteiramente casualizado, sendo estruturado da seguinte maneira: as cinco microrregiões (I-CE/RN; II-Sa. do Mel; III-A. Bezerra/Assu; IV-Agreste e V-Sa. Santana), constituíram os cinco tratamentos e cada tratamento com cinco repetições de bacias hidrográficas e as mesmas repetições com as amostras circulares de 25 km².

Aplicou-se o teste de F para a análise de variância e o teste de Tukey para separação das médias dos tratamentos locais.

4 - RESULTADOS E DISCUSSÃO

Segundo SOUZA (1977), o estudo de bacias hidrográficas na caracterização do padrão de drenagem aplicado a fotointerpretação de solos e substratos rochosos, tem-se buscado na análise comparativa de pequenas bacias hidrográficas de mesma ordem.

Na análise descritiva e quantitativa dos parâmetros de rede de drenagem, seguiu-se metodologia de BURING (1960). Procurou introduzir a análise de dados experimentais.

4.1 - Característica Dimensionais e Não Mensuráveis

Segundo os dados do Quadro 3, observou-se que a área das bacias hidrográficas como também o perímetro, comprimento dos canais e número de canais são parâmetros que permitem dar uma idéia de diferenciação das áreas de Latossolos estudadas, conforme CARVALHO (1977). Para o número de canais observou-se que as

áreas I e IV, apresentaram resultados muito próximos, visto que na área V se obtiveram valores muito elevados em relação às demais áreas.

Para o comprimento de canais de 1ª ordem observou-se que as médias dos valores da área V foi superior às demais, visto que os valores medios I e II foram próximos como III e IV.

Já os comprimentos de canais de 2ª ordem observou-se que se obtiveram médias de valores iguais para áreas I, II, e IV; já a media do valor II inferior as I, II e IV como a média do valores V superior as demais.

QUADRO 3 - Valores médios de parâmetros dimensionais das bacias hidrográficas de 2ª ordem representativas das áreas de Latossolos.

Área de Latossolo	Nº de Canais		Comp. de Canais		Perímetro (P)	Área (A)
	1ª Ord	2ª Ord	1ª Ord	2ª Ord		
			----- km		-----	km ²
I - CE/RN	2.00	1	5.30	2.80	14.62	13.00
II - Sa. Mel	3.60	1	6.64	3.54	15.86	16.33
III - A. Bcz./Assu	3.49	1	3.92	2.10	9.72	6.35
IV - Agreste	2.20	1	2.62	2.92	11.86	9.91
V - Sa. Santana	4.20	1	9.14	4.42	17.70	21.36

Para o perímetro, observou-se que a área V obteve valores elevados em relação às demais e as áreas I e II se aproximaram nas médias dos valores como também III e IV obtendo valores menores.

Para valores das áreas (A), observou-se que a área V foi superior às demais nos seus valores médios e as áreas I, II e IV próximas sendo a IV com valor menor e a área III com valor inferior às demais.

Essas diferenciações, corroboram com HORTON (1940), ou seja, as diferenças no material de origem, pluviometria e geomorfologia.

A forma geométrica aproximada das bacias apresentada no Quadro 4 evidencia que 64% das bacias de 2ª ordem são do tipo ovóides, demonstrando uma tendência definida e homogênea como característica provável dos Latossolos que, segundo HORTON (1945) com a evolução das formas das bacias em material estável, há uma tendência da mesma assumir uma forma ovalada.

QUADRO 04 - Forma geométrica aproximada das bacias hidrográficas de 2ª ordem representativas das áreas de Latossolos e suas respectivas percentagens.

Áreas de Latossolos	Forma geométrica aproximada		
	Oval	Triangular	Trapezoidal
I	4	1	-
II	4	-	1
III	3	2	-
IV	3	2	-
V	2	1	2
Representatividade	64 %	24 %	2 %

4.2 - Análise da Rede de Drenagem

4.2.1 - Características descritivas dos padrões de drenagem

O tipo ou modelo da rede de drenagem, propostos por Arnis, 1980, citado por SOUZA (1977), pode ser considerado o mesmo, não servindo isoladamente para diferenciar as áreas de Latossolos estudadas. Isto concorda com LUEDER (1959), em que a descrição dos padrões de drenagem deve ser complementada de outras características dentro de cada modelo, para se obter maior consistência e segurança nas informações.

