FOTOINTERPRETAÇÃO DE BACIAS HIDROGRÁFICAS E REDES DE DRENAGEM EM CINCO SOLOS DA REGIÃO DO RIO RIBEIRA DE IGUAPE NO ESTADO DE SÃO PAULO

CARLOS ALBERTO VETTORAZZI

Orientador : Prof. Dr. VALDEMAR ANTONIO DEMÉTRIO

**Dissertação apresentada à Escola
Superior de Agricultura “Luiz de
Queiroz”, da Universidade de São
Paulo, para obtenção do título de
Mestre em Irrigação e Drenagem.**

P I R A C I C A B A
Estado de São Paulo - Brasil
Junho - 1985

*Aos meus pais,
Odemar e Maria Luiza,*

*A minha irmã,
Viviana,*

OFEREÇO.

Ao Prof. Dr. Valdemar Antonio Demétrio,
do Departamento de Engenharia Rural da
Escola Superior de Agricultura "Luiz de
Queiroz", pela amizade e orientação se-
gura na elaboração deste trabalho.

AGRADECIMENTOS

- Ao Departamento de Engenharia Rural da Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", USP, através de seu Chefe, Prof. Dr. Antonio Petta, por possibilitar a realização desta Dissertação.
- Ao Curso de Pós-Graduação em Irrigação e Drenagem, em nome de seu Coordenador, Prof. Dr. Décio E. Cruciani.
- Ao Prof. Dr. Geraldo Victorino de França, do Departamento de Solos, Geologia e Fertilizantes da Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", USP, pela inestimável colaboração.
- Ao Dr. Igo F. Lepsch, da Seção de Pedologia do Instituto Agronômico, Campinas, pela valiosa colaboração e empréstimo de material necessário a confecção deste trabalho.
- Ao Dr. Pedro L. Donzeli, Chefe da Seção de Fotointerpretação do Instituto Agronômico, Campinas, pelo empréstimo das fotografias aéreas utilizadas neste estudo.
- Dr^a Clarice G.B. Demétrio, do Departamento de Matemática e Estatística da Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", USP, pelas sugestões e valiosa colaboração na análise estatística da presente pesquisa.
- Ao Prof. Rubens Angulo Filho, pelo incentivo e sugestões na elaboração deste trabalho.

C O N T E Ú D O

	Pág.
RESUMO	xvi
SUMMARY	xix
1. INTRODUÇÃO	1
2. REVISÃO DE LITERATURA	4
2.1 - Fotointerpretação Aplicada aos Levantamentos de Solos	4
2.1.1 - Generalidades	4
2.1.2 - Métodos de análise fotográfica	9
2.1.3 - Vantagens e limitações	13
2.2 - Características das Redes de Drenagem Rela- cionadas a Solos	16
2.2.1 - Composição da rede de drenagem	16
2.2.2 - Padrão de drenagem	18
2.2.2.1 - Características descritivas	20
2.2.2.2 - Características quantitati- vas	21
3. MATERIAL E MÉTODOS	30
3.1 - Material	30
3.1.1 - Caracterização do meio físico	30
3.1.1.1 - Localização geográfica ..	30
3.1.1.2 - Clima	32

	Pág.
3.1.1.3 - Geologia	35
3.1.1.4 - Geomorfologia e relevo ..	41
3.1.1.5 - Vegetação primitiva e uso atual da terra	43
3.1.1.6 - Hidrografia	44
3.1.1.7 - Solos	45
3.1.2 - Material cartográfico	57
3.1.3 - Material fotográfico	58
3.1.4 - Equipamentos	59
3.2 - Métodos	60
3.2.1 - Seleção da área de estudo	60
3.2.2 - Elaboração dos mapas básicos de dre- nagem	61
3.2.3 - Seleção das bacias hidrográficas ..	64
3.2.4 - Análise das bacias hidrográficas ..	69
3.2.4.1 - Propriedades dimensionais	69
3.2.4.2 - Propriedades não dimensio- nais	70
3.2.4.3 - Teste de semelhança geomê- trica	71
3.2.5 - Análise das redes de drenagem	72
3.2.5.1 - Composição da rede de dre- nagem	73

	Pág.
3.2.5.2 - Características do padrão de drenagem	74
3.2.6 - Análise estatística	77
3.2.6.1 - Teste de Kruskal-Wallis..	77
3.2.6.2 - Comparações múltiplas ..	80
4. RESULTADOS	82
4.1 - Mapas Básicos de Drenagem	82
4.2 - Seleção das Bacias Hidrográficas	88
4.3 - Análise das Bacias Hidrográficas	94
4.3.1.- Propriedades dimensionais	94
4.3.2 - Propriedades não dimensionais	94
4.3.3 - Teste de semelhança geométrica ...	94
4.4 - Análise das Redes de Drenagem	101
4.4.1 - Composição da rede de drenagem ...	101
4.4.1.1 - Análise do número de seg- mentos de rios	101
4.4.1.2 - Análise dos comprimentos dos segmentos de rios ..	101
4.4.2 - Características do padrão de drena- gem	110
4.4.2.1 - Características descritti- vas	110

	Pág.
4.4.2.2 - Características quantitativas	110
5. DISCUSSÃO DOS RESULTADOS	115
5.1 - Mapas Básicos de Drenagem	115
5.2 - Seleção das Bacias Hidrográficas e Teste de Semelhança Geométrica	115
5.3 - Análise das Bacias Hidrográficas	117
5.3.1 - Propriedades dimensionais	117
5.3.2 - Propriedades não dimensionais	119
5.4 - Análise das Redes de Drenagem	119
5.4.1 - Composição da rede de drenagem ...	119
5.4.1.1 - Análise do número de segmentos de rios	119
5.4.1.2 - Análise do comprimento dos segmentos de rios	121
5.4.2 - Características do padrão de drenagem	123
5.4.2.1 - Características descritivas	123
5.4.2.2 - Características quantitativas	124

	Pág.
6. CONCLUSÕES	128
7. LITERATURA CITADA.	131
APÊNDICE	141

LISTA DE TABELAS

TABELA		Pág.
1	Classificação da textura topográfica, para perímetro expresso em milhas e em quilômetros	26
2	Valores médios dos principais índices de drenagem, para vários solos, utilizando bacias hidrográficas como unidades amostrais	29
3	Médias mensais de temperatura, precipitação pluvial e de resultados do balanço hídrico, segundo "Thorntwaite e Mather - 1955 (125 mm), para o município de Pariquera-Açu - SP	33
4	Coluna estratigráfica do vale do Ribeira e litoral sul do Estado de São Paulo	40
5	Médias, seguidas dos respectivos erros padrões, de resultados de análise de amostras de solo de dois horizontes de cinco solos conhecidos e cartografados na folha topográfica (INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA, 1974), de Pariquera-Açu	50
6	Principais características morfológicas determinadas em perfil representativo da unidade de Pariquera	51

TABELA		Pág.
7	Principais características morfológicas determinadas em perfil representativo da <u>unidade</u> de Taquaruçu	52
8	Principais características morfológicas determinadas em perfil representativo da <u>unidade</u> de Arataca	53
9	Principais características morfológicas determinadas em perfil representativo da <u>unidade</u> de Vapamirim	54
10	Principais características morfológicas determinadas em perfil representativo da <u>unidade</u> de Canfilito	55
11	Principais características morfológicas e <u>funcionais</u> das unidades de mapeamento em estudo	56
12	Propriedades dimensionais das bacias hidrográficas estudadas; médias e respectivos erros padrões	95
13	Resultados do teste de Kruskal-Wallis e das Comparações Múltiplas aplicados às <u>propriedades</u> dimensionais das bacias hidrográficas em estudo	96

TABELA		Pág.
14	Propriedades não dimensionais das bacias hidrográficas representativas das unidades de solo em estudo	99
15	Análise dimensional e teste de semelhança geométrica aplicados às bacias hidrográficas selecionadas para estudo	100
16	Número de segmentos de rios observados em cada ordem de ramificação e o total para as bacias hidrográficas; médias e respectivos erros padrões	102
17	Resultados do teste de Kruskal-Wallis e das Comparações Múltiplas aplicados ao parâmetro "número de segmentos de rios"	103
18	Comprimentos totais de segmentos de rios em cada ordem de ramificação; médias e respectivos erros padrões	105
19	Resultados do teste de Kruskal-Wallis e das Comparações Múltiplas aplicados ao parâmetro "comprimentos totais de segmentos de rios em cada ordem de ramificação"	106
20	Comprimento médio de segmentos de rios em cada ordem de ramificação; médias e respectivos erros padrões	108

TABELA		Pág.
21	Resultados do teste de Kruskal-Wallis e das Comparações Múltiplas aplicados ao parâmetro "comprimento médio de segmentos de rios em <u>ca</u> da ordem de ramificação"	109
22	Características descritivas do padrão de <u>dre</u> nagem das unidades de solo estudadas	111
23	Características quantitativas dos padrões de drenagem e as classes de textura topográfica das bacias hidrográficas representativas das unidades de solo em estudo	112
24	Resultados do teste de Kruskal-Wallis e das Comparações Múltiplas aplicados aos dados <u>re</u> ferentes às características quantitativas do padrão de drenagem	113

LISTA DE FIGURAS

FIGURA		Pág.
1	Região do rio Ribeira de Iguape no Estado de São Paulo, com destaque para a área de estudo	31
2	Balanço hídrico pelo método de "Thornthwaite e Mather - 1955" (125 mm), para o município de Pariquera-Açu	34
3	Mapa geológico da área de estudo (folha de Pariquera-Açu)	39
4	Mapa de solos da área de estudo (folha de Pariquera-Açu)	48
5	Esquema da distribuição das diferentes unidades de solo em estudo, em função do relevo e do material de origem	49
6	Área útil em uma fotografia aérea vertical..	63
7	Mapa básico de drenagem e posições ocupadas pelas bacias hidrográficas selecionadas, representativas da unidade Pariquera (LAa) ...	83
8	Mapa básico de drenagem e posições ocupadas pelas bacias hidrográficas selecionadas, representativas da unidade Taquaruçu (PVLa-1)	84

FIGURA		Pág.
9	Mapa básico de drenagem e posições ocupadas pelas bacias hidrográficas selecionadas, representativas da unidade Arataca (PVLa-2) ..	85
10	Mapa básico de drenagem e posições ocupadas pelas bacias hidrográficas selecionadas, representativas da unidade Vapamirim (PVa) ..	86
11	Mapa básico de drenagem e posições ocupadas pelas bacias hidrográficas selecionadas, representativas da unidade Canfilito (Ca-2) ..	87
12	Bacias hidrográficas representativas da unidade Pariqüera (LAa). Escala aproximada 1:25.000	89
13	Bacias hidrográficas representativas da unidade Taquaruçu (PVLa-1).Escala aproximada 1:25.000	90
14	Bacias hidrográficas representativas da unidade Arataca (PVLa-2).Escala aproximada 1:25.000	91
15	Bacias hidrográficas representativas da unidade Vapamirim (PVa). Escala aproximada 1:25.000	92
16	Bacias hidrográficas representativas da unidade Canfilito (Ca-2).Escala aproximada 1:25.000	93

FOTOINTERPRETAÇÃO DE BACIAS HIDROGRÁFICAS E REDES DE
DRENAGEM EM CINCO SOLOS DA REGIÃO DO RIO RIBEIRA DE
IGUAPE NO ESTADO DE SÃO PAULO

Candidato: Carlos Alberto Vettorazzi
Orientador: Prof. Dr. Valdemar Antonio Demétrio

R E S U M O

Com base na interpretação de fotografias aéreas verticais na escala 1:25.000, fez-se a caracterização fisiográfica de cinco unidades de solo, ocorrentes na região do rio Ribeira de Iguape no Estado de São Paulo, através de elementos relacionados ao padrão de drenagem superficial e também testou-se a eficiência de vários índices fotointerpretativos na discriminação dessas unidades de solo.

A área estudada localiza-se na porção sul do litoral do Estado de São Paulo, apresentando um regime climático do tipo Cfa, denominado "mesotérmico úmido sem estiagem".

Os cinco solos estudados foram: a) Latossolo Amarelo-LAa álico (unidade Pariquêra); b) Podzólico Ver

melho-Amarelo Latossólico álico - PVLa-1 (unidade Taquaruçu); c) Podzólico Vermelho-Amarelo Latossólico álico - PVLa-2 (unidade Arataca); d) Podzólico Vermelho-Amarelo álico - PVa (unidade Vapamirim); e) Cambissolo álico - Ca-2 (unidade Canfilito). Cada unidade foi representada por três bacias hidrográficas de terceira ordem de ramificação.

