

**CARACTERÍSTICAS DA DRENAGEM DETERMINADAS EM FOTOGRAFIAS AÉREAS
E DO RELEVO DETERMINADAS EM CARTAS PLANIALTIMÉTRICAS DE ESCALAS
DIFERENTES PARA TRÊS SOLOS DO ESTADO DE SÃO PAULO**

R. Angulo Filho
V. A. Demétrio
G. V. de França
Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz"
Universidade de São Paulo
Caixa Postal 09, 13400-Piracicaba, SP, Brasil

RESUMO

Com base na interpretação de fotografias aéreas verticais na escala 1:35000, fez-se a caracterização de três solos do Estado de São Paulo (Latossolo Vermelho-Amarelo, Podzólico Vermelho-Amarelo e Litossolo) e determinou-se a variação dos índices de relevo obtidos de Cartas planialtimétricas em escalas diferentes.

Cada unidade de solo foi representada por três amostras circulares de 10 km².

Dos decalques das redes de drenagem feitos sobre as fotografias aéreas verticais, nas amostras circulares foram determinados os índices quantitativos dos padrões de drenagem.

Os índices de relevo foram obtidos das amostras circulares decalcadas sobre as cartas planialtimétricas em escalas diferentes (1:10000 e 1:50000). Posteriormente, os valores dos índices de relevo obtidos das duas cartas foram comparadas para a determinação de sua variação.

ABSTRACT

Based on the interpretation of vertical aerial photographs on a 1:35,000 scale, the characterization was made of the drainage standards from three different soils of the State of São Paulo (Red-Yellow Latosol, Red-Yellow Podzol and Litosol) and the variation was determined for the relief indices obtained from planialtimetric charts on different scales.

Each soil unit was represented by three circular samples of 10 km².

From tracing the drainage networks on the vertical aerial photographs, the quantitative indices for the drainage standards were determined for the circular samples.

The relief indices were obtained from the circular samples traced on the different scales planialtimetric charts (1:10,000 and 1:50,000). Subsequently, the values for the relief indices obtained from the two charts were compared to determine their variation.

1. INTRODUÇÃO

Entre os elementos de interesse que podem ser observados na fotografia aérea, que se correlacionam com os solos sobre os quais se encontram, a rede de drenagem é, provavelmente, o de mais fácil interpretação, além de um dos mais eficazes para a caracterização das unidades de solo.

Além dos índices retirados da rede de drenagem, os de relevo, que são obtidos a partir de cartas planialtimétricas, têm-se mostrado muito eficazes na diferenciação de solos.

Assim sendo, elaborou-se este trabalho, que tem os seguintes objetivos:

a) testar a eficácia de alguns índices de drenagem e de relevo, na diferenciação de três unidades de solos (Latossolo Vermelho-Amarelo, Podzólico Vermelho-Amarelo e Litossolo);

b) analisar os índices de relevo obtidos de cartas planialtimétricas em escalas diferentes (1:10000 e 1:50000).

2. REVISÃO DE LITERATURA

2.1. Características da Drenagem Superficial Relacionadas a Solos

CHRISTOFOLETTI (1969) diz que a análise da rede de drenagem permite a compreensão e elucidação de numerosas questões geomorfológicas, já que os cursos d'água são processos morfogenéticos bastante atuantes na esculturação da paisagem terrestre.

Segundo LUEDER (1959), o padrão de drenagem, com exceção do relevo, é o mais consistente e confiável indicador das condições do terreno, disponível ao fotointérprete.

Para GARCIA (1982), a determinação dos índices quantitativos da rede de drenagem possibilita o estabelecimento de inferências de natureza diversa e evita a subjetividade das características puramente descritivas.

Segundo STRAHLER (1964) a densidade de drenagem (D) e frequência de rios (F), foram introduzidas na literatura hidrológica americana por Horton. SMITH (1950), utilizou um índice seme-

lhante ao da frequência de rios de Horton, ao qual denominou razão de textura (T), este índice foi modificado por FRANÇA (1968).