Conforme o quadro 5 não foi possível detectar visualmente diferenças; esta análise segundo LUEDER (1959), que por mais detalhada que seja, a descrição do padrão de drenagem, sua interpretação é difícil, querendo tanto conhecimento teórico como prático, para correlacionar os aspectos da imagem fotográfica com as condições reais do terreno.

QUADRO 05 - Dados qualitativos das características descritivas dos padrões de drenagem.

Características	Áreas de Latossolos estudadas				
	I	II	III	IV	V
Modelo	sub-dentritico	sub-dentritico	sub-dentritico	sub-dentritico	sub-dentritico
Grau de integração	baixo	baixo	baixo	baixo	baixo
Densid. de Drenagem	baixo	baixo	baixo	baixo	baixo
Grau de uniformidade	medio	medio	medio	medio	medio
Grau de controle	baixo	baixo	baixo	baixo	baixo
Angulosidade	baixo	baixo	baixo	baixo	baixo

4.2.2 - Características quantitativas dos padrões de drenagem.

4.2.2.1 - Número e comprimento de rios

Observando-se os valores medios de cada área em estudo, do número de rios das ordens presentes nas amostras circulares, conforme Quadro 6, verifica-se que a média de número de segmentos de rios em cada ordem apresentam diferenças.

Observando-se os valores médios de cada área em estudo, do numero de rios das ordens presentes nas amostras circulares, conforme Quadro 6, verifica-se que a média de numero de segmentos de rios em cada ordem apresentam diferenças.

Para os segmentos da 1ª ordem de ramificação, a área III em estudo, apresentou valor superior às demais, estando a área IV com valores próximos; assim como a área II apresentou valor próximo à V, ficando a área I com valor inferior, para as demais ordens de ramificações, as amostras mostraram valores superiores para as áreas III e IV e as menores para II, IV e I.

Para o total das médias há superioridade da área IV, estando a área III próxima desse valor como também as áreas II e IV, ficando a área I com menor valor médio.

Com os valores das médias dos comprimentos das redes, observa-se que as áreas III e IV são superiores às demais com valores próximo nos seus resultados como também as áreas II e V e estando a área I com valor inferior.

Diante dos resultados obtidos se pode inferir que as áreas III e IV diferenciaram das demais com valores superiores em número e comprimento de rios. É possível que a imperfeição da drenagem dos solos associada a outros fatores como clima, sejam responsáveis pela diferenciação observada. Já para a área I provavelmente pode ser atribuído que nessas áreas os solos são melhores drenados subsuperficialmente e a declividade do terreno é relativamente pequena, características dessa área de Latossolos.

QUADRO 06 - Valores médios de numeros de segmentos de rios observados em cada ordem: total e comprimento da rede nas amostras circulares de 25 km², representativos das áreas de Latossolos.

Areas de Latossolos	Número de Amostras	Médias do n ^o de seg. de rios				Total das média	Média de comprimento da rede
		1 ^o	2 ^o	3 ^o	4 ^o		
I	5	3.8	1.8	0.2	-	5.8	13.12
II	5	8.2	1.8	0.2	0.2	10.4	15.86
III	5	14.0	3.0	1.0	-	18.0	22.34
IV	5	12.6	4.6	1.4	0.2	18.8	20.00
V	5	6.2	2.4	0.6	-	9.2	15.50

4.2.2.2 - Análise experimental de três parâmetros de rede de drenagem

Para a interpretação quantitativa da rede de drenagem no estudo de solos, baseam-se nas diferenças estatísticas dos parâmetros densidade de drenagem, frequência de rios e razão de textura.

A densidade de drenagem, frequência de rios e razão de textura conforme as análises de variância apresentadas nos Quadros 7 e 8 (Apêndice), mostram que para as bacias hidrográficas e para as amostras circulares entre as áreas de Latossolos foram detectadas diferenças estatisticamente significativas.

portanto, esses parâmetros podem ser utilizados na diferenciação dessas áreas em estudo, dependendo da disponibilidade de bases cartográficas na escala do presente estudo.

As análises de variâncias dos Quadros 7 e 8 (Apêndice) não mostram diferença significativa nas bacias hidrográficas entre os tipos de amostragem para densidade de drenagem e frequência de rios como também nas amostras circulares para densidade de drenagem. Entretanto, observando-se os Quadros 7 e 8 (Apêndice), verifica-se que, através dos coeficientes de variação, há uma tendência das amostras circulares, serem mais informativas do que as bacias hidrográficas. Isto concorda com FRANÇA (1968), MARCHETTI (1969) e SOUZA (1975), de que os dados observados em amostras circulares são mais uniformes e consistentes na diferenciação de unidades de Latossolo.