O estudo do padrão de drenagem, conduzido principalmente pelo "método de análise dos elementos", permitiu as seguintes conclusões:

- a análise das propriedades dimensionais das bacias hidrográficas acusou diferenças entre os solos estudados, à exceção das unidades Arataca e Canfilito que apresentaram valores médios, para os parâmetros analisados, muito próximos entre si;
- as propriedades não dimensionais das bacias hidrográficas não foram eficientes na distinção entre as unidades de solo estudadas, pois mostraram uma heterogeneidade generalizada quanto à forma das bacias e uma tendência à assimetria das vertentes;
- a análise dos elementos ligados à composição das redes de drenagem, no geral mostrou valores contrastantes para as unidades Pariqüera e Vapamirim, com valores intermediários para as unidades Taquaruçu,

Arataca e Canfilito;

- alguma diferenciação entre as unidades de solo, com respeito às características descritivas do padrão de drenagem, foi observada no grau de integração, na densidade, nos ângulos de junção e no tipo ou modelo do padrão;
- o índice frequência de rios, seguido da densidade de drenagem, foi altamente eficiente na distinção entre todas as cinco unidades de solo estudadas;
- os valores de densidade de drenagem refletiram bem a resistência dos solos à erosão.

PHOTOINTERPRETATION OF WATERSHEDS AND DRAINAGE
NETWORKS IN FIVE SOILS FROM THE RIBEIRA DE
IGUAPE RIVER REGION IN THE SÃO PAULO STATE

Candidate: Carlos Alberto Vettorazzi
Adviser: Prof. Dr. Valdemar Antonio Demétrio

S U M M A R Y

Based on the interpretation of vertical aerial photographs (scale 1:25,000), the physiographic characterization was made of five soil units, occurring in the Ribeira de Iguape River region in the São Paulo State, through the elements related to the superficial drainage pattern and the efficiency of the studied photointerpretative indexes on the discrimination between these soil units was tested.

The studied area is located in the south portion of the São Paulo State coast, with a climate of the Cfa type, identified as "humid mesothermic with no drought".

The five soils studied were: a) Alic Yellow Latosol - LAa (Pariqüera unit); b) Alic Latosolic Red-Yel-

low Podzolic - PVL_a-1 (Taquaruçu unit); c) Alic Latosolic Red-Yellow Podzolic - PVL_a-2 (Arataca unit); d) Alic Red-Yellow Podzolic - PV_a (Vapamirim unit); e) Alic Cambisol - Ca-2 (Canfilito unit). Each unit was represented by three third-order watersheds.

The study of the drainage pattern was made mainly by the "elements analysis method", and led to the following conclusions:

- the analysis of dimensional properties of the watersheds showed differences between the studied soils, except for the Arataca and Canfilito units, which showed very similar medium values, for the analysed parameters;
- the non dimensional properties of the watersheds were not efficient in distinguishing the studied soil units, showing a generalized heterogeneity related to the watersheds' shape and a tendency to slope assymetry;
- the analysis of elements related to the drainage networks composition, in general showed contrasting results for the Pariqüera and Vapamirim units, with intermediate values for the Taquaruçu, Arataca and Canfilito units;

- some differentiation between the soil units, with respect to the descriptive characteristics of the drainage patterns, was observed in the integration degree, density, junction angles and model or pattern type;
- river frequency index, followed by drainage density, was highly efficient in differentiating all the five studied soil units;
- drainage density values reflected the erosion resistance of the soils.

1. INTRODUÇÃO

A necessidade imperiosa de atender a crescente demanda de alimentos e matéria-prima de origem agrícola, conduz à busca da otimização no uso de nosso principal recurso natural, que é o solo. Essa otimização implica na manutenção, pelo prazo mais longo possível, da capacidade produtiva do solo, sem que ocorra a sua degradação.

O inventário dos solos de uma determinada área é o primeiro passo no estudo de uma solução ótima (ou, pelo menos, o mais próximo possível da ótima) para sua utilização agrícola. Nesse inventário devem constar o mapeamento e o maior número possível de informações sobre as unidades de solo. A esse trabalho dá-se o nome de "Levantamento de Solos".

O emprego de fotografias aéreas, em levantamentos de solos, tem demonstrado sua utilidade, seja pela redução de tempo, custo e esforço de trabalho, seja pela maior precisão no traçado de limites entre unidades de solo ou, ainda, pela quantidade de informações que fornecem.

Vários são os elementos que podem ser observados nas imagens fotográficas que se correlacionam com os solos sobre os quais se encontram; entre eles, a rede de drenagem é um dos que apresentam relativamente fácil interpretação, além de ser um dos mais eficientes na distinção entre unidades de solo.

Para a fotointerpretação, a rede de drenagem é o conjunto de canais naturais (ou cursos d'água), temporários ou permanentes, que efetuam o escoamento superficial das águas de uma determinada área.

Com base na hipótese de que solos semelhantes aparecem nas fotografias aéreas com padrões semelhantes e solos diferentes aparecem com padrões diferentes (FROST, 1960), este trabalho tem por finalidades:

- fazer a caracterização fisiográfica de cinco unidades de solo, ocorrentes na região do rio Ribeira de Iguape no Estado de São Paulo, através de elementos relacionados ao padrão de drenagem superficial;

- testar a eficiência de vários índices fotointerpretativos, na discriminação das diversas unidades de solo estudadas.

2. REVISÃO DE LITERATURA

2.1 - Fotointerpretação Aplicada aos Levantamentos de Solos

2.1.1 - Generalidades

O emprego das técnicas de fotointerpretação em estudos pedológicos apresenta reconhecida utilidade, principalmente naqueles que visam a identificação e mapeamento de unidades, ou seja, nos levantamentos de solos.

Existem vários tipos de levantamentos de solos, entre os quais os mais conhecidos são os pedológicos, os morfopedológicos e os utilitários.

Nos levantamentos pedológicos os solos são caracterizados, ordenados e cartografados segundo sistema de classificação baseado em critérios genético-morfológi-

cos. São efetuados pelo pedólogo que, para isso, examina os solos no campo, determina seus limites geográficos e de limita-os em um mapa base, topográfico ou fotografia aérea. Depois de concluído, o levantamento pedológico constará de um mapa e de um texto explicativo, ou boletim. Nesse tipo de levantamento, o emprego de fotografias aéreas, através de fotointerpretação, é útil, mas a separação das unidades depende de um bom estudo da correlação solo-paisagem.

Segundo LEPSCH (1985), a utilização maior das fotografias aéreas está no levantamento morfopedológico, ou fisiopedológico, ainda pouco comum no Brasil, que se baseia na individualização de unidades de mapeamento que são aparentes no decurso da fotointerpretação. A unida de primária de mapeamento morfopedológico é definida como "uma área com padrão definido de topografia, solo e vegeta ção" (CHRISTIAN e STEWART, 1968), ou "uma área com padrão definido de fisionomias terrenas que estão geneticamente relacionadas" (BRINK *et alii*, 1966). Os levantamentos morfopedológicos têm sido largamente utilizados em países de língua oficial inglesa da África, e também na Austrália, onde denominam-se "land system". As fotografias aéreas são utilizadas diretamente no mapeamento das unidades, deixando-se a identificação do(s) solo(s) predominante(s) em cada unidade para o final, em trabalho de campo.

O levantamento utilitário diz respeito mais ao inventário de dados essenciais relativos às características e propriedades da terra relevantes para interpretações necessárias à classificação em classes de capacidade de uso e outras, úteis ao planejamento das práticas de conservação do solo.

Neste trabalho estuda-se a aplicação de fotointerpretação em levantamentos do tipo pedológico.

As fotografias aéreas foram utilizadas em levantamentos de solos, primeiramente como um mapa básico, oferecendo maior facilidade de orientação no campo e, conseqüentemente, aumentando o rendimento de trabalho. O primeiro mapeamento de solos utilizando fotografias aérea foi realizado nos Estados Unidos, em 1929, por Bushnell e colaboradores, conforme relatam SIMONSON (1950) e ROURKE e AUSTIN (1951). Com o tempo, técnicos e cientistas perceberam que, dada a riqueza de detalhes registrados nas fotografias aéreas, elas podiam ser também interpretadas, ou seja, utilizadas como uma fonte adicional de informações, em relação aos solos. Modernamente, além dessas duas utilizações (mapa básico e fonte de informações), as fotografias aéreas são utilizadas também como uma nova forma de apresentação dos mapas de solos, isto é, as unidades de mapea-

mento são delimitadas diretamente sobre mosaicos fotográficos.

Segundo VALÉRIO FILHO *et alii* (1981), embora desde o final da Segunda Guerra Mundial os pedólogos venham utilizando mais intensivamente fotografias aéreas em seus trabalhos, não houve, inicialmente, a preocupação em descrever as metodologias da técnica que surgia. Somente a partir de aproximadamente duas décadas é que começaram a aparecer, entre nós, citações e metodologias de trabalho para o uso de fotografias aéreas em pedologia, vindo a se constituir no que se convencionou denominar fotopedologia.

COLWEL (1952) define fotointerpretação como o ato de se examinarem imagens fotográficas de objetos, com o propósito de identificá-los e avaliar o seu significado. Num sentido mais amplo, SUMMERSON (1954) define interpretação como a previsão do que não pode ser realmente visto. Esta última definição, tendo em vista o solo como um componente da paisagem, resultante da ação ativa do clima e organismos sobre o material de origem situado num determinado relevo durante certo período de tempo, ajusta-se perfeitamente à interpretação fotográfica de solos, uma vez que as fotografias aéreas não mostram todo o corpo do solo, mas somente sua superfície e, ainda, geralmente recoberta por vegetação. Porêm, vários aspectos visíveis na superfíci-

cie do terreno, como as formas topográficas, os padrões de drenagem, de erosão, de vegetação e de uso do solo, mais a tonalidade fotográfica, indicam ou sugerem diferenças entre solos, bem como seu padrão de distribuição. Para se ajustar tais definições à fotointerpretação pedológica, há que se buscar, a priori, de acordo com ROURKE e AUSTIN (1951), LUEDER (1959), BURINGH (1960) e FROST (1960), o estabelecimento de correlações entre a natureza do perfil de solo e seus aspectos externos evidenciados pela fotografia aérea.

SMITH e AANDAHL (1957) afirmam que as relações entre solos e seus ambientes de ocorrência variam em detalhes de uma região para outra; porém, as relações geralmente existem e um pedólogo familiarizado com os solos de uma região, observando a paisagem, pode predizer onde estão os limites entre solos ou, examinando um mapa de solos, visualizar a paisagem. Segundo ROURKE e AUSTIN(1951), um pedólogo com experiência em determinada região, pode fazer certas estimativas a respeito dos aspectos internos do solo, por meio de fotografias aéreas, porém não pode transferir seus critérios interpretativos de uma região para outra, porque muitos dos indícios que ele usa têm diferente significação em regiões distintas. LUEDER (1959) adverte que a interpretação do significado de um padrão de drena-

gem, por exemplo, não é fácil, exigindo além da apreciação teórica, a experiência no processo de correlacionar detalhes do terreno com sua imagem fotográfica.

‘A fotointerpretação utiliza o princípio de "convergência de evidências", apresentado por COLWELL(1952), que estabeleceu existirem vários indícios sobre a identidade de um objeto desconhecido e, se a maioria deles apontar para uma mesma hipótese, esta será provavelmente a correta.

‘O fundamento do método fotointerpretativo assenta-se, segundo FROST (1960), sobre três princípios básicos: 1) solos semelhantes aparecem nas fotografias aéreas com padrões semelhantes; 2) solos diferentes aparecem com padrões diferentes; e 3) correlações de características da imagem fotográfica com as propriedades do solo, observadas no campo e no laboratório, podem ser inferidas por meio de fotointerpretação.

2.1.2 - Métodos de análise fotográfica

Referindo-se à fotointerpretação aplicada a levantamentos de solos, GOOSEN (1967) descreve três métodos principais de análise:

a) Método de análise dos padrões: proposto por FROST (1960), esse método considera como padrões indicativos das

condições do terreno, a forma fisiográfica, a drenagem, os aspectos de erosão, a vegetação natural, a tonalidade fotográfica e o uso agrícola. Fixadas as condições ambientais, as grandes unidades da paisagem são subdivididas e estudados seus padrões locais, estabelecendo-se correlações com as condições do terreno.

b) Método de análise fisiográfica: requer amplo conhecimento dos processos geomorfoгенéticos (intemperização, erosão, sedimentação, etc.), bem como sua influência na paisagem e, conseqüentemente, na imagem fotográfica. Classifica o terreno em unidades fisiográficas. Sugerido por BURINGH (1960) e desenvolvido por GOOSEN (1967), este método exige bons conhecimentos em geomorfologia. É tido por diversos autores como o método mais eficiente na caracterização de solos, através de fotointerpretação.

c) Método de análise dos elementos: comparado com os demais métodos, tem a vantagem de poder ser utilizado por pedólogos com pouca experiência em fotointerpretação. Utiliza-se do princípio de "convergência de evidências" (COLWELL, 1952) para a separação das unidades de solo, através da análise sistemática dos elementos da paisagem, relacionando as características da superfície às condições do solo. O método de análise dos elementos foi desenvolvido por BURINGH (1960).

Essa separação em três métodos distintos de fotointerpretação é meramente artificial, segundo GOOSEN (1967), podendo haver, em certos casos, a combinação de dois ou até dos três métodos.

Na maior parte dos trabalhos de fotointerpretação aplicada a solos, segundo SILVA (1977) e MANECHINI (1981), foi utilizado o método de análise dos elementos, para o estudo de índices de drenagem em bacias hidrográficas e amostras circulares.