Ainda FRANÇA (1968) aplicou a metodologia de RAY e FISCHER (1960) de utilizar amostras circulares de 10 km², na determinação dos índices de drenagem para estudo de solos.

SOUZA (1975), KOFFLER (1976), DEMÉTRIO (1977), ANGULO FILHO (1981), VALÉRIO FILHO (1984), entre outros, confirmaram e estenderam o método de FRANÇA (1968).

2.2. Características do Relevo Relacionadas a Solos

Para MONTOYA (1983) os aspectos do relevo influem de forma direta na evolução do perfil de solo.

Segundo GOOSEN (1968), o relevo desempenha um importante papel na determinação da natureza e amplitude dos distintos processos que formam o solo, tais como: erosão e drenagem.

CHRISTOFOLETTI (1980) atestou que um aumento nos valores de declividade do terreno, provoca um aumento nos valores de textura topográfica e densidade de drenagem.

Segundo citação de ROURKE e AUSTIN (1951), LUEDER (1959), SOIL CONSERVATION SERVICE (1966) e AMARAL e AUDI (1972), o relevo é considerado um dos critérios mais importantes da fotopedologia, sendo muito utilizado para estudos de solos em fotografias aéreas convencionais por apresentarem a vantagem da observação da terceira dimensão, através do emprego de pares estereoscópicos.

WONG et alii (1977) utilizaram cartas topográficas para a realização de medições quantitativas de fatores do relevo. KOFFLER (1982), utilizou o método de Wentworth para cálculo da declividade média do terreno.

Para VALÉRIO FILHO (1984), os índices de relevo (declividade média, relevo local médio e razão de declive) mostraram-se eficientes na diferenciação entre solos.

3. MATERIAL E MÉTODOS

3.1. Material

3.1.1. Descrição e Localização da Área de Estudo

A área de estudo encontra-se entre os paralelos 22°00'S e 22°30'S e os meridianos 47°00'WG e 48°00'WG, como mostra a Figura 1

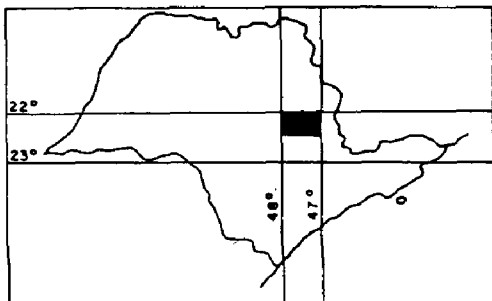


FIGURA 1 - Localização da área estudada no Estado de São Paulo

Esta área situa-se no centro-este do Estado de São Paulo e segundo ALMEIDA (1964) inteiramente inserida na região denominada de Depressão Periférica (sub-região médio Tietê).

O relevo desta região varia de acordo com o solo encontrado, assim temos que:

1) a área de Latossolo Vermelho-Amarelo caracteriza-se por possuir relevo suave a suave ondulado e declives que raramente atingem 5%;

2) o solo Podzólico Vermelho-Amarelo encontra-se em um relevo tipicamente suave ondulado dissecado ou ondulado dissecado com declives da ordem de 7 a 15% nas partes baixas e média das vertentes;

3) a área de Litossolo encontra-se em um relevo fortemente-ondulado onde a declividade das vertentes chegam a ultrapassar 15%.

De acordo com o sistema de classificação de Koppen é possível identificar dois tipos de clima: a) para as áreas serranas, um clima Cwb, ou seja, temperado com inverno seco e temperatura do mês mais quente inferior a 22°C; b) para as demais áreas, cujas temperaturas do mês mais quente são superiores a 22°C, o clima, ainda temperado, é Cwa, ou seja, clima mesotérmico de inverno seco.

Do "Mapa Geológico do Estado de São Paulo" quadrícula de Campinas, elaborado pelo Convênio DAEE e UNESP, 1982, destacam-se na área de estudo as seguintes ocorrências: a) depósitos coluviais (Plioceno-Pleistoceno); b) formação Pirambóia (Triássico-Cretáceo); c) formação Corumbataí (Permiano); d) formações Aquidauana e Itararé (Carbonífero-Permiano).