A análise de variância da razão de textura, Quadro 7 mostrou diferença significativa entre as áreas de Latossolos das bacias hidrográficas, significando dizer que a razão de textura pode ter sido influenciada pelo tamanho das amostras de rede de drenagem.

O teste de Tukey para os valores de razão de textura, mostram diferença significativa entre as áreas de Latossolo conforme Figura 6. A área III sendo superior às demais estatisticamente e as áreas II, IV e V, estatisticamente iguais entre si e a área I, inferior a todas.

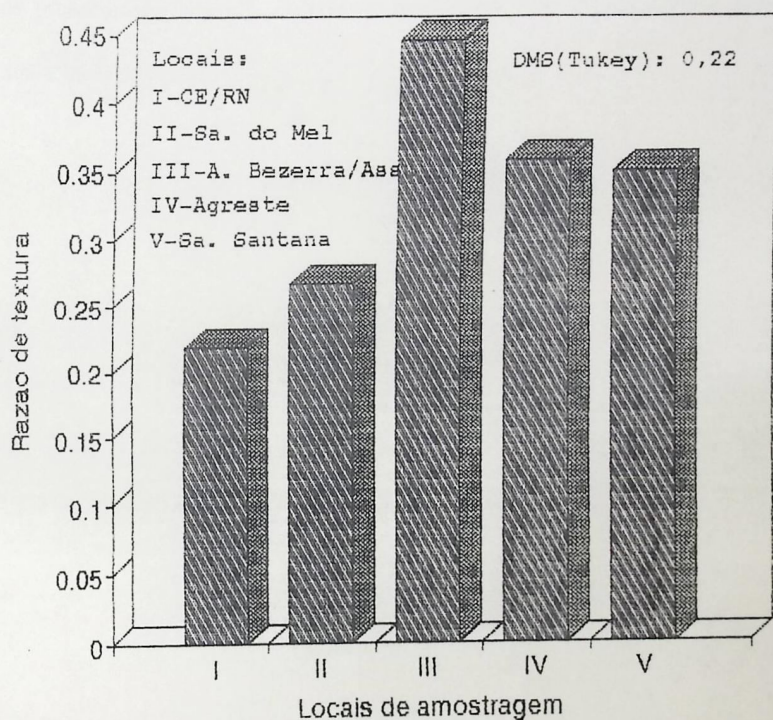


FIGURA 6 - Representação de valores gráficos referentes a media das características quantitativas das bacias hidrográficas 2ª ordem para razão de textura.

As amostras circulares, permitem inferir que além da razão de textura há também uma variação da frequência de rios, como mostra o Quadro 8. Diferença significativa entre as áreas em estudo. Quando se aplicou o teste Tukey ao nível de 1% de probabilidade, Figura 7, observa-se que ambos tem comportamentos proporcionais nos seus valores.