A forma fisiográfica é considerada, por alguns autores, como o elemento mais importante na fotopedologia. Esse elemento, entretanto, é apenas um dos componentes do padrão de solos e a interpretação de outros elementos, tais como as características de drenagem ou de erosão, podem, de acordo com FRANÇA (1968), fornecer informações igualmente importantes.

LUEDER (1959) sugere que, depois da forma fisiográfica, a drenagem superficial é, provavelmente, o mais seguro indicador das condições do terreno. Faz-se necessário, entretanto, um bom nível de conhecimento em pedologia e experiência adequada em fotointerpretação. Segundo esse autor, o padrão de drenagem em uma área é, em grande parte, função da relação infiltração/deflúvio que, por suas vezes, relaciona-se intimamente com as características do so

lo, embora o clima, o relevo e a cobertura vegetal da região também exerçam influência.

Para FROST (1960), é importante que se estudem os aspectos regionais antes dos detalhes, para que se possam relacioná-los a fatores ambientais como fisiografia, geologia e clima.

Segundo RABBEN (1960), o trabalho de foto-interpretação consiste de duas etapas principais: na primeira são feitas observações, identificações, coleta de da dos e medições nas imagens fotográficas; e, na segunda, são tiradas conclusões, através da indução ou dedução de fenômenos, aplicando-se as informações obtidas na solução de problemas específicos.

Com referência à metodologia, RABBEN (1960) considera mais produtiva, sob os aspectos de tempo e esforço dispendidos, a utilização da técnica denominada "pesquisa lógica", pela qual, baseado em probabilidades, o foto-intérprete pesquisa detalhadamente apenas as áreas onde possam ser encontrados os objetos de interesse ao estudo, ao invés de examinar minuciosamente grandes áreas, em busca desses objetos.

2.1.3 - Vantagens e limitações

Várias são as vantagens da utilização de fotografias aéreas em levantamentos de solos. GOOSEN (1967) afirma que a visão panorâmica que as fotografias aéreas proporcionam, como um meio de documentação e pesquisa dos fenômenos da paisagem, não tem rival a um custo comparável. Admite ainda que, embora o trabalho de campo não seja substituído completamente pelo uso de fotografias aéreas, o rendimento e a exatidão dos trabalhos são altamente favorecidos.

Para AMARAL e AUDI (1972), a fotografia aérea apresenta-se como material de trabalho indispensável nos levantamentos de solos, oferecendo ganho de tempo, precisão de limites e visão global da paisagem com riqueza de detalhes.

Segundo RABBEN (1960), três fatos fundamentais justificam a utilização incomparável da fotografia aérea na caracterização da superfície terrestre: (a) na escala de 1:20.000 cada fotografia aérea cobre uma área de aproximadamente 20 km², e na escala de 1:25.000, cerca de 33 km²; (b) os pares estereoscópicos de fotografias aéreas proporcionam imagens tridimensionais da superfície terrestre e dos objetos localizados sobre ela; e (c) as imagens foto-

gráficas são representações permanentes dos objetos originais, permitindo ao fotointérprete um exame cuidadoso e detalhado da área, no momento em que ele desejar, em condições de trabalho mais cômodas e favoráveis do que aquelas normalmente conseguidas no campo.

Quanto às limitações da fotointerpretação aplicada a solos, podemos considerar três grupos de fatores, citados por FROST (1960): material fotográfico e aspectos técnicos; habilidade do fotointérprete; e características intrínsecas da paisagem.

DUNBAR (1959) adverte sobre solos de ocorrência em regiões tropicais e, referindo-se particularmente a alguns solos do Brasil, cita o caso de Latossolos com alto conteúdo de argila que, nas imagens fotográficas, têm a aparência de areia barrenta: porosidade relativamente elevada, ângulo de repouso moderadamente íngreme e padrão de drenagem esparso, pouco integrado.

GOOSEN (1967) observa que as diferenças entre tipos, fases e séries de solo, não são sempre visíveis na superfície terrestre. Este fato permite deduzir que, em levantamentos detalhados a fotointerpretação apresenta valor limitado, o que pode ser verificado pelos critérios e definições de levantamentos, desde os esquemáticos até os

detalhados. De um modo geral, a maioria dos autores, dentre os quais incluem-se CRESWICK e ROCKWELL (1953), BOMBERGER e DILL (1960), BURINGH (1960) e GOOSEN (1967), concordam que a fotointerpretação é mais útil em levantamentos de reconhecimento do que em levantamentos detalhados.

A respeito da sensibilidade da imagem fotográfica para o registro dos detalhes do terreno, AB'SABER (1960) salienta que esta propriedade depende muito das condições de clima da região onde foi realizada a cobertura aerofotográfica. Nas regiões de clima seco o número de informações conseguidas através de exame de fotografias aéreas é muito maior que o das regiões de clima úmido.

2.2 - Características das Redes de Drenagem Relacionadas a Solos

2.2.1 - Composição da rede de drenagem

Deve-se a HORTON (1945) a expressão "composição da rede de drenagem" para indicar o número e o comprimento de rios nas diferentes ordens de ramificação. Assim, a composição de uma rede de drenagem obedece a certos conjuntos de "leis". A idéia de hierarquia fluvial permite uma análise das bacias hidrográficas através do comportamento das características dos rios numa ou em diferentes bacias (SUGUIO e BIGARELLA, 1979). O conceito de número de ordem foi estabelecido para definir a hierarquização fluvial.

HORTON (1945) classificou como de primeira ordem os elementos das cabeceiras de drenagem, não ramificados, ficando a ordem mais elevada para o rio principal.

STRAHLER (1952) modificou o sistema de HORTON (1945), classificando segmentos de rios, de modo que toda nascente é um segmento de primeira ordem; quando dois segmentos de primeira ordem se juntam, formam um de segunda ordem; quando dois de segunda ordem se juntam, formam um de terceira e assim por diante.

A padronização na notação trouxe vantagens e facilidades na análise e comparação das redes de drenagem, uma vez que em fotopedologia somente são comparáveis entre si, bacias hidrográficas de mesma ordem.

O estudo de HORTON (1945) baseou-se nas observações de Playfair, a respeito da correspondência dos rios e seus respectivos vales, evidenciando a importância da relação infiltração/deflúvio na composição do sistema de drenagem superficial. As variações nessa relação condicionam uma maior ou menor intensidade de erosão pelas águas correntes, influenciando no grau de desenvolvimento da rede de drenagem. LUEDER (1959) confirmou tais conclusões, atribuindo as formas do padrão de drenagem superficial à relação infiltração/deflúvio e às características dos materiais ocorrentes na área considerada. Materiais relativamente impermeáveis, como argila e argilitos, condicionam a formação de redes mais densas, quando comparadas às formadas sobre materiais mais permeáveis, como arenito e cascalhos. O autor adverte, porém, sobre a existência de exceções, que FRANÇA (1968) atribuiu às diferentes condições de solos que podem, às vezes, ocorrer em áreas similares quanto a material de origem e modos de deposição.

Para SUGUIO e BIGARELLA (1979), a drenagem de uma região depende não só da pluviosidade e topografia, como também da cobertura vegetal, do tipo de solo, da litologia e estrutura das rochas.

HORTON (1945) considera a resistência do solo à erosão e sua capacidade de infiltração como sendo dois fatores muito importantes, além do relevo e precipitação, no processo de erosão hídrica. Assim sendo, considerando-se um longo período de tempo, em qualquer área sujeita a esse processo de erosão, acabará por prevalecer a resistência do solo e da rocha subjacente.

FREIRE e PESSOTTI (1974), estudando a erodibilidade dos solos do Estado de São Paulo, verificaram serem os Latossolos mais resistentes à erosão hídrica acelerada, quando comparados a solos Podzólicos e, entre estes, a erodibilidade aumenta proporcionalmente ao gradiente textural entre os horizontes A e B.

2.2.2 - Padrão de drenagem

A drenagem fluvial é constituída por um conjunto de canais de escoamento interligados, formando a bacia de drenagem, ou bacia hidrográfica. Esta é definida como a área drenada por um rio, ou por um sistema fluvial com

posto por um curso principal e seus tributários. As bacias hidrográficas exibem várias peculiaridades conhecidas como padrões de drenagem. Estes dizem respeito à situação espacial dos rios, a qual é, em grande parte, controlada pela estrutura geológica do terreno (SUGUIO e BIGARELLA, 1979).

O padrão de drenagem é influenciado pela profundidade do substrato rochoso e pelas declividades das superfícies. De maneira geral, com a diminuição da profundidade do substrato rochoso e com o aumento das declividades, ocorre aumento no número de rios e diminuição em seus comprimentos médios, além de alterar a distribuição desses rios, segundo SOUZA (1975), CARVALHO (1977) e FREIRE (1977).

O padrão de drenagem expressa o comportamento hidrológico do solo ao qual está associado e pode, portanto, variar em função da ação conjunta ou isolada dos fatores morfogenéticos e agentes modificadores externos.

No trabalho de FRANÇA (1968), as variações verificadas no padrão de drenagem foram atribuídas, em primeiro lugar, à natureza do solo e, depois, à posição topográfica e à natureza e profundidade do substrato rochoso. Esses fatores foram também verificados por DEMÉTRIO (1977), condicionando o padrão de drenagem.

SILVA (1977) atribuiu ao relevo, em primeiro lugar e ao controle geológico em seguida, o grau de

desenvolvimento das redes de drenagem, através da alteração da relação infiltração/deflúvio.

Para ANGULO FILHO (1981), as características do padrão de drenagem foram condicionadas pela natureza e propriedades dos solos estudados, pela natureza e profundidade do substrato rochoso, posição que ocupam no relevo regional e, também, pela vegetação e uso da terra.

O padrão de drenagem pode ser caracterizado de duas maneiras: qualitativamente, através da descrição de seus atributos; e quantitativamente, pela medição e expressão numérica dos mesmos.

2.2.2.1 - Características descritivas

Segundo LUEDER (1959), o objetivo principal da análise da drenagem superficial é fornecer indicações sobre a relação infiltração/deflúvio, capacidade de infiltração, erodibilidade e textura dos materiais presentes em uma área. Para indicar os aspectos significativos do padrão de drenagem, LUEDER (1959) propôs a descrição das seguintes características: grau de integração, densidade, grau de uniformidade, orientação, grau de controle, ângulos de junção e angularidade. A característica "tipo ou modelo" do padrão foi sugerida por PARVIS (1950). RICCI e PETRI (1965)

introduziram o termo "anomalias" para auxiliar na caracterização do padrão de drenagem, aplicável às características de um ou mais rios que não se adaptam àquelas prevalentes ou dominantes apresentadas por todos os outros rios da área. O item "anomalias" fora sugerido, anteriormente, por MILLER e MILLER (1961).

2.2.2.2 - Características quantitativas

Segundo HORTON (1945), a determinação de índices quantitativos da rede de drenagem possibilita inferências sobre diversas condições do terreno, eliminando ainda a subjetividade da caracterização descritiva.

SILVA (1977) relata que diversos trabalhos de pesquisa com bacias hidrográficas, estudando o padrão de drenagem, resultaram em dados significativos para a distinção entre solos de naturezas diferentes.

HORTON (1945), em sua tentativa de quantificar o grau de desenvolvimento da drenagem superficial de bacias hidrográficas, apresentou duas relações envolvendo o comprimento e número de rios: densidade de drenagem e frequência de rios.

A densidade de drenagem expressa a relação entre precipitação pluviométrica e capacidade de infiltra-

ção do solo e é quantificada através da equação:

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

sendo L_t o comprimento total dos rios das diversas ordens e A a área da bacia hidrográfica.

STRAHLER (1957) considerou a densidade de drenagem como sendo o parâmetro mais importante na análise das formas de terreno. HORTON (1945), contudo, concluiu que o padrão de drenagem e a densidade, separados ou combinados, não são suficientes para a perfeita caracterização da rede de drenagem. NOGUEIRA (1979), estudando características quantitativas do padrão de drenagem, concluiu ser a densidade o parâmetro mais eficiente para evidenciar diferenças entre unidades de solo.

CHRISTOFOLETTI (1969) cita que, como a densidade de drenagem correlaciona o comprimento total dos canais ou rios com a área da bacia hidrográfica, no cálculo do comprimento devem ser medidos tanto os rios perenes como os canais intermitentes. Caso a medição se restrinja aos cursos perenes, o resultado, além de falso, é maior em relação à pluviometria elevada e bem distribuída no decorrer do ano. Por outro lado, omitindo os canais fluviais intermitentes, notar-se-ia que nas regiões secas não haveria

possibilidades de medições e o cálculo seria nulo.

O índice "frequência de rios", também proposto por HORTON (1945), representa o número de rios por unidade de área e é expresso pela fórmula:

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

onde N é o número total de rios e A é a área da bacia hidrográfica.

De acordo com HORTON (1945) e SMITH (1950), os valores de densidade de drenagem e frequência de rios não podem ser utilizados para a comparação direta entre bacias com formas muito diferentes.

Para STRAHLER (1957), a comparação de bacias hidrográficas só é válida se elas tiverem a mesma ordem de ramificação. Assim, utilizando o princípio de análise dimensional e semelhança geométrica, elaborou um sistema de geomorfologia quantitativa, considerando que, havendo semelhança geométrica entre duas bacias, todas as medidas entre pontos correspondentes mantêm uma razão de escala fixa.