Nos solos profundos, de textura argilosa, a vegetação primária predominante era a mata tropical subcaducifolia. Em áreas de litossolos substrato basalto, onde o declive acentuado facilita o escoamento superficial da chuva, a menor reserva de água influencia também o tipo de vegetação, que nestas condições corresponde às matas decíduas de aspecto mais seco. Nas áreas onde predominam os solos arenosos ou de textura média, persiste a maior reserva de vegetação natural representada por cerrados e cerradões.

O uso atual da terra é muito diversificado havendo: reflorestamento e pastagens em áreas de solos arenosos e pobres; e cana-de-açúcar, café, citros, algodão, milho, etc... em solos de melhores propriedades físicas e químicas, além da facilidade para mecanização.

Quanto aos solos, foram selecionados para este trabalho três unidades de mapeamento, que são as seguintes:

a) LV3: Latossolo Vermelho-Amarelo álico. A moderado, textura média, relevo suave ondulado (unidade Laranja Azeda). Os solos desta unidade apresentam as seguintes características:

- 1- horizonte A moderado;
- 2- textura média no horizonte B, com teor de argila superior a 25% ou, se entre 20 e 25%, apresenta teor de areia fina superior ao de areia grossa;
- 3- caráter álico ou distrófico;
- 4- ausência de acréscimo escalonado de argila, entre os horizontes A₁, A₃, B₁ e B₂;

- 5- horizonte B₂ apédico ou com estrutura subangular ² fraca;
- 6- ausência de mosqueamento a menos de 100 cm;

b) PV3: Podzólico Vermelho-Amarelo argila de atividade baixa, distrófico ou álico, A moderado, textura argilosa ou média/argilosa, relevo ondulado (unidade Olaria). Os solos desta unidade apresentam as seguintes características:

- 1- argila de atividade baixa;
- 2- caráter álico ou distrófico;
- 3- textura argilosa ou média/argilosa;
- 4- discreta diferenciação de horizontes;
- 5- espessura dos horizontes A+B 150 cm;
- 6- substrato: sedimentos finos do permio-carbonífero;

c) L11: Litossolo eutrófico e distrófico, A moderado, textura indiscriminada, substrato sedimentos finos do permiano, relevo ondulado a fortemente ondulado. Em consequência da imaturidade, estes solos, apresentam geralmente teores relativamente elevados de minerais primários menos resistentes ao intemperismo e minerais de argila do grupo das esmectitas, o que lhes confere elevados valores da capacidade de troca de cátions da fração argila.

3.1.2. Material Cartográfico

Para a caracterização da área de estudo foram utilizados as seguintes cartas e mapas:

a) Cartas planialtimétricas do IBGE (Superintendência de Cartografia, na escala 1:50000 e editadas entre 1969/71;

b) Cartas planialtimétricas do Plano Cartográfico do Estado de São Paulo, projeto Macro-Metrópole, do Instituto Geográfico e Cartográfico (IGC), na escala 1:10000 e editadas em 1979;

c) Cartas de Solos do Levantamento Pedológico semidetalhado do Estado de São Paulo: Quadriculas de Araras e São Carlos, na escala 1:100000 e editadas em 1981;

d) Mapa Geológico da folha de Campinas, Convênio DAEE/UNESP, na escala 1:250000 e editado em 1982.

3.1.3. Material Fotográfico

Foram utilizadas fotografias aéreas verticais pancromáticas, provenientes da cobertura aerofotogramétrica do Estado de São Paulo (1978), executada pela Terrafoto Atividades de Aerolevantamentos S.A. para a Secretaria do Planejamento do Estado de São Paulo, na escala aproximada 1:35000.

3.1.4. Equipamentos

A visão estereoscópica dos pares de fotografias foi obtida através de um estereoscópio de espelho marca WILD, modelo ST-4, com ocular de três aumentos.

Foram utilizados equipamentos simples de medição e desenho como escalímetro, régua de precisão, curvímetro e compasso.

O traçado de informações obtidas das diversas imagens foi efetuado sobre folhas transparentes de poliéster estável ("ultraphan").