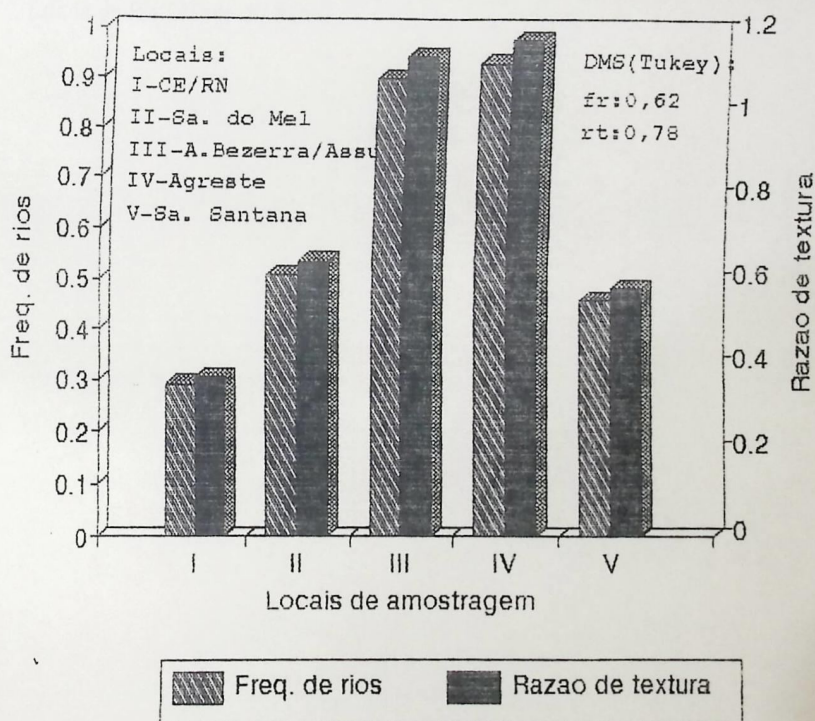


FIGURA 7 - Representação de valores gráficos referente às médias das bacias hidrográficas de 25 km², para razão de textura e frequência de rios.

A área IV superior as demais e estatisticamente, as áreas II, III, e V com valores iguais entre si e a área I. inferior a todas.

Fazendo-se uma análise comparativa entre as discussões dos resultados já referidos, com a análise experimental de três parâmetros, verifica-se que esta última se comporta melhor suas afirmações para diferenciar as áreas de Latossolo no Estado do Rio Grande do Norte.

5 - CONCLUSÕES

O trabalho, nas condições em que foi desenvolvido, permitiu interferir que:

- a análise da rede de drenagem nas suas características quantitativas dos padrões de drenagem foi o parâmetro não estatístico que melhor diferenciou as áreas de Latossolos.
- os parâmetros frequência de rios e razão de Textura para amostra circulares, permitiram diferenciar as áreas de Latossolos nas bacias hidrográficas.
- há uma tendência das amostras circulares serem mais informativas do que as bacias hidrográficas de 2ª ordem de ramificação.
- no material originário do grupo barreiras das microrregiões idênticas a pluviometria influenciou na diferenciação da frequência de rios e razão de textura.
- na microrregião do agreste, se obteve valores superiores de frequência de rios e razão de textura nas suas amostras circulares em relação à Serra do Mel.

Afonso Bezerra/Assu e Serra de Santana, que por sua vez, foram superiores à microrregião CE/RN do Oeste do Rio Grande do Norte próximo ao Estado do Ceará.

6 - RECOMENDAÇÕES

6.1 - relacionar que a fotointerpretação a solos sob o ponto de vista edafológico.

6.2 - desenvolver estudos nesta região em bacias de 3ª ordem de ramificação.

6.3 - que estudos desta natureza seja efetuado nas diversas unidades de mapeamento nos solos mais freqüente do estado.

6.4 - pelas referências dos pesquisadores, observa-se que há uma falta de pesquisas voltadas para solos das regiões tropicais e sub-tropicais, daí a necessidade de produzir informações sobre os padrões de drenagem em condições edafoclimáticas do semi-árido nordestino, inserida na porção tropical quente e seca do Brasil.

7 - RESUMO

Este trabalho foi realizado nas condições de semi-árido em áreas de Latossolos, por apresentar 11.57% da area total do Estado e está bem distribuída em microrregiões. Com a finalidade de comparar dentro de um mesmo nível categórico solos idênticos (Latossolos) em condições de diferentes materiais de origem, vegetação, clima, relevo e outros fatores.

Estudou cinco microrregiões decalçadas de folhas cartográficas as suas redes de drenagem de acordo com o mapa de solo do Estado do Rio Grande do Norte.

Dividiu-se o Estado em cinco microrregiões, retirando de cada uma delas, cinco amostras aleatórias das bacias existentes de 2ª ordem de ramificação e cinco amostras circulares, que continha a bacia; com isso totalizaram 25 bacias hidrográfica e 25 amostras circulares.

A análise da rede de drenagem foi executada pelas características descritas dos padrões de drenagem como também características quantitativa desses

padrões. Analisou-se experimentalmente três parâmetros: densidade de drenagem, frequência de rios e razão de textura.

Das discussões dos resultados a análise estatística nas suas afirmações diferenciam melhor as áreas de Lalossolo em estudo, observando-se que a microrregião do Agreste, obteve valores superiores de frequência de rio, e razão de textura em relação à Serra do Mel: Afonso Bezerra/Assu e Serra de Santana que a pesar de terem sido iguais estatisticamente foram superiores à microrregião CE/RN do Oeste do Rio Grande do Norte, próximo ao Estado do Ceará.