FRANÇA (1968) aplicou a solos o método sugerido por STRAHLER (1957), para a seleção de bacias hidrográficas através da análise dimensional. Tal método consis

te na comparação de bacias de uma mesma unidade de solo, tomadas duas a duas, confrontando-se suas características dimensionais.

O sistema de classificação de ordens de ramificação proposto por HORTON (1945) e posteriormente adaptado por STRAHLER (1957), possibilitou a uniformização da análise e comparação das redes de drenagem, condição indispensável para se confrontarem elementos semelhantes.

Outro índice útil na diferenciação entre solos é a razão de textura. Segundo CHRISTOFOLETTI (1969), o cálculo da textura da topografia vai representar o grau de entalhamento e dissecação da superfície terrestre.

SMITH (1950) foi o primeiro a tecer considerações para seu cálculo, baseando-se em mapas topográficos, anotando que a textura se expressava pela relação entre o número de crênulas de determinada curva de nível, que seria aquela contendo o maior número delas e o perímetro da bacia.

A fórmula que representa a razão de textura é:

$$T = \frac{N}{P}$$

onde N é o número de crênulas ou inflexões numa determinada curva de nível da bacia hidrográfica e P é o perímetro

da bacia. FRANÇA (1968), adaptando esse índice para o estudo em fotopedologia, considerou N como sendo o número de rios da bacia.

SMITH (1950), além da razão de textura em cada bacia hidrográfica, preconiza o seu valor médio ponderado em relação à área, para caracterizar a textura topográfica em regiões uniformes quanto ao tipo de solo. A fórmula proposta pelo autor é a seguinte:

$$T_m = \frac{\sum (A \times T)}{\sum A}$$

mantendo-se, para o estudo de solos em fotografias aéreas, a modificação de FRANÇA (1968), relativa à razão de textura.

A fim de obter padrões interpretativos para os valores obtidos, SMITH (1950) propôs parâmetros para a classificação da textura topográfica. Entretanto, como tais índices são referidos a perímetros expressos em milhas, FRANÇA (1968) apresentou uma tabela correlacionando as razões de textura média, com índices expressos em milhas e em quilômetros (Tabela 1).

Tabela 1 - Classificação da textura topográfica, para perímetro expresso em milhas e em quilômetros.

CLASSE DE TEXTURA TOPOGRÁFICA	RAZÃO DE TEXTURA MÉDIA	
	Perímetro expresso em milhas	Perímetro expresso em quilômetros
Grosseira	abaixo de 4,0	abaixo de 2,5
Média	entre 4,0 e 10,0	entre 2,5 e 6,2
Fina	acima de 10,0	acima de 6,2

Segundo CHRISTOFOLETTI (1969), há vários fatores naturais que influenciam na padronagem e densidade hidrográfica. O clima é o fator primeiro, pois fornece a massa líquida necessária à esculturação e estruturação da rede de drenagem; quanto à vegetação, o autor julga necessário lembrar que nas áreas protegidas (recobertas por matas ou por pastagens), há o predomínio do escoamento pluvial difuso, mas nas áreas de solos descobertos a concentração das águas de escoamento efetua-se rapidamente, resultando no aparecimento de uma drenagem finamente cinzelada. Nas condições climáticas quentes e úmidas, a litologia, principalmente pelo regolito que dela se origina, tem função importante, devido ao grau de permeabilidade. Nas áreas de regolito poroso, de rápida infiltração, a drenagem é pou

co densa; ao contrário, nas áreas de rochas pouco permeáveis, a densidade de drenagem é maior. Ainda segundo CHRISTOFOLETTI (1969), a movimentação do relevo também age como fator importante na densidade, pois as áreas de relevo mais movimentado possuem trama mais densa dos canais, que nas áreas de relevo suave.

O índice comprimento médio de rios, introduzido por RAY e FISCHER (1960) em estudos litológicos e por FRANÇA (1968) em estudos de solos, relaciona o comprimento total ao número de segmentos de rios, sendo expresso pela fórmula:

$$L_m = \frac{L_t}{N}$$

STRAHLER (1957) verificou haver uma relação inversa entre os valores de comprimento médio de rios e densidade de drenagem. CHRISTOFOLETTI e CESAR (1978) confirmaram tal fato, ao constatar que, com o aumento do valor da densidade de drenagem, ocorria uma diminuição quase proporcional do comprimento médio de rios.

FRANÇA (1968) constatou que, entre outros elementos de drenagem, o comprimento médio de rios permitiu estabelecer diferenças entre os solos estudados.

Para NOGUEIRA (1979), o comprimento médio de rios é desnecessário para evidenciar diferenças entre unidades de solo, por expressar relação numérica entre outros índices mais eficientes.

Quanto ao sistema de amostragem, HORTON (1945) considerou cada bacia hidrográfica como uma unidade amostral, critério este adotado por vários pesquisadores que o sucederam.

RAY e FISCHER (1960) apresentaram o critério de amostragem circular, destinado a trabalhos de caracterização litológica e adotaram amostras com tamanho equivalente a uma área de 10 km². Segundo BURINGH (1960), essa área poderá variar entre 10 e 100 km², em função da escala utilizada e do modo de ocorrência dos solos.

A Tabela 2 mostra os valores médios dos principais índices de drenagem obtidos por pesquisadores brasileiros na área de fotopedologia, utilizando bacias hidrográficas como unidades amostrais.

Tabela 2 - Valores médios dos principais índices de drenagem, para vários solos, utilizando bacias hidrográficas como unidades amostrais.

AUTOR/LOCAL	Nº	SOLOS ^(*)	MATERIAL DE ORIGEM	DENSIDADE DE DRENAGEM	FREQUÊNCIA DE RIOS	RAZÃO DE TEXTURA MÉDIA	CLASSE DE TEXTURA TOPOGRÁFICA
FRANCA (1968)	1	RPV-RLV	Arenitos colúicos da formação Botucatu	1,17	3,04	2,51	Média
	2	Li-ar-LiPVis		2,27	8,64	8,38	Fina
	3	PVis		3,22	13,19	6,06	Média
Piracicaba (SP)	4	LR	Eruptivas básicas da formação Serra Geral	1,09	2,03	2,25	Grosseira
MARCETTI (1969)	5	LVA	Sedimentos arenosos do grupo Tubarão	0,95	0,90	0,43	Grosseira
	6	PVis		5,12	22,77	4,60	Média
	7	Li-folhelho		4,09	14,20	3,81	Média
FADEL (1972)	8	PV (série Vamha-gem)	Sedimentos arenosos do grupo Tubarão	3,72	13,24	3,12	Média
Araçoiaba da Serra (SP)	9	LE (série Realengo)	Sedimentos argilosos do grupo Tubarão	1,82	3,82	1,40	Grosseira
	10	LE (série Araçoiaba)	Embasmamento cristalino de rochas pré-cambrianas (principalmente anfibólitos)	2,84	7,13	2,21	Grosseira
VASQUES FILHO (1972)	11	PVis (séries Quebra-Dente + Tijuco Preto)	Arenito do grupo Tubarão	4,44	20,67	4,10	Média
	12	PVis (série Cruz Alta)	Arenito da formação Botucatu	3,05	9,06	2,69	Média
Piracicaba (SP)	13	PVis (série Saltinho)	Arenito da formação Pirambóia	2,16	5,02	1,90	Grosseira
LEÃO (1973)	14	LV	Argilitos e siltitos da série Bambuí, do Siluriano	0,66	0,98	0,69	Grosseira
Distrito Federal	15	Solos Bruno Ácidos	Filitos e quartzitos	14,28	144,08	11,23	Fina
GEVAERD (1974)	16	LR	Eruptivas básicas	1,70	1,62	1,08	Grosseira
	17	TE		3,49	4,97	1,63	Grosseira
	18	Brunizem Avermelhada		5,77	8,12	1,93	Grosseira
SOUZA (1975)	19	LE	Folhelhos	2,74	3,82	1,41	Grosseira
Ponta Grossa (PR)	20	LV	Granitos e migmatitos	9,38	29,30	4,93	Média
	21	LE dolomítico	Dolomitos	7,37	19,06	3,36	Média
CARVALHO (1977)	22	Le	Eruptivas básicas da formação Serra Geral	0,72	1,22	0,76	Grosseira
São Manoel (SP)							
Piracicaba (SP)	23	PV+Li	Argilitos e folhelhos do grupo Estrada Nova	3,94	14,22	5,14	Média
	24	LE	Filitos ou xistos argilosos, associados ou não a quartzitos	1,38	1,94	1,34	Grosseira
FREIRE (1977)	25	Laterítico Bruno Avermelhado	Gnaisses graníticos, migmatíticos milonitizados ou não	6,03	18,19	4,89	Média
Alpinópolis (MG)	26	Li (com afloramentos de quartzito)	Quartzitos e micaxistos em pequenas porcentagens	9,76	34,27	4,97	Média
SILVA (1977)	27	PVis	Arenito da formação Pirambóia	4,01	15,59	3,91	Média
São Pedro (SP)	28	RLV + RPV	Arenito da formação Botucatu	2,31	7,12	0,98	Grosseira
POLIFIANO (1980)	29	Pm1	Arenito do grupo Bauru	2,64	4,30	2,32	Grosseira
Jaboticabal (SP)							
Piracicaba (SP)	30	PVis	Arenito do grupo Tubarão	5,08	14,30	4,19	Média
MANECHINI (1981)	31	LE	Folhelho, argilito	1,98	2,98	1,40	Grosseira
	32	LR	Eruptivas básicas	1,82	2,36	1,33	Grosseira
Taubaté (SP)	33	PVis	Arenito	5,47	16,94	4,74	Média
LEÃO (1983)	34	LE e/ou LV	Cobertura detrito-laterítica referida ao Terciário (textura argilosa); decomposição de quartzitos (textura média)	0,59	0,86	0,75	Grosseira
Distrito Federal	35	Ch	Filitos e quartzitos	9,90	99,43	7,84	Fina
PFEIFER (1984)	36	LV	Rochas granito-gnáissicas	24,25	21,31	5,01	Média
	37	PVL		34,64	40,43	6,45	Fina
	38	Li-gr		26,80	23,62	3,48	Média
OLIVEIRA (1984)	39	LR	Rochas eruptivas básicas da formação Serra Geral	0,89	0,92	0,76	Grosseira
	40	TE		1,92	4,11	2,54	Média
	41	Li-b		6,25	31,46	5,26	Média

(*) Abreviaturas, segundo COMISSÃO DE SOLOS (1960): PVis = Podzólico Vermelho-Amarelo variação Laras; PVp = Podzólico Vermelho-Amarelo variação Piracicaba; PVL = Podzólico Vermelho-Amarelo Latossólico; TE = Terra Roxa Estruturada; Pm1 = Solos Podzólicos de Lins e Morília variação Morília; LR = Latossolo Roxo; LE = Latossolo Vermelho-Escuro; LV = Latossolo Vermelho-Amarelo; Li = Litossolo; LiPVis = Litossolo "intergrade" para Podzólico Vermelho-Amarelo variação Laras; RLV+RPV = Regossolo "intergrade" para Latossolo Vermelho-Amarelo e "intergrade" para Podzólico Vermelho-Amarelo (grupo indistinto).

3. MATERIAL E MÉTODOS

3.1 - Material

3.1.1. - Caracterização do meio físico

3.1.1.1 - Localização geográfica

A região do rio Ribeira de Iguape, no Estado de São Paulo, localiza-se na porção sul do litoral, conforme ilustra a Figura 1.

Fazem parte desta região, que está compreendida entre os paralelos $23^{\circ}45'S$ e $25^{\circ}15'S$ e os meridianos $46^{\circ}45'W$ Gr. e $49^{\circ}30'W$ Gr., vários municípios (parcial ou totalmente): Apiaí, Barra do Turvo, Cananéia, Eldorado, Iguape, Iporanga, Itariri, Jacupiranga, Juquiá, Juquitiba, Miracatú, Pariqüera-Açu, Pedro de Toledo, Registro, Ribeira, Sete Barras e Tapiraí.

Figura 1 - Região do rio Ribeira de Iguape no Estado de São Paulo, com destaque para a área de estudo.

Dentro desta ampla região localiza-se a área de estudo deste trabalho, mais especificamente entre os parales 24°30'S e 24°45'S e os meridianos 47°45'W Gr. e 48°00'W Gr. (Figura 1), correspondendo à folha topográfica (INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA, 1974) de Pariquera-Açu.

3.1.1.2 - Clima

De acordo com a classificação de Köppen, o clima da área de estudo pertence ao tipo Cfa, ou seja, clima mesotérmico úmido, sem estiagem, em que a temperatura média do mês mais quente é maior do que 22°C, apresentando o mês mais seco mais de 30 mm de chuva (CAMARGO *et alii*, 1974).

RAMALHO e HAUSEN (1975) citam que o Vale do Ribeira é uma região de alta pluviosidade e de umidade do ar elevada e relativamente constante, que possibilitam a existência de densa cobertura vegetal tropical e de uma rede de drenagem farte e perene.

A concentração da pluviosidade nos meses de verao acarreta, como problema mais grave, a inundação dos terraços do rio Ribeira de Iguape e seus afluentes maiores, como o Juquiá e o São Lourenço, causando sérios danos às

plantações de banana, uma das maiores riquezas da região.