3.2. Métodos

3.2.1. Obtenção dos Mapas Básicos de Drenagem

Por meio de exames estereoscópicos das fotografias selecionadas foram traçados sobre película transparente, os canais de drenagem bem definidos, quer fossem cursos d'água permanentes ou temporários, e as depressões úmidas, indicadoras de rede pouco integrada. Cada conjunto de fotografias foi montado de acordo com o método de "matchlines".

3.2.2. Análise dos Índices de Drenagem

A caracterização quantitativa dos padrões de drenagem foi restringida aos elementos disponíveis em amostras circulares de 10 km², conforme método desenvolvido por RAY e FISCHER (1960) e ampliado por SOUZA (1975).

A densidade de drenagem (D) de cada amostra circular foi obtida segundo adaptação da fórmula de HORTON (1945) por RAY e FISCHER (1960) e é a seguinte:

$$D = \frac{L_t}{A} \quad L_t = \text{comprimento total de rios} \\ A = \text{área da amostra circular}$$

A frequência de rios (F) foi calculada segundo a adaptação de SOUZA (1975) da fórmula de HORTON (1945):

$$F = \frac{N}{A} \quad N = \text{número total de rios} \\ A = \text{área da amostra circular}$$

A razão de textura (T) também foi calculada segundo SOUZA (1975), que adaptou a definição de SMITH (1950) modificada por FRANÇA (1968):

$$T = \frac{N}{P} \quad N = \text{número total de rios} \\ P = \text{perímetro da amostra circular}$$

3.2.3. Análise dos Índices de Relevo

As amostras circulares de 10 km², demarcadas sobre as fotografias aéreas na escala 1:35000 para obtenção dos índices de drenagem, foram transferidas nas devidas proporções para as cartas planialtimétricas nas escalas 1:10000 e 1:50000, sobre as quais foram determinados os seguintes índices de relevo:

a) declividade média (dw); foi obtida segundo o método de Wentworth, adaptado por KOFFLER (1982), e que se baseia no número de curvas interceptadas por linhas dispostas nas direções Norte-Sul, Leste-Oeste, Noroeste-Sudeste e Nordeste-Sudoeste e respectivas paralelas como mostra a Figura 2. O cálculo da declividade média (dw) é efetuado pela fórmula:

$$dw = \frac{EN}{636,6} \quad E = \text{equidistância vertical das curvas de nível em metros}$$

N = número de curvas interceptadas por km

b) amplitude altimétrica máxima (Hm); obtido conforme sugestão de CHRISTOFOLETTI (1980), e que corresponde à diferença altimétrica entre a altitude da desembocadura do rio principal e a média dos pontos mais elevados

entre os canais de primeira ordem do trecho superior da amostra considerada, devendo-se considerar no mínimo dez pontos cotados;

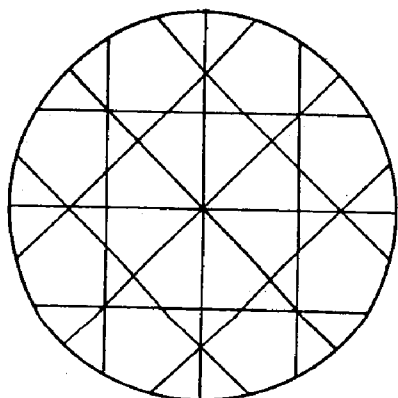


FIGURA 2 - Modelo da amostragem de "Wentworth-1930" adaptado por KOFFLER (1982).

c) comprimento médio das vertentes (CVm): este índice foi determinado conforme procedimento de VALÉRIO FILHO (1984), o qual consiste em medir, com auxílio de uma escala graduada, a distância entre os pontos de cotas mais elevadas e o canal de drenagem, por cálculo, obtém-se o comprimento médio das vertentes em metros, das leituras possíveis realizadas em cada amostra circular de 10 km².

3.2.4. Análise Estatística

Devido à pequena amostragem e falta de aleatoriedade dos dados, estes foram analisados fazendo-se somente a comparação entre média e erro padrão da média.