8 - REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AMARAL, A. Z. & AUDI, R. Fotopedologia In: Moniz A.C. (Coord.) Elementos de Pedologia. 2.ed. Rio de Janeiro: LTC, 1975. p. 429-442.

BRASIL. Ministerio da Agricultura. Divisão de Pesquisa Pedológica & SUDENE. Divisão de Agrologia. Levantamento exploratório e reconhecimento de solos do estado do Rio Grande do Norte. Brasília, 1971. 531p.

CARVALHO, W. A. *et al.* Relação entre distribuição de polos semelhança geométrica de bacias de drenagem no município de Botucatu. SP. Revista brasileira de ciência do solo. Campinas. v.4, n.2, p.110-114. maio/ago. 1980.

CARVALHO, W. A., PIEDADE, G. C. R., FRANÇA, G. V. Redes de drenagem em duas áreas de solos diferentes. Revista brasileira de ciência do solo. Campinas, v.2, n.3, p.204-408, jun. 1978.

- CHRISTOFOLETTI, Antônio. *Geomorfologia*. São Paulo; Edgard Brucher. 1974. 149p.
- COLWEL. R. N. Photographie interpretation for civil purposes. In: *Manual of photogrammetry*. Washington: American Society of photogrammetry. 1952. Sec. Ed., p. 535-602.
- DUNBAR. R. A. Problems of interpretation in tropical regions. In: *Aerial photographic interpretation: Principles and applications*. New York: Mc Graw-Hill. 1959. p.426-427.
- ERNESTO SOBRINHO, Francisco *et al*. Levantamento de reconhecimento seme-detalhado dos solos e caracterização do ambiente agrícola da Serra de Santana, Rio Grande do Norte. Mossoró: ESAM.1987. 125p. (Coleção Mossoroense, Série "c", 317).
- FRANÇA, G. V. de Interpretação fotográfica de bacias e de redes de drenagem aplicada a solos da região de Piracicaba. Piracicaba: ESALQ. 1968. 151p. (Tese doutoramento Agron-solos) - ESALQ/USP. 1968.
- GOMES, Frederico Pimentel. *Curso de estatística experimental* 12 ed. Piracicaba: Nobel. 1987. 467p.
- GOOSEN, D.. Interpretacion de fotos aéreas y su importância en levantamiento de suelos. Roma: FOA, 1968. 183p.

- HORTON, R. E. An approach toward a physical interpretation on infiltration-capacity. Soil Sci. Soc Am. Proc., v.5, n.1, p. 399-417, 1940.
- KOFFLER, N. F. Utilização de imagens aerofotogramétricas e orbitais no estudo do padrão de drenagem em solos originados do arenito Bauru. São José dos Campos: INPE, 1976. 150p. Dissertação (Mestrado em Fotointerpretação).
- LUEDER, D.R. Aerial photographic interpretation principles and applications. New York: MacGraw-HILL, 1959. 1629.
- LEAO, S. R. F. Interpretação fotográfica dos padrões de drenagem desenvolvidos em dois solos do Distrito Federal. Piracicaba: ESALQ, 1972. 110p. (Dissertação de mestrado em fotointerpretação).
- LEPSH, I. Manual para levantamento utilitário do meio físico e classificação de terras no sistema de capacidade de uso. Campinas: SBCS, 1991. 176P.
- MARCHETTI, D. A. B.. Fotointerpretação de atributos de relevo aplicado a solos da região de Piracicaba. Piracicaba: ESALQ, 1969. 58P. (mestrado em fotointerpretação) ESALQ./USP, 1969.

- OLIVEIRA, J. B., JACOMINE, P. K. T., CAMERGO, M. N. *Classes gerais de solos do Brasil*. Jabuticabal: Fundação de Estudos e Pesquisas em Agronomia, Medicina Veterinária e Zootecnia, 1992. 201p.
- PARR, J. F. & BERTRAND, A. R. Water infiltration into soils. *Adv. Agron.*, v. 12, p. 311-363, 1960.
- PRADO, H. do. *Manual de classificação de solos do Brasil*. Jabuticabal: FUNEP, 1993. 218p.
- PUNDEK, M. Levantamento e planejamento conservacionista de propriedades rurais em microbacias. In: Santa Catarina. Secretaria de Estado da Agricultura e Abastecimento. *Manual de uso, manejo e conservação do solo e da água*. Florianópolis: EPAGRI, 1994. 384p.
- RAY, R. G. & FISHER, W. A. Quantitative photogrammetry: a geologic research tool. *Photogram. Engng. Washington*, v. 26, p. 143-150. 1960.
- SLATYER, R. O. & MARBUTT, J. A. Hydrology of arid and semiarid regions. In: CHOW, V. T. *Handbook of applied hydrology: A compendium of water-resource technology*. New York: MacGraw-Hill, 1964. 24/1-24/6.