Os dados médios mensais de temperatura, precipitação pluvial e de resultados de balanço hídrico, bem como a representação gráfica do balanço hídrico, para o município de Pariquera-Açu, onde se encontra uma das estações experimentais do Instituto Agrônomo, podem ser observados na Tabela 3 e Figura 2, respectivamente (CAMARGO *et alii*, 1974).

Tabela 3 - Médias mensais de temperatura, precipitação pluvial e de resultados do balanço hídrico, segundo "Thornthwaite e Mather - 1955" (125 mm), para o município de Pariquera-Açu - SP.

M E S E S	Pariquera-Açu - SP Lat. 24°35'S Long. 47°50'W		
	Temperatura média	Precipitação pluvial	Balanço hídrico
	°C	mm	mm
Janeiro	25,9	266	+ 75
Fevereiro	26,2	234	+ 101
Março	25,3	199	+ 73
Abril	23,1	117	+ 22
Maio	20,5	68	0
Junho	18,8	76	+ 28
Julho	18,8	62	+ 12
Agosto	19,6	56	0
Setembro	20,4	99	+ 24
Outubro	22,1	145	+ 50
Novembro	23,2	140	+ 30
Dezembro	24,7	165	+ 32
ANO	22,4	1.587	+ 447 0

Fonte: CAMARGO *et alii* (1974).

Figura 2 - Balanço hídrico pelo método de "Thornthwaite e Mather - 1955" (125 mm), para o município de Pariquera-Açu - SP.
Fonte: CAMARGO *et alii* (1974).

3.1.1.3 - Geologia

Do mapeamento geológico executado por MORGENTAL e BATOLLA JR. (1974) destacam-se, na área de estudo, três ocorrências de importância: a) migmatitos e xistos ou filitos (Pré-Cambriano); b) formação Pariqüera-Açu (Pleistoceno); e c) formações fluviais e flúvio-marinho-lacustres (Holoceno).

a) Migmatitos e xistos ou filitos

Os migmatitos estão, segundo RAMALHO e HAUSEN (1975) entre as rochas mais antigas do Vale do Ribeira, juntamente com gnaisses, granitos de anatexia, anfibólitos, quartzitos e mármore dolomíticos, todas pertencentes ao Complexo Gnáissico-Migmatítico, do Pré-Cambriano Médio a Superior.

Os gnaisses e migmatitos da região são, de acordo com MELFI *et alii* (1965), paragnaisses originados por metamorfismo de grau mais alto a partir dos mesmos sedimentos que produziram os filitos e micaxistos. São rochas fitadas, formadas por bandas claras de quartzo e feldspatos e escuras de anfibólio e biotita, de espessura centimétrica.

Os filitos e micaxistos, ao lado de mármo-res calcínicos e dolomíticos, metassedimentos siltico-argi-
losos e siltico-arenosos, metassiltitos e quartzitos, per-
tencem ao Grupo Açungui Indiferenciado, do Pré-Cambriano
Superior (RAMALHO e HAUSEN, 1975). MELFI *et alii* (1965) ob-
servaram que, de modo geral, há uma transição gradual de
filitos para micaxistos, de oeste para leste, indicando um
aumento contínuo do grau de metamorfismo neste sentido.

As rochas de idade pré-Cambriana e as intru-
sivas graníticas subseqüentes foram submetidas a uma tectô-
nica rígida intensa, que se expressa pela razoável quanti-
dade de falhamentos e fraturamentos (RAMALHO e HAUSEN, 1975).

b) Formação Pariqüera-Açu

A formação Pariqüera-Açu assenta discordan-
temente sobre as rochas do complexo migmatítico. Formou-se
no Quaternário (Pleistoceno), quando da deposição de sedi-
mentos com seixos e fragmentos arredondados de quartzo e quartzito,
imersos em matriz siltico-areno-argilosa, morfologi-
camente dispostos em terraços localizados em níveis de 25
a 40 metros, acima do atual leito do rio Ribeira de Iguape
e de alguns afluentes (RAMALHO e HAUSEN, 1975).

Na base desta formação ocorre um conglomerado
do arcoziano com seixos e calhaus, predominantemente de

quartzitos de diversos tipos: grosseiros, finos, xistosos, fibrosos, com predomínio de cores claras. O grau de arredondamento varia nos afloramentos, podendo encontrar-se arredondados até angulosos, porém com distribuição homogênea; em cotas mais inferiores os seixos tendem a ser mais arredondados. Seixos e calhaus de quartzo também ocorrem, porém de forma sempre subordinada; qualitativamente pode-se dizer que a razão do número de seixos de quartzitos para o número de seixos de quartzo tende a decrescer conforme diminui o tamanho dos seixos no afloramento.

Sobrepõe-se ao conglomerado um depósito argiloso de cor marrom amarelada, com grânulos e seixos de quartzo esparsos na matriz. Este depósito é inconsolidado, bastante homogêneo, maciço, com ampla extensão lateral, de aspecto semelhante aos sedimentos da Formação Rio Claro e/ou Formação Piraçununga. Um arenito quartzoso médio, de cor cinza claro e matriz argilosa, semi-consolidado, possui ocorrência em áreas restritas, como a que ocorre próxima ao Campo de Pouso de Registro. Sob este arenito, o conglomerado basal da formação possui cor cinza claro. Sedimentos argilosos, de cores mescladas, ocorrem com pequena expressão lateral; areia grossa e grânulos encontram-se dispersos na matriz, possuindo aspecto maciço (PRESSINOTTI e PRESSINOTTI, 1980).

c) Formações fluviais e flúvio-marinho-lacustres

A planície fluvial do baixo Ribeira estende-se de Sete Barras até o contato com as restingas da costa, penetrando pelos vales do Pariquíera-Açu, do Jacupiranga e do Juquiã. É constituída de sedimentos argilo-arenosos e/ou areno-argilosos e ocupa um vasto terraço situado 2,0 a 6,0 metros acima do nível do rio. A partir de Registro estes sedimentos recobrem os depósitos marinhos e lagunares do fundo da paleo-baía. O rio Ribeira divaga dentro desa planície, deixando ao longo de seu curso inúmeros lagos e meandros ("deixas"), já quase totalmente colmatados. Essas formações são de idade holocênica (RAMALHO e HAUSEN, 1975).

O mapa geológico da área de estudo e a coluna estratigráfica do Vale do Ribeira são mostrados, respectivamente, na Figura 3 e na Tabela 4.

Tabela 4 - Coluna estratigráfica do vale do Ribeira e litoral sul do Estado de São Paulo.

PERÍODO	ÉPOCA	GRUPO	FORMAÇÃO	CARACTERÍSTICAS LITOLÓGICAS
Quaternário	Holoceno			Aluviões em geral, sedimentos coluviais, sedimentos arenosos de deposição marinha e praial, sedimentos areno-siltico-argilosos de deposição mista (flúvio-marinho-lacustre) e depósito de mangue.
	Pleistoceno		Pariquera-Açu	Conglomerados semi-consolidados, areias e argilas.
Jurássico Cretáceo			Serra Geral	Calcário e travertino depositado a partir da desagregação de calcários metamórficos.
				Rochas ultrabásicas e alcalinas, sienitos, alcali-sienitos, pulaskitos, nordmarkitos, gabros alcalinos, nefelina-sienitos, malignitos, foyaitos, laurdalitos, ijolitos, essexistos, fonolitos, piroxenitos, peridotitos e carbonatitos. Rochas básicas: diabásios, basaltos, gabros e dioritos.
Cambriano ordoviciano				Rochas cataclásticas: milonitos, filonitos e cataclasitos.
Eo-Paleozóico				Rochas graníticas intrusivas: granitos, quartzomonzonitos, granodioritos, granófiros, granitos pórfiros, quartzopórfiros, pegmatitos e granitos com diferenciação alcalina (incluindo plaunitos e alcali-sienitos).
Pré-Cambriano	Superior	Agungui	(Indiferenciado)	Metassiltitos, filitos, ardósias, quartzosericitaxistos, metagrauwacas, metarcósios, calcários epimetamórficos, quartzitos, epiquartzitos, quartzobiotita-muscovita, xistos, apatitos, eventualmente granada, mármores dolomíticos, anfibolitos, metabasitos e metaconglomerados polimíticos e rochas termo metamórficas.
	Médio a Superior	Complexo Gnáissico-Migmatítico	(Indiferenciado)	Migmatitos homogêneos e heterogêneos, rochas graníticas metasomáticas ou de anatexia, quartzitos, mármores dolomíticos e rochas básicas e ultrabásicas metamorfizadas (anfibolitos, serpentinitos, talco-xistos, epidioritos e epidiabásios).

Fonte: MORGENTHAU *et alii* (1975).

3.1.1.4 - Geomorfologia e relevo

RAMALHO (1974) definiu quatro compartimentos que, basicamente, constituem o relevo da área de estudo: a) planícies aluviais; b) baixo nível de colinas com altitudes até 60 metros; c) morros e colinas, nível inferior, altitudes entre 60 e 100 metros; e d) espigões e morros do nível intermediário, com altitudes entre 100 e 300 metros.

As planícies aluviais estão associadas às formações fluviais e flúvio-marinho-lacustres, do período quaternário (Holoceno).

O baixo nível de colinas, com altitudes até 60 metros, aparece na baixada litorânea, na região das colinas sub-litorâneas e está associado à Formação Pariqüera-Açu. Segundo PRESSINOTTI e PRESSINOTTI (1980), a bacia de sedimentação desta formação deve ter sido preenchida quando o rio Ribeira já fluía para o Atlântico; esta bacia seria circumpiemônica, em que a face sudeste, voltada para a costa, seria limitada por barreiras de direções E-W e NE-SW, que serviram para o represamento dos sedimentos.

Nesta área, flutuações climáticas entre os climas semi-árido e úmido teriam atuado na formação dos terços fluviais. Em épocas semi-áridas ocorreria um aplaina

mento intermontano; quando ocorresse uma mudança climática, em direção ao úmido, haveria uma dissecação ao longo dos ca nais de drenagem, com o rebaixamento do nível de base local. Em um estágio posterior, quando nova mudança climática se efetuasse para condições semi-áridas, haveria um aplainamento lateral formando, então, os terraceamentos, que manteriam estreito correlacionamento com a rede de drenagem. Esse as pecto é mostrado ao longo do rio Ribeira, rio Jacupiranga e rio Carapiranga, próximo a Registro, onde tem-se bem definidos os terraços preenchidos por sedimentos argilosos e turfas que caracterizam o clima úmido atual. Esse terraceamento teria ocorrido em época pretérita, em fins do Pleistoceno.

Os morros e colinas do nível inferior (altitudes entre 60 e 100 metros) e os espigões e morros do nível intermediário (altitudes entre 100 e 300 metros), compõem a região denominada "pré-serrana". Essa região é uma área de transição entre o planalto e a baixada e apresenta, a partir da calha do rio Ribeira, uma sucessão de morros e espigões, que representam os primeiros contrafortes do pla nalto. Por representar uma ruptura de relevo, entre a escarpa do planalto e a baixada, a região pré-serrana provoca a suavização de gradiente dos rios, ocasionando a deposição de sedimentos em largas planícies aluviais, que se abrem em

alvéolos no sopé da vertente da serra.

3.1.1.5 - Vegetação primitiva e uso atual da terra

Originalmente, a maior parte da área de estudo era coberta pela floresta latifoliada tropical perenifólia. Ela é, conforme citam RAMALHO e HAUSEN (1975), a formação vegetal principal da bacia do Ribeira. Desenvolve-se das partes altas da serra até as encostas e parte da baixada, alcançando o litoral através dos espigões da Serra de Paranapiacaba. O seu desenvolvimento está ligado ao clima, isto é, relacionado à intensa umidade da área.

SAKAI e LEPSCH (1984) citam algumas espécies comuns desse tipo de floresta: angelim-de-espinho (*Andira spinulosa*); angelim-rosa (*Platygyamus regnelli*); angelim-araroba (*Valaireopsis araroba*); araribá (*Centrobolium tomentosum*); cabriúva-branca (*Myrocarpus frondosus*); canela-sassafrás (*Ocotea sassafras*); canelinha (*Ocotea pulchella*); guapuruvu (*Schizolobium parahybum*); guatambu (*Aspidosperma olivaceum*); indaiá (*Atallea* spp.); ipê (*Tabebuia* spp.); jacarandá-paulista (*Machaerium villosum*); jequitibá-vermelho (*Cariniana legalis*); manacá (*Brunfelsia hopeana*); manacá-da-serra (*Tibouchina mutabilis*); palmito-branco (*Euterpe edulis*); pau-ferro (*Caesalpinia ferrea*) e peroba-rosa (*Aspidosperma polyneuron*).

Outro tipo de vegetação comum na área é a vegetação higrófila, ou vegetação de banhado (RAMALHO e HAUSEN, 1975). Desenvolve-se nas áreas de baixada, saturadas de água, chamadas popularmente de "varjões". Esses "varjões" são ocupados por vegetação herbácea e por bosques nas áreas menos saturadas.