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1. Características quantitativas do padrão de drenagem

A Tabela 1 e a Figura 3 apresentam os resultados obtidos através dos índices de drenagem, estes resultados concordam com SOUZA (1975), que afirma que os índices numéricos obtidos em amostras circulares servem para diferenciar solos.

No entanto as afirmativas de HORTON (1945) e STRAHLER (1964), de que haveria necessidade de utilizar dois índices, a densidade de drenagem e a frequência de rios conjuntamente, não foi confirmada, pois quaisquer dessas características, tomadas isoladamente, serve para diferenciar os solos estudados.

Além disto, vários pesquisadores, entre eles, SOUZA (1975), DEMÉTRIO (1977), ANGULO FILHO (1981) e VALÉRIO FILHO (1984), verificaram a grande eficiência do índice densidade de drenagem na diferenciação entre solos.

A razão de textura também mostrou ser um bom índice, concordando com as observações de SOUZA (1975) e KOFFLER (1976), autores que estabeleceram a determinação deste índice às amostras circulares, utilizadas posteriormente por DEMÉTRIO (1977), NOGUEIRA (1979), ANGULO FILHO (1981) e MANECHINI (1981), entre outros.

TABELA 1

CARACTERÍSTICAS QUANTITATIVAS DO PADRÃO DE DRENAGEM, VALOR MÉDIO E ERRO PADRÃO DA MÉDIA, DAS AMOSTRAS CIRCULARES REPRESENTATIVAS DOS SOLOS EM ESTUDO

CARACTERÍSTICAS QUANTITATIVAS	AMOSTRAS					CIRCULARES			
	LV-1	LV-2	LV-5	PV-1	PV-2	PV-3	Li-1	Li-2	Li-3
Densidade de Drenagem (D)	0,430	0,560	1,080	2,280	2,350	2,270	4,720	5,740	4,520
$\bar{m} \pm s (\bar{m})$	0,697 \pm 0,196			2,300 \pm 0,025			4,993 \pm 0,378		
Frequência de Rios (F)	1,400	0,400	1,100	7,900	8,000	8,100	19,500	25,300	22,400
$\bar{m} \pm s (\bar{m})$	0,967 \pm 0,296			8,000 \pm 0,058			22,400 \pm 1,674		
Razão de Textura (T)	1,250	0,360	0,980	7,050	7,140	7,220	17,390	22,570	19,980
$\bar{m} \pm s (\bar{m})$	0,860 \pm 0,263			7,140 \pm 0,049			19,980 \pm 1,495		

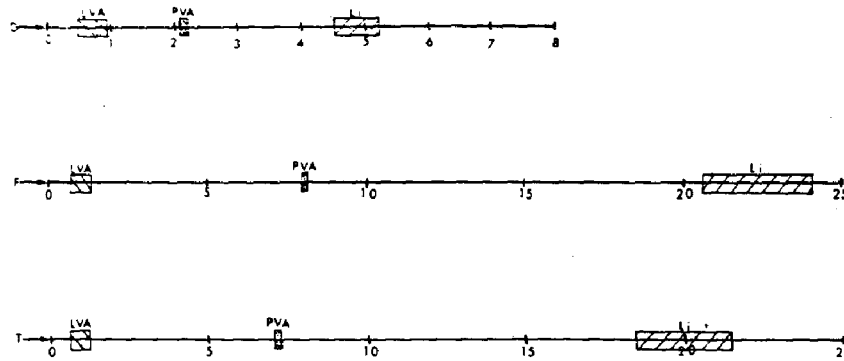


FIGURA 3 - Gráfico representativo dos valores médios dos Índices de drenagem e respectivos erros padrão da média, para os três solos estudados.

4.2. Características Quantitativas dos Índices de Relevo

Os índices de relevo foram determinados para cada amostra circular dos três solos estudados e obtidos das cartas planialtimétricas nas escalas 1:10000 e 1:50000, como mostram as Tabelas 2 e 3 e Figura 4.