SOUZA, E. B. de. Fotointerpretação de rede de drenagem na diferenciação de unidades de mapeamento de solos ocorrentes na depressão central do Rio Grande do Sul. Santa Maria: UFSM, 1977. 99P. Dissertação (Mestrado em Engenharia Rural. Fotointerpretação) - UFSM, 1977.

SOUZA, M. L. P. de.. Fotointerpretação das redes de drenagem de três solos com horizontes "B" Latossólico ocorrente no município de Ponta Grossa - PR. Piracicaba: ESALQ/USP. 1975. 335P. Dissertação (Mestrado em Engenharia Rural - fotointerpretação). ESALQ/USP, 1975.

SIMONSON, R. W., Use of aerial photographs in soil survey. Photogrammetry Engineering. Washington, p. 608-315, 1950.

STRAMLER, A. N., Quantitative analysis of watershed of geomorphology, Transaction American Geophysical Union. New Haven, v. 38, p. 913-920, 1957.

SUMMERSON, C. H. Philosophy for photo interpreters. Photogram. Engng., Washington, v. 20, p. 412-417, 1954.

VASQUES FILHO, J. Critérios morfométricos aplicados à fotointerpretação de redes de drenagem em três unidades de solos no município de Piracicaba-PS. Piracicaba:

ESALQ/USP, 1972. 113p. Dissertação (mestrado em fotointerpretação) - ESALQ/USP, 1972.

VON ENGELN, O. D. Geomorphology: systematical and regional. New York: McMillan, 1942. 655p.

9 - APÊNDICE

QUADRO 7 - Síntese da análise de variância dos dados de densidade de drenagem (dd), frequência de rios (fr) e razão de textura (rt_x) obtidos em bacias de 2ª ordem.

F. V.	G. L.	Quadro médio		
		dd	fr	rt_x
Local	4	0.0488 ^{ns}	0.2588 ^{ns}	0.0387 [*]
Erro	20	0.0820	0.1066	0.0136
C. V.		35%	64%	36%

* Significativo ao nível de 5% de probabilidade

^{ns} Não significativo ao nível de 5% de probabilidade.

QUADRO 8 - Síntese da análise de variância dos dados de densidade de drenagem (dd), frequência (fr) e razão de drenagem (rt_x) obtidos em amostras circulares de 25 km².

F. V.	G. L.	Quadro médio		
		dd	fr	rt_x
Local	4	0.1143 ^{ns}	0.4014 ^{**}	0.6390 ^{**}
Erro	20	0.0628	0.1062	0.1691
C. V.		30%	53%	53%

** Significativo ao nível de 1% de probabilidade

^{ns} Não significativo

QUADRO 9 - Valores médios das características quantitativas de bacias hidrográficas de 2ª ordem representativas das áreas em estudo.

Área	Bacias de 2ª ordem		
	dd	fr	rl _y
I	0,6871a	0,2860a	0,2190b
II	0,7617a	0,3090a	0,2680ab
III	0,9354a	0,7367a	0,4464a
IV	0,8407a	0,7605a	0,3582ab
V	0,8540a	0,4613a	0,3506ab
DMS	0,54	0,62	0,22

Médias seguidas por letras desiguais, são significativamente diferentes pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

QUADRO 10 - Valores médios das características quantitativas de amostras circulares de 25 km², representativas das áreas de estudo.

Área	Amostras circulares de 25 km ²		
	dd	fr	rl _y
I	0,6561a	0,29b	0,3659b
II	0,718a	0,51ab	0,6435ab
III	0,017a	0,90ab	1,1356ab
IV	0,972a	0,93a	1,1735a
V	0,767a	0,46ab	0,5804ab
DMS	0,47	0,62	0,78

Médias seguidas por letras desiguais, são significativamente diferentes pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

71 23 2011

71 23 2011

UFERSA SIGAA - BIBLIOTECAS



SIGAA

2010075816