Com relação ao uso da terra, atualmente a floresta encontra-se em boa parte substituída por "capoeiras" (mata secundária), pastagens e cultivos diversos, com destaques para o chá (*Thea sinensis*) e a banana. Outros cultivos também encontrados são o da seringueira, do cacau, do milho, do arroz e de plantas frutícolas e olerícolas.

As áreas de mata secundária ("capoeiras") aparecem em decorrência da agricultura itinerante, com a derrubada da mata, queimada, cultivo e abandono após o esgotamento do solo.

3.1.1.6 - Hidrografia

Em consequência do clima úmido com alta precipitação e da perda mínima de água por evaporação, a rede de drenagem é extremamente densa. Três fatores favorecem esta abundância de drenagem: clima, vegetação e litologia. O clima fornece um grande excedente hídrico para alimenta-

ção dos rios. Protegida pelo denso manto vegetal, a água de escoamento está a salvo de uma evaporação exagerada e, sendo a litologia composta de rochas que originam, em sua maioria, solos pouco profundos, fica favorecido o escoamento sub-superficial, impedindo assim a infiltração profunda da água, mantendo a perenidade dos rios.

O rio Ribeira de Iguape é, no seu curso médio e alto, um rio típico de planalto, possuindo um curso acidentado, com inúmeras corredeiras e abrindo profundos vales em V na sua descida para a baixada. À jusante de Iporanga, onde o rio alcança a cota dos 60 metros, o gradiente se suaviza, apresentando, daí em diante, um curso típico de rio de planície (RAMALHO e HAUSEN, 1975).

3.1.1.7 - Solos

Pelo exame da carta de solos da folha 24°15'S - 24°45'S e 47°30'W Gr.- 48°00'W Gr. (Registro, Juquiã, Paríquera-Açu e Iguape), do Levantamento Pedológico de Reconhecimento-Semidetalhado da Região do Rio Ribeira do Iguape no Estado de São Paulo (SAKAI *et alii*, 1983), foram selecionadas para este estudo, pela sua importância regional, cinco unidades de mapeamento, classificadas ao nível de fases de Grandes Grupos, que são as seguintes:

- a) LAa: Latossolo Amarelo álico A moderado textura argilosa fase floresta tropical perenifólia relevo suave ondulado (unidade Pariqüera);
- b) PVLa-1: Podzólico Vermelho-Amarelo Latossólico álico A moderado textura argilosa/muito argilosa fase floresta tropical perenifólia relevo ondulado (unidade Taquaruçu);
- c) PVLa-2: Podzólico Vermelho-Amarelo Latossólico álico A moderado textura média/argilosa fase floresta tropical perenifólia relevo suave ondulado (unidade Arataca);
- d) PVa: Podzólico Vermelho-Amarelo Tb álico A moderado textura média/argilosa fase floresta tropical perenifólia relevo ondulado (unidade Vapamirim);
- e) Ca-2: Cambissolo Tb álico A moderado textura argilosa fase floresta tropical perenifólia relevo forte ondulado e montanhoso substrato filito e xisto (unidade Canfilito).

Além destas cinco unidades principais, ocorrem na área de estudo outras de menor expressão, a saber: Glei Pouco Húmico Tb álico textura argilosa fase campo tropical hidrófilo de várzea (unidade Cinza); associação Solo

Orgânico Distrófico ou Álico (unidade Taruru) + Solo Orgânico Distrófico (soterrado) A moderado (unidade Gleiruru) + Glei Indiscriminado ambos fase floresta tropical higrófila e campo hidrófilo de várzea; associação Solo Orgânico Endotiomórfico (unidade Tarutio) + Glei Indiscriminado ambos fase floresta tropical higrófila e campo hidrófilo de várzea relevo plano; grupamento indiferenciado de Podzólico Vermelho-Amarelo Ta álico A moderado textura arenosa/média (unidade Samba) e solo Podzólico Indiscriminado textura arenosa com lamelas (unidade Areia) fase relevo plano floresta tropical de várzea.

A distribuição geográfica das diversas unidades de mapeamento na área de estudo é mostrada na Figura 4; e a distribuição das cinco unidades estudadas, em função do relevo e do material de origem, está esquematizada na Figura 5.

Os resultados de análise de amostras de solo (médias e respectivos erros padrões), das cinco unidades selecionadas para este estudo, encontram-se na Tabela 5.

Nas Tabelas 6 a 10 estão descritas as principais características morfológicas dos perfis das cinco unidades estudadas; e na Tabela 11 são apresentadas as principais características morfológicas e funcionais desses solos.

Figura 4 - Mapa de solos da área de estudo (folha de Pariquera-Açu).

(Extraído de SAKAI *et alii*, 1983).

LAa = Latossolo Amarelo álico; PVLa-1 = Podzólico Vermelho-Amarelo Latossólico álico; PVLa-2 = Podzólico Vermelho-Amarelo Latossólico álico; PVa = Podzólico Vermelho-Amarelo álico; PV = grupamento indiferenciado de Podzólico Vermelho-Amarelo álico e Podzólico Indiscriminado; Cd = Cambissolo distrófico; Ca-2 = Cambissolo álico; Ga = Glei Pouco Húmico álico; Od = Solo Orgânico distrófico; Od+OS+G = Solo Orgânico distrófico ou álico + Solo Orgânico distrófico + Glei Indiscriminado; OT + G = Solo Orgânico Endotiomórfico + Glei Indiscriminado.

Figura 5 - Esquema da distribuição das diferentes unidades de solo em estudo, em função do relevo e do material de origem.
(Adaptado de TIE-BI-YOUAN *et alii*, 1983).

Tabela 5 - Médias, seguidas dos respectivos erros padrões, de resultados de análise de amostras de solo de dois horizontes de cinco solos reconhecidos e cartografados na folha topográfica (INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA, 1974) de Pariquera-Açu.⁽¹⁾ (Adaptado de TIE-BI-YOUAN *et alii*, 1983).

CARACTERÍSTICAS	Prof. (cm)	Unidade Pariquera	Unidade Taquareçu	Unidade Arataca	Unidade Vapamirim	Unidade Canfilito
Argila (%)	0-20	26,0 ± 1,0	35,0 ± 2,0	25,0 ± 1,0	28,0 ± 1,0	32,0 ± 3,0
	60-80	43,0 ± 1,0	59,0 ± 3,0	40,0 ± 1,0	42,0 ± 2,0	39,0 ± 2,0
Silte (%)	0-20	10,0 ± 1,0	10,0 ± 1,0	18,0 ± 2,0	17,0 ± 2,0	17,0 ± 3,0
	60-80	8,0 ± 1,0	7,0 ± 1,0	13,0 ± 1,0	12,0 ± 2,0	16,0 ± 2,0
Areia fina (%)	0-20	38,0 ± 1,0	34,0 ± 2,0	44,0 ± 3,0	48,0 ± 2,0	41,0 ± 3,0
	60-80	31,0 ± 1,0	23,0 ± 3,0	39,0 ± 2,0	39,0 ± 2,0	35,0 ± 3,0
Areia grossa (%)	0-20	25,0 ± 2,0	22,0 ± 3,0	11,0 ± 1,0	7,0 ± 1,0	10,0 ± 3,0
	60-80	18,0 ± 1,0	11,0 ± 2,0	8,0 ± 1,0	7,0 ± 1,0	11,0 ± 3,0
Soma de bases (%)	0-20	2,0 ± 0,3	1,7 ± 0,3	2,0 ± 0,5	1,3 ± 0,2	1,8 ± 0,4
	60-80	0,5 ± 0,1	0,8 ± 0,3	0,7 ± 0,3	0,5 ± 0,1	0,7 ± 0,3
Al ³⁺ (2)	0-20	1,8 ± 0,2	2,3 ± 0,4	2,2 ± 0,2	2,3 ± 0,2	2,5 ± 0,4
	60-80	3,0 ± 0,1	3,3 ± 0,3	3,2 ± 0,3	2,8 ± 0,2	3,0 ± 0,3
CTC (argila) ⁽³⁾	0-20	13,8 ± 0,6	10,8 ± 1,0	16,1 ± 1,0	12,7 ± 1,2	14,5 ± 1,2
	60-80	2,3 ± 0,2	1,9 ± 0,2	2,2 ± 0,2	2,0 ± 0,1	2,2 ± 0,2
Carbono (%)	0-20	0,7 ± 0,1	0,6 ± 0,0	0,6 ± 0,1	0,5 ± 0,1	0,5 ± 0,1
	60-80	4,8 ± 0,1	4,6 ± 0,1	4,7 ± 0,1	4,7 ± 0,1	4,8 ± 0,1
pH	0-20	4,6 ± 0,1	4,6 ± 0,1	4,6 ± 0,1	4,8 ± 0,1	4,8 ± 0,1
	60-80	4,6 ± 0,1	4,6 ± 0,1	4,6 ± 0,1	4,8 ± 0,1	4,8 ± 0,1
Nº DE AMOSTRAS		40	15	20	21	14

(1) Fonte: dados de prospeção para levantamento de solos (SAKAI *et alii*, trabalho em fase de preparo do relatório final - Instituto Agrônômico, Campinas, SP);

(2) meq/100 g de t.f.s.a;

(3) CTC (argila): capacidade de troca de cátions, expressa em função de 100 g de argila.

Tabela 6 - Principais características morfológicas determinadas em perfil representativo da unidade Pariquêra.

Unidade: Pariquêra (LAa)
 Perfil nº 1272 (registro na Seção de Pedologia do IAC)

Relevo: suave ondulado
 Situação topográfica: terço superior de encosta convexa
 Uso atual: floresta primária
 Erosão: não aparente
 Drenagem: acentuadamente drenado

HORIZONTE	Prof. (cm)	COR (Úmida)	TEXTURA	ESTRUTURA		PERMEABILIDADE
				Tipo	Grau	
A1	0-12	10YR 3/2	argilo-arenosa	granular	fraco	rápida
A3	12-21	10YR 5/5	argilo-arenosa	blocos subangulares	fraco	rápida
B1	21-42	10YR 5/7	argilo-arenosa	blocos subangulares	fraco	rápida
B21	42-78	10YR 5/6	argilo-arenosa	blocos subangulares	fraco	rápida
B22	78-140	10YR 5/6	argilo-arenosa	blocos subangulares	fraco	rápida
B31	140-175	7,5YR 5/6	argilosa	blocos subangulares	moderado	rápida a moderada
(*)B32	200-250	7,5YR 5/6	argilosa	-	-	rápida a moderada
(*)B33	250-300	5YR 5/8	argilosa	-	-	rápida a moderada

Fonte: TIÉ-BI-YOUAN (1980)
 (*) Amostrados por tradagem.

Tabela 7 - Principais características morfológicas determinadas em perfil representativo da unidade Taquaruçu.

Unidade: Taquaruçu (PVL-1)
 Perfil nº 1276 (registro na Seção de Pedologia do IAC)

Relevo: ondulado
 Situação topográfica: terço médio de encosta convexa
 Uso atual: plantação de chá
 Erosão: não aparente
 Drenagem: bem drenado

HORIZONTE	Prof. (cm)	COR (Úmida)	TEXTURA	ESTRUTURA		PERMEABILIDADE
				Tipo	Grau	
A1	0-14	10YR 4/3	argilo-arenosa	granular	fraco	rápida
A3	14-30	9YR 5/6	argilosa	blocos subangulares	fraco	rápida
B1	30-55	8,5YR 5/6	argilosa	blocos subangulares	moderado	moderada
B21	55-90	7,5YR 5/6	argilosa	blocos subangulares	moderado/forte	moderada
B22	90-130	6,5YR 5/6	argilosa	blocos subangulares	moderado/forte	moderada
B31	130-180	5YR 5/8	argilosa	blocos subangulares	moderado/forte	moderada
(*)B32	180-220	5YR 5/8	argilosa	-	-	moderada
(*)B33	220-260	5YR 5/8	argilosa	-	-	moderada

Fonte: TIÉ-BI-YOUAN (1980)
 (*) Amostrados por tradagem.

Tabela 8 - Principais características morfológicas determinadas em perfil representativo da unidade Arataca.

Unidade: Arataca (PVL-2)
 Ponto nº 178 (dados de prospecção para levantamento de solos da região do rio Ribeira de Iguape)

Relevo: suave ondulado a ondulado
 Situação topográfica: —
 Uso atual: pastagem
 Erosão: não aparente
 Drenagem: bem drenado

HORIZONTE	Prof. (cm)	COR (Úmida)	TEXTURA	ESTRUTURA		PERMEABILIDADE
				Tipo	Grau	
A1	0-19	7,5YR 3/2	argilo-siltosa	granular	fraco/moderado	rápida
A3	19-35	7,5YR 4/4	argilo-siltosa	blocos subangulares	fraco/moderado	moderada
B1	35-67	7,5YR 5/6	argilosa	blocos subangulares	fraco/moderado	moderada
B2	67-100	6,5YR 5/6	argilosa	blocos subangulares	fraco/moderado	moderada
B3	100-120	5YR 4/8	argilosa	blocos subangulares	fraco/moderado	moderada

Fonte: Dados de prospecção para levantamento de solos - SAKAI *et alii*- trabalho em fase de preparo do relatório final.

Tabela 9 - Principais características morfológicas determinadas em perfil representativo da unidade Vapamirim.