Os resultados obtidos com a declividade média concordam com WONG et alii (1971) e demonstram a importância deste índice de relevo para diferenciação dos solos CHRISTOFOLETTI (1980), KOFFLER (1982) e VALÉRIO FILHO (1984), observaram que a variação de declividade geralmente implica na variação de solo, o que concorda com os dados observados.

A amplitude altimétrica máxima também foi um índice eficiente na diferenciação dos três solos estudados, evidenciando a existência de relevos diferentes, concordando com os resultados encontrados por AMARAL e AUDI (1972), LEAO (1983) e VALÉRIO FILHO (1984).

O índice comprimento médio das vertentes, foi introduzido no estudo de solos por VALÉRIO FILHO (1984) e também foi eficiente na diferenciação dos solos estudados, pois, quanto maior a densidade de drenagem em uma área com relevo semelhante, menores e mais inclinadas serão as vertentes, que é o caso do Litossolo em estudo.

4.3. Análise dos Índices de Relevo obtidos de Cartas Planialtimétricas em Escalas Diferentes.

Analisando-se os resultados obtidos, para os índices de relevo, das cartas planialtimétricas nas escalas 1:10000 e 1:50000 e que constam das Tabelas 2, 3 e Figura 4, observa-se que os três índices permaneceram coerentes para o Latossolo Vermelho-Amarelo e Podzólico Vermelho-Amarelo, e que diferem no Litossolo.

Portanto a diferença encontrada se deu sempre no Litossolo ou seja a área que possui relevo mais acidentado. A explicação provável

TABELA 2

CARACTERÍSTICAS QUANTITATIVAS DOS PARÂMETROS DE RELEVO, VALOR MÉDIO E ERRO PADRÃO DA MÉDIA DAS AMOSTRAS CIRCULARES DOS SOLOS EM ESTUDO (Carta planialtimétrica E = 1:10.000).

CARACTERÍSTICAS QUANTITATIVAS	AMOSTRAS CIRCULARES								
	LV-1	LV-2	LV-3	PV-1	PV-2	PV-3	Li-1	Li-2	Li-3
Declividade média (dw)	4,440	5,910	6,390	8,520	9,760	8,120	17,290	16,470	14,860
$\bar{m} \pm s (\bar{m})$		5,580 ± 0,587			8,800 ± 0,494			16,210 ± 0,714	
Amplitude altimétrica máxima (Hm)	57,500	41,500	40,000	51,500	68,500	70,000	156,000	97,500	119,000
$\bar{m} \pm s (\bar{m})$		46,330 ± 5,600			63,330 ± 5,932			124,140 ± 17,084	
Comprimento médio de vertente (Hm)	1017,090	973,420	729,720	604,330	605,320	694,030	360,160	168,290	422,600
$\bar{m} \pm s (\bar{m})$		906,743 ± 89,405			634,560 ± 29,736			317,020 ± 76,517	

TABELA 3

CARACTERÍSTICAS QUANTITATIVAS DOS PARÂMETROS DE RELEVO, VALOR MÉDIO E ERRO PADRÃO DA MÉDIA DAS AMOSTRAS CIRCULARES DOS SOLOS EM ESTUDO (Carta planialtimétrica E = 1:50.000)

CARACTERÍSTICAS QUANTITATIVAS	AMOSTRAS CIRCULARES								
	LV-1	LV-2	LV-3	PV-1	PV-2	PV-3	Li-1	Li-2	Li-3
Declividade média (dw)	4,500	5,380	6,600	8,910	8,990	7,070	13,420	13,100	12,770
$\bar{m} \pm s(\bar{m})$	5,490 \pm 0,609			8,320 \pm 0,627			13,097 \pm 0,188		
Amplitude altimétrica máxima (Hm)	42,000	50,500	50,000	54,500	66,500	64,000	139,000	91,500	107,500
$\bar{m} \pm s(\bar{m})$	47,500 \pm 2,754			61,670 \pm 3,655			112,670 \pm 13,953		
Comprimento médio de vertente (Cvm)	1038,220	993,870	742,550	609,300	609,520	701,090	409,290	219,750	518,600
$\bar{m} \pm s(\bar{m})$	924,880 \pm 92,060			639,970 \pm 30,560			382,540 \pm 87,301		

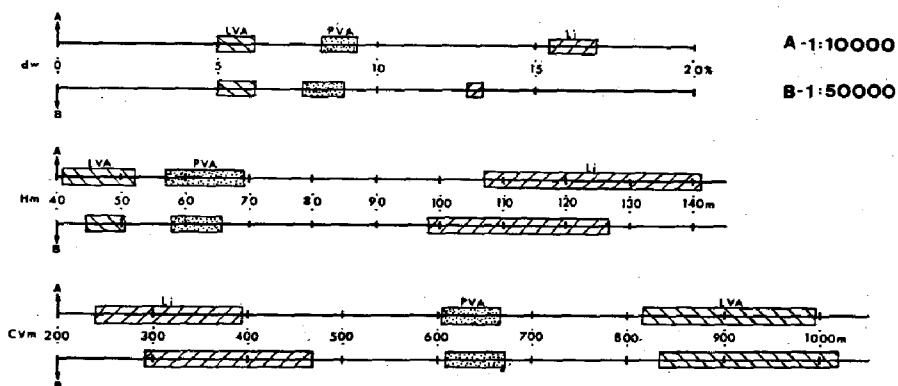


FIGURA 4 - Gráfico representativo dos valores médios dos índices de relevo e respectivos erros padrão da média para os três solos estudados.

é que, por possuir equidistância vertical igual a 20 m, a carta planialtimétrica de escala 1:50000 não representa com detalhe suficiente o relevo existente nas áreas mais acidentadas, o que não acontece na carta planialtimétrica de escala 1:10000, onde a equidistância vertical de 5 m fornece um maior detalhamento do relevo da área em estudo.

No entanto, isto não significa imprecisão da carta, pois ambas dentro de suas respectivas categorias, estão dentro dos padrões de precisão normalmente aceitos.

5. CONCLUSÕES

Os resultados obtidos, analisados e interpretados permitiram tirar as seguintes conclusões:

- os três índices de drenagem utilizados (densidade de drenagem, frequência de rios e

razão de textura), foram eficientes na diferenciação dos solos estudados;

- os índices de relevo (declividade média, amplitude altimétrica máxima e comprimento médio das vertentes), também foram eficientes na discriminação dos três solos estudados;

- a comparação entre os índices de relevo obtidos de cartas planialtimétricas em escalas diferentes serviu para demonstrar que, as cartas em maior escala e que têm maior capacidade de detalhamento do relevo, são mais confiáveis para a obtenção dos índices de relevo. Os resultados mostraram que no estudo de solos diferentes, mas que se encontram em relevos semelhantes, principalmente muito declivosos, a utilização das cartas planialtimétricas que detalham mais o terreno, fornecem resultados mais precisos.