Unidade: Vapamirim (PVa)
 Perfil nº 1274 (registro na Seção de Pedologia do IAC)

Relevo: suave ondulado a ondulado
 Situação topográfica: terço médio da encosta
 Uso atual: mata secundária (capoeira)
 Erosão: não aparente
 Drenagem: moderadamente drenado

HORIZONTE	Prof. (cm)	COR (Úmida)	TEXTURA	ESTRUTURA		PERMEABILIDADE
				Tipo	Grau	
A1	0-14	10YR 3/3	franco-arenosa	granular	moderado	moderada
A3	14-26	10YR 5/3	franco-argilo-arenosa	blocos subangulares	fraco/muito fraco	moderada
B1	26-30	8,5YR 5/6	franco-argilosa	blocos subangulares	fraco/moderado	lenta
B21	60-90	7,5YR 5/6	argilosa	blocos subangulares	fraco/moderado	lenta
B22	90-130	6YR 5/6	argilosa	blocos subangulares	fraco/moderado	lenta
B3	130-160	3,5YR 5/6	muito argilosa	blocos subangulares	fraco/moderado	lenta
(*)C	170-220	3,5YR 5/6	franco-argilosa	-	-	lenta

Fonte: Dados de prospecção para levantamento de solos - SAKAI *et alii* - trabalho em fase de preparo do relatório final.

(*) Amostrado por gradagem.

Tabela 10 - Principais características morfológicas determinadas em perfil representativo da unidade Canfilito.

Unidade: Canfilito (Ca-2)
 Perfil nº 1273 (registro na Seção de Pedologia do IAC)

Relevo: montanhoso
 Situação topográfica: terço inferior de encosta côncava
 Uso atual: floresta secundária
 Erosão: não aparente
 Drenagem: bem drenado

HORIZONTE	Prof. (cm)	COR (Úmida)	TEXTURA	ESTRUTURA		PERMEABILIDADE
				Tipo	Grau	
A11	0-13	10YR 4/3	argilo- siltosa	granular	moderado	moderada
A12	13-28	8,5YR 5/4	argilo- siltosa	blocos subangulares	moderado	moderada
(B)	28-45	8,5YR 4/4	argilo- siltosa	blocos subangulares	moderado	moderada
C	45-70	5YR 4/6	argilo- siltosa	blocos subangulares	moderado	moderada
R	70+		Filitos e xistos semi-decompostos			

Fonte: TIÉ-BI-YOUAN (1980)

Tabela 11 - Principais características morfológicas e funcionais das unidades de mapeamento em estudo.

CARACTERÍSTICAS	UNIDADE PARIQUERA	UNIDADE TAQUARUÇU	UNIDADE ARATACA	UNIDADE VAPAMIRIM	UNIDADE CANFILITO
Material de origem	Sedimentos argilo-arenosos da form. Pariquera-Açu	Migmatitos do Pré-Cambriano Superior	Sedimentos argilo-siltosos da form. Pariquera-Açu	Xistos e filitos do Pré-Cambriano	Xistos e filitos do Pré-Cambriano
Relevo	suave ondulado	ondulado	suave ondulado a ondulado	ondulado	forte ondulado a montanhoso
Profundidade(*)	muito profundo	profundo	profundo	profundo	raso ou pouco profundo
Natureza do horiz. B	latossólico	textural	textural	textural	incipiente
Drenagem int. (*)	rápida	média	média	lenta	lenta
Permeabilidade(*)	rápida	moderada	moderada	moderada a lenta	lenta
Drenagem ext. (*)	lenta	rápida	média	rápida	muito rápida
Drenagem total (*)	acentuadamente drenado	bem drenado	bem drenado	moderadamente drenado	bem drenado
Textura do horiz. A	franco-argilo-arenoso	argilo-arenoso	franco-argiloso	franco-argilo-arenoso a franco-argiloso	franco-argiloso
Textura do horiz. B	argilo-arenoso	argiloso a muito argiloso	argiloso	argiloso	franco-argiloso
Retenção de água no perfil	média	alta	alta	alta	média
Resistência à erosão	alta	média	média a alta	média	baixa
Intensidade de uso agrícola	média	média	média	média	baixa

(*) Segundo critérios adotados pelo SOIL SURVEY STAFF (1951).

3.1.2 - Material cartográfico

Na execução deste trabalho foram utilizadas as seguintes cartas:

- a) Folha Pariqüera-Açu (SP), SG-23-V-A-IV-1, do IBGE (Superintendência de Cartografia), na escala 1:50.000;
- b) Mapa geomorfológico da folha Pariqüera-Açu, PROJETO SUDELPA, na escala 1:50.000;
- c) Mapa geológico da folha Pariqüera-Açu, PROJETO SUDELPA, na escala 1:50.000;
- d) Carta de solos da folha $24^{\circ}15'S$ - $24^{\circ}45'S$ e $47^{\circ}30'W$ Gr. - $48^{\circ}00'W$ Gr. (Registro, Juquiá, Pariqüera-Açu e Iguape), do Levantamento Pedológico de Reconhecimento-Semidetalhado da Região do Rio Ribeira do Iguape no Estado de São Paulo, na escala 1:100.000.

3.1.3 - Material fotográfico

Foram utilizadas fotografias aéreas verticais pancromáticas, provenientes da cobertura aerofotogramétrica de parte do Estado de São Paulo (1972/73), executada pela VASP AEROFOTOGARAMETRIA S/A, para a Secretaria da Agricultura do Estado de São Paulo. As cópias empregadas na fase de interpretação fotográfica deste trabalho pertencem à Seção de Fotointerpretação do Instituto Agrônômico e apresentam as seguintes características:

- Escala aproximada: 1:25.000;
- Dimensões: 23 cm x 23 cm;
- Área abrangida por fotografia: aproximadamente 33 km²;
- Recobrimento aproximado: 60% entre fotografias . na faixa de vôo e 30% entre fotografias de faixas adjacentes.

A identificação das fotografias que recobrem as áreas de interesse específico, dentro da área de estudo, foi feita através de exame do fotoíndice e da carta de solos da região, ambos na escala 1:100.000, resultando na seguinte seleção:

- a) Unidade Pariqüera (LAa)
 - Fotografias: 50.076 a 50.079
 - Faixa de vôo: 324 D
 - Data: 09-08-73

- b) Unidade Taquaruçu (PVLa-1)
Fotografias: 48.775 a 48.780
Faixa de voo: 322D
Data: 08-07-73
- c) Unidade Arataca (PVLa-2)
Fotografias: 50.140 a 50.143
Faixa de voo: 326D
Data: 09-08-73
- d) Unidade Vapamirim (PVa)
Fotografias: 50.179 a 50.182
Faixa de voo: 327D
Data: 09-08-73
- e) Unidade Canfilito (Ca-2)
Fotografias: 50.181 a 50.184
Faixa de voo: 327D
Data: 09-08-73

3.1.4 - Equipamentos

Para a observação estereoscópica dos pares fotográficos foram utilizados um estereoscópio de reflexão marca WILD, modelo ST-4, equipado com oculares para aumento de 3 vezes e um estereoscópio de bolso marca AIR PHOTO SUPPLY, modelo PS-2.

Nas medições do maior comprimento e da maior largura das bacias hidrográficas foi empregado um escalímetro de precisão. As medições de comprimento dos rios e perímetro das bacias foram efetuadas com o auxílio de um curvímetro marca KENT, graduado em centímetros. Na determinação de áreas foi utilizado um planímetro polar marca KOIZUMI, modelo KP-25.

3.2 - Métodos

3.2.1 - Seleção da área de estudo

Os solos da região do rio Ribeira de Iguape, no Estado de São Paulo, têm sido alvo de intensos estudos nos últimos anos, no que diz respeito às suas propriedades, classificação e distribuição geográfica, com vistas à sua utilização de maneira mais racional.

Analisando-se a carta de solos da área, percebe-se que a quadrícula correspondente à folha Pariquera-Açu (SP), SG-23-V-A-IV-1, contém representantes das principais unidades de solo ocorrentes na região, com destaque para aquelas originadas dos sedimentos da Formação Pariquera-Açu (LAa e PVLa-2) que, por suas características físicas e por estarem associadas a formas de relevo mais sua-

ves, apresentam grande importância para a agricultura regional.

Vem do exposto o fato de ter sido selecionada para este estudo a área citada, compreendida entre os paralelos $23^{\circ}45'S$ e $25^{\circ}15'S$ e os meridianos $46^{\circ}45'W$ Gr. e $49^{\circ}30'W$ Gr., com cinco unidades de solo de expressão regional (Pariqüera, Taquaruçu, Arataca, Vapamirim e Canfilito).

De posse da carta de solos e do fotoíndice correspondente foi feita a identificação das fotografias que recobriam áreas representativas de cada uma das cinco unidades de solo.

3.2.2 - Elaboração dos mapas básicos de drenagem

Para cada uma das cinco unidades de solo foi elaborado um mapa básico parcial de drenagem. Para essa elaboração, a fotografia da direita de cada par estereoscópico foi recoberta por uma folha de acetato transparente, recortada nas mesmas dimensões da cópia fotográfica. Através de exame sob o estereoscópio de reflexão foram decalcados todos os canais de drenagem, permanentes e temporários, no modelo estereoscópico, desde que fizessem parte funcional do sistema de drenagem, conforme procedimento adotado por FRANÇA (1968).

Além dos canais de drenagem foram também de calcadas as áreas de baixadas úmidas, indicadoras de rede pouco integrada, conforme LUEDER (1959) e os divisores de águas das bacias de terceira ordem, segundo o Sistema Americano modificado por STRAHLER (1957).

Na montagem do mapa, de cada folha de acetato foi aproveitada apenas a sua porção mais central, por ser a que menores distorções radiais apresenta, em decorrência do sistema de projeção cônica, inerente às fotografias aéreas verticais. Essa porção central, também conhecida por "área útil" da fotografia, pode ser melhor compreendida pela observação da Figura 6.

Para facilitar o ajuste entre os acetatos de duas fotografias consecutivas, foram decalcados alguns alvos (construções, trechos de estradas, etc.) comuns às duas imagens.

Os acetados já decalcados também são conhecidos por templetos. Com fita adesiva os templetos foram devidamente montados e o produto dessa montagem foi reco-piado em papel vegetal, resultando nos mapas básicos de dre-nagem, um para cada unidade de solo.

A = recobrimento longitudinal (60%)

B = metade do recobrimento longitudinal

C = recobrimento lateral (30%)

D = metade do recobrimento lateral

A.U. = área útil da fotografia (hachurada)

Figura 6 - Área útil em uma fotografia aérea vertical.

Sobre os mapas básicos de drenagem foram traçados os limites entre as diferentes unidades de mapeamento e também numeradas todas as bacias hidrográficas de terceira ordem, a fim de ordená-las para as fases de seleção e análise das mesmas.

3.2.3 - Seleção das bacias hidrográficas

Para que se possam fazer comparações válidas entre duas ou mais bacias hidrográficas, no caso da fotointerpretação para levantamento de solos, é preciso que haja suficiente homogeneidade geológica e edafológica entre as amostras, ou seja, apresentem solos semelhantes (FROST, 1960). Esta condição foi obedecida delimitando-se e trabalhando-se sobre a unidade principal de mapeamento em cada mapa básico de drenagem, orientando-se, na delimitação, pela carta de solos da região e pelos aspectos da paisagem observáveis nas imagens fotográficas.

Outra condição obedecida na seleção das amostras foi a semelhança geométrica entre as bacias a serem comparadas (STRAHLER, 1957). Sendo as bacias geometricamente semelhantes, todas as medições feitas guardarão rações de escala aproximadamente constantes.

Pelo exposto, nota-se que as questões relativas a homogeneidade, semelhança geométrica e representatividade das unidades amostrais são imprescindíveis no processo de seleção das bacias a serem analisadas, dentro de uma mesma unidade de mapeamento.

Partindo-se do princípio que bacias hidrográficas representativas de uma dada unidade de solo são aquelas que aparecem em maior frequência, com características geométricas e funcionais (relativas à drenagem) semelhantes, foi estabelecido, neste trabalho, um critério de seleção baseado justamente na máxima semelhança entre um conjunto de vários aspectos dimensionáveis das bacias. Para tanto foi feita uma análise preliminar, com todas as bacias de terceira ordem encontradas no mapa básico de drenagem de cada unidade de mapeamento. Nessa análise levou-se em conta os seguintes parâmetros de cada bacia hidrográfica: (a) maior comprimento; (b) maior largura; (c) perímetro; (d) área; (e) comprimento do rio principal; (f) comprimento total da rede hidrográfica; (g) número de rios de primeira ordem; e (h) comprimento total dos rios de primeira ordem.

De acordo com os valores determinados, para cada parâmetro foi feita uma distribuição das bacias em classes de mesma amplitude (0,1 km² para o parâmetro "área"

e 0,1 km para os demais, à exceção do número de rios de primeira ordem).

O passo seguinte constituiu-se na pré-seleção das bacias pertencentes à classe modal de cada parâmetro, isto é, à classe com o maior número de bacias (maior frequência).

Organizou-se, então, uma tabela para cada unidade de mapeamento, onde cada bacia foi caracterizada com o valor da frequência com que apareceu no conjunto dos oito parâmetros (portanto, a frequência máxima possível era igual a oito).