6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ALMEIDA, F.F.M., 1964. Os Fundamentos Geológicos do Relevo Paulista. (IGEOG Serie Teses e Monografias, 14) São Paulo, USP, Instituto de Geografia, 110p.
- AMARAL, A.Z. e R. AUDI, 1972. Fotopedologia. In: MONIZ, A.C. coord. Elementos de Pedologia. São Paulo, Editora da USP, p. 429-442.
- ANGULO FILHO, R., 1981. Variações de Características da Rede de Drenagem em Função das Fotografias Aereas Verticais Obtidas em Epocas Diferentes. Dissertação de Mestrado. Piracicaba, ESALQ/USP, 128p.
- CHRISTOFOLETTI, A., 1969. Análise Morfométrica das Bacias Hidrográficas. Notícias Geomorfológicas, Campinas, 9: 35-64.
- CHRISTOFOLETTI, A., 1980. Geomorfologia. 2ª ed. São Paulo, Ed. Edgard Blucher Ltda. 188p.
- DEMÉTRIO, V.A., 1977. Variação de Características de Redes de Drenagem em Função da Escala das Fotografias Aereas Verticais. Piracicaba, ESALQ/USP. 107p. (Dissertação de Mestrado)
- FRANÇA, G.V., 1968. Interpretação Fotográfica de Bacias e de Redes de Drenagem Aplicada a Solos da Região de Piracicaba. Piracicaba, ESALQ/USP. 151p. (Tese de Doutorado).
- GARCIA, G.J., 1982. Estudos do Solo e Relevo. In: Sensoriamento Remoto - Princípios e Interpretação de Imagens. São Paulo. Nobel Cap. 7, p.194-204.
- GOOSEN, D., 1968. Interpretacion de Fotos Aereas y su Importancia en Levantamiento de Suelos. Roma, Organizacion de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentacion. 58p. (Boletim sobre suelos, 6).
- HORTON, R.R., 1945. Erosional Development of Streams and Their Drainage Basins Hydrophysical Approach to Quantitative Morphology. Bul. Geol. Soc. Amer. 56: 275-370.
- KOFFLER, N.F., 1976. Utilização de Imagens Aerofotográficas e Orbitais no Estudo do Padrão de Drenagem em Solos Originados no Arênio Bauru. São José dos Campos, SP. INPE. 167p. (Dissertação de Mestrado).
- KOFFLER, N.F., 1982. Análise de Relevo a Partir de Índices de Drenagem Obtidos com Fotografias Aereas. Boletim de Geografia Teórica, 12 (23/24):69-76.
- LEÃO, S.R.F., 1983. Interpretação Fotográfica de Características do Relevo e da Drenagem em Dois Solos do Distrito Federal. Tese de Doutorado. Piracicaba, ESALQ/USP, 166p.
- LUEDER, D.R., 1959. Aerial Photographic Interpretation Principles and Applications. New York, McGraw-Hill. 462p.
- MANECHINI, C., 1981. Utilização de Fotografias Aereas na Comparação de Sistemas de Drenagem de Tres Solos da Região de Tambaú - SP. Dissertação de Mestrado. Piracicaba, ESALQ/USP, 133p.
- MONTOYA, J.A., 1983. Interpretacion de Imagenes LANDSAT para el Mapeo de Suelos Bases para una Metodologia. Revista CIAF, 8(1): 207-233.
- NOGUEIRA, F. de P., 1979. Utilização de Fotografias Aereas em Três Escalas no Estudo de Redes de Drenagem em Diferentes Unidades de Solo. Piracicaba, ESALQ/USP. 110p. (Dissertação de Mestrado).
- RAY, R.G.; W.A. FISCHER, 1960. Quantitative Photography: A Geologic Research Tool. Photogrammetric Engineering, 26(1): 143-150, Mar.
- ROURKE, J.D. e AUSTIN, M.E., 1951. The Use of Airphotos for Soil Classification and Mapping in the Fields. Photogram. Eng. Washington, 17:738-741.
- SMITH, K.G., 1950. Standards for Gradind Texture of Erosional Topography. Amer. J. Sci., 248: 655-668
- SOIL CONSERVATION SERVICE, 1966. Aerial Photo-Interpretation in Classifying and Mapping Soils. In: UNITED STATES DEPARTMENT OF AGRICULTURE. Soil Interpretation from Aerial Photographs. Washington, D.C. p.19-84.
- SOUZA, M.L.P., 1975. Fotointerpretação das Redes de Drenagem de Três Solos com Horizonte B Latossólico Ocorrentes no Município de Ponta Grossa-PR. Piracicaba, ESALQ/USP. 135 p. (Dissertação de Mestrado).
- STRAHLER, A.N., 1964. Quantitative Geomorphology of Drainage Basins and Channel Networks. In: CHOW, V.T. Handbook of Applied Hydrology. New York, McGraw-Hill Book, Sec. 4, p. II.
- VALÉRIO FILHO, M., 1984. Parâmetros da Drenagem e do Relevo na Caracterização de Solos e suas Relações Fotointerpretativas em Imagens de Pequena Escala. Piracicaba, ESALQ/USP. 141p. (Tese de Doutorado).
- WONG, K.W., THÖRNBERN, T.H. e KHOURY, M.A., 1977. Automatic Soil Identification from Remote Sensing Data. Photogrammetric Engineering and Remote Sensing, 43(1):73-80.