Selecionou-se, por fim, para cada unidade de solo, três bacias com os maiores valores de frequência, para se constituírem nas unidades amostrais. Em caso de igualdade no valor da frequência, o desempate foi feito por meio de exame visual das bacias analisadas, observando-se características como tamanho, forma, simetria das vertentes, etc.

A utilização de três amostras para cada unidade de solo resultou de uma análise preliminar, onde alguns índices foram calculados a partir de três, quatro e cinco amostras. Os resultados mostraram não haver praticamente diferença no emprego dos três números de unidades amostrais. Conseqüentemente, optou-se pelo menor número, contribuindo assim para a simplificação na estruturação do trabalho.

Para melhor elucidar a metodologia descrita, segue um exemplo hipotético do processo de seleção.

- Unidade de solo: unidade A
- Número de bacias de terceira ordem constatadas no mapa básico de drenagem: 10
- Número de bacias (amostras) a serem selecionadas: 3

A) Distribuição das bacias em classes de mesma amplitude, de acordo com os valores determinados para cada parâmetro :

A.1) Parâmetro "maior comprimento"

Menor valor encontrado = 0,321 km (bacia nº 10)

Maior valor encontrado = 0,987 km (bacia nº 3)

CLASSES (km)	NÚMERO DAS BACIAS
0,300 - 0,400	10
0,400 - 0,500	4
0,500 - 0,600	5
0,600 - 0,700	8
0,700 - 0,800(*)	1, 2, 7, 9 (*)
0,800 - 0,900	6
0,900 - 1,000	5

(*) classe modal.

Esse mesmo tipo de distribuição é feito para os demais parâmetros e, a seguir, selecionam-se apenas as bacias incluídas na classe modal para cada parâmetro.

B) Bacias pré-selecionadas para cada um dos parâmetros utilizados no processo de seleção:

PARÂMETROS	BACIAS PRÉ- -SELECIONADAS
Maior comprimento	1, 2, 7, 9
Maior largura	1, 3, 5
Perímetro	1, 4, 6, 8
Área	1, 2, 9
Comprimento do rio principal	2, 3, 4
Comprimento total da rede	1, 8, 9, 10
Número de rios de 1ª ordem	2, 3, 5
Comprimento total dos rios de 1ª ordem	1, 2, 9

C) Frequência atingida pelas bacias, no conjunto dos oito parâmetros utilizados no processo de seleção:

BACIAS	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Frequência (máx.= 8)	6	5	3	2	2	1	1	2	4	1

D) Bacias selecionadas pelos maiores valores de frequência, em ordem decrescente:

BACIAS	FREQÜÊNCIA
1	6
2	5
9	4

Portanto, para a unidade A, as três bacias hidrográficas selecionadas para se constituírem em unidades amostrais são as de números 1, 2 e 9.

3.2.4 - Análise das bacias hidrográficas

3.2.4.1 - Propriedades dimensionais

a) Maior comprimento (MC): medido com escala, acompanhando aproximadamente a direção do vale principal, entre a foz e o ponto extremo sobre a linha do divisor de águas. É expresso em quilômetros;

b) Maior largura (ML): medida com escala, transversalmente à linha do maior comprimento, no ponto em que os divisores de águas estão mais afastados. É expressa em quilômetros;

c) Perímetro (P): é a medida do comprimento do divisor de águas da bacia considerada. Determinado com curvímetro e expresso em quilômetros;

d) Área (A): é a medida, em planta, da superfície da bacia. Determinada com planímetro e expressa em quilômetros quadrados;

e) Comprimento do rio principal (CRP): é o comprimento do canal de drenagem de ordem mais elevada da bacia (no caso terceira ordem), medido desde a sua foz até a nascente, com um curvímetro. Seu trajeto foi determinado adotando-se procedimento proposto por HORTON (1945), ou seja: prolongando-se o rio principal para montante, nas bifurcações o seu percurso corresponde ao ramo que formar o menor ângulo de junção. Em caso de empate no primeiro critério, a escolha recai sobre o ramo que apresenta o maior comprimento. É expresso em quilômetros;

f) Comprimento total da rede (Lt): o comprimento total da rede representa a somatória dos comprimentos de todos os segmentos de rios. É medido por meio de curvímetro e expresso em quilômetros.

3.2.4.2 - Propriedades não dimensionais

a) Forma aproximada: associa-se a forma superficial da bacia hidrográfica a figuras geométricas e dá-se a mesma a denominação da figura que dela mais se aproximar. Com isso podemos ter bacias ovais, triangulares, trapezoidais, etc.;

b) Ordem de ramificação (STRAHLER, 1957): no presente trabalho foram utilizadas bacias hidrográficas de terceira ordem de ramificação, conforme sugestão de FRANÇA (1968), para o estudo de solos;

c) Simetria das vertentes: indicada pelo declive das encostas em relação ao vale principal e pela disposição dos tributários.

3.2.4.3 - Teste de semelhança geométrica

Seguindo os princípios propostos por STRAHLER (1957), a semelhança geométrica foi testada para cada grupo de três bacias representativas de cada unidade de mapeamento. Esse teste de semelhança geométrica, entre bacias de mesma ordem, foi usado para dar maior segurança às comparações feitas e maior consistência aos resultados.

Empregou-se a "Razão de Equivalência", $Re = (Rm)^2/r$, proposta por MANECHINI (1981), para testar a semelhança geométrica entre as bacias, comparadas duas a duas. A semelhança entre as bacias de um par comparado é tanto maior, quanto mais próximo da unidade estiver o valor de Re .

As relações empregadas, entre as bacias comparadas, foram as seguintes:

$$\frac{\text{Maior comprimento bacia a}}{\text{Maior comprimento bacia b}} = c$$

$$\frac{\text{Maior largura bacia a}}{\text{Maior largura bacia b}} = \ell$$

$$\frac{\text{Perímetro bacia a}}{\text{Perímetro bacia b}} = p$$

$$\frac{\text{Comprimento rio principal bacia a}}{\text{Comprimento rio principal bacia b}} = c_p$$

$$\frac{\text{Comprimento total da rede bacia a}}{\text{Comprimento total da rede bacia b}} = c_r$$

$$\frac{c + \ell + p + c_p + c_r}{5} = R_m \text{ (razão média)}$$

$$\frac{\text{Área bacia a}}{\text{Área bacia b}} = r$$

$$R_e = \frac{(R_m)^2}{r}$$

3.2.5 - Análise das redes de drenagem

Para a análise das redes de drenagem utilizou-se o "método de análise de elementos", proposto por BURINGH (1960). De acordo com a sua natureza, os elementos analisados podem pertencer àqueles referentes à composição

da rede de drenagem, ou aqueles referentes ao padrão de drenagem.

3.2.5.1 - Composição da rede de drenagem

a) Ordem de ramificação: os segmentos de rios, ou canais de drenagem, foram classificados quanto à ordem de ramificação tomando-se por base o sistema de HORTON (1945) modificado por STRAHLER (1957). A designação geral para ordem é a letra w ;

b) Número de segmentos de rios: foram computados os números de segmentos de rios em cada ordem, designados por N_w e o total de cada bacia, designado por N_t ;

c) Comprimento dos segmentos de rios: usando-se o curvímetro, foi medido o comprimento total dos segmentos de rios para cada ordem de ramificação e, a seguir, calculados os seus comprimentos médios através da relação "comprimento total/número de segmentos de rios". As designações utilizadas foram: L_w e L_{wm} , respectivamente, para comprimento total e comprimento médio.

3.2.5.2 - Características do padrão de drenagem

O padrão de drenagem foi analisado através de suas características descritivas e quantitativas.

A) Características descritivas

Como características fundamentais foram adotadas aquelas sugeridas por LUEDER (1959), acrescidas do "tipo ou modelo" (PARVIS, 1950).

a) Grau de integração: é a maior ou menor definição do percurso dos canais. Quanto mais evidente e mais curto, maior é a integração. O padrão de drenagem pode ser classificado em: não integrado (os canais não se ligam); pouco integrado (poucos canais se ligam); integrado (todos se ligam); e bem integrado (todos se ligam, pelas distâncias mais curtas);

b) Densidade: indica o número relativo de canais por unidade de área. Pode ser classificada em: baixa, média e alta;

c) Grau de uniformidade: indica a repetição de formas num determinado espaço. O padrão de drenagem pode ser classificado, quanto ao grau de uniformidade em: não uniforme, pouco uniforme e uniforme;

d) Orientação: diz respeito a aspectos direcionais, tais como a predominância de direção dos canais. O padrão de drenagem, quanto à orientação, pode ser classificado em: não orientado, pouco orientado e fortemente orientado;

e) Angularidade: é a mudança brusca de direção dos canais em vales encaixados. Pode ser classificada em: baixa, média e alta;

f) Grau de controle: é função dos fatores que alteram o sentido geral da drenagem, tais como orientação e angularidade. Quanto ao grau de controle o padrão de drenagem pode ser classificado em: não controlado, controlado e altamente controlado;

g) Ângulos de junção: são os ângulos formados na confluência de um tributário com seu receptor. Podem ser classificados em: retos, agudos e obtusos;

h) Tipo ou modelo: refere-se à semelhança entre o esquema em planta dos rios de uma bacia e objetos ou conceitos geométricos, tais como: modelo dendrítico ou arborescente, paralelo, retangular, etc.

B) Características quantitativas

A partir dos dados determinados sobre as ba cias hidrográficas, foram calculados os seguintes índices de drenagem:

a) Densidade de drenagem (Dd): fornece a extensão da rede de drenagem por unidade de área (HORTON, 1945) e é ex pressa em quilômetros por quilômetro quadrado;

b) Frequência de rios (F): expressa o número de rios por unidade de área;

c) Comprimento médio dos canais de drenagem superficial (Lm): expressa a relação entre o comprimento total e o número de canais de drenagem da bacia hidrográfica. Dife re dos outros índices estudados por apresentar, segundo CHRISTOFOLETTI e CÊSAR (1978), uma correlação inversa, isto é, aumentando com a diminuição do número de canais. O comprimento médio dos canais de drenagem foi adaptado por FRANÇA (1968) para o estudo de solos, a partir da proposição original de RAY e FISCHER (1960) para estudos geolôgi cos;

d) Razão de textura (T): é a relação entre o número total de rios e o perímetro da bacia, segundo a fórmula de SMITH (1950), modificada por FRANÇA (1968);

e) Razão de textura média (T_m): representa o valor médio ponderado da razão de textura em relação às áreas das bacias (SMITH, 1950), sendo representativo das unidades de solo. Este valor foi obtido aplicando-se a fórmula:

$$T_m = \frac{\sum(A.T)}{\sum A},$$

onde A representa a área e T a razão de textura de cada bacia hidrográfica;

f) Classe de textura topográfica: determinada conforme adaptação de FRANÇA (1968) da classificação de SMITH (1950), ao sistema métrico. Este índice tem a finalidade de expressar o espaçamento entre os canais de drenagem.

3.2.6 - Análise estatística

3.2.6.1 - Teste de Kruskal-Wallis

Foi utilizado neste trabalho o teste não-paramétrico de Kruskal-Wallis que, segundo CAMPOS (1979), constitui-se em um competidor ou substituto do teste F do campo paramétrico, tendo por finalidade averiguar se k amostras independentes provêm de uma mesma população, de po populações semelhantes ou ainda de populações distintas.

Admitindo-se K tratamentos, o teste permite averiguar se há diferença entre pelo menos dois deles, ou

seja, testar as seguintes hipóteses:

$$H_0: t_1 = t_2 = \dots = t_k;$$

H_a : pelo menos dois tratamentos diferem entre si.

As pressuposições desse teste são:

- as n observações são todas independentes;
- dentro de uma dada amostra, todas as observações são provenientes de uma mesma população;
- as populações são aproximadamente da mesma forma e contínuas.

No presente trabalho, os tratamentos testados foram as características relativas à rede de drenagem de cinco unidades de solo ocorrentes na área de estudo. Conven^ucionou-se denominar esses tratamentos por S_1 , S_2 , S_e , S_4 e S_5 , correspondendo às unidades Pariqüera, Taquaruçu, Arataca, Vapamirim e Canfilito, respectivamente, para as características medidas em bacias hidrográficas de terceira ordem.

Para cada característica procedeu-se à classificação conjunta das $N = \sum_{i=1}^k n_i$ observações, dando ordem 1 à menor delas e ordem N à maior. Nos casos onde ocorreram empates entre duas ou mais observações, o desempate foi feito considerando-se a média das ordens.

Em seguida, para a aplicação do teste, calculou-se a estatística:

$$H = \frac{12}{N(N+1)} \sum_{i=1}^k \frac{R_i^2}{n_i} - 3(N+1) \quad ,$$

onde:

R_i é a soma das ordens atribuídas ao tratamento $\underline{i}$; e
 n_i é o número de observações para o tratamento $\underline{i}$.

Para se testar, ao nível α de probabilidade, H_0 versus H_a , rejeita-se H_0 se $H > h$, onde

$$P_0(H \geq h) = \alpha$$

(α e h são obtidos na Tabela 14, em CAMPOS, 1979, pág. 318).

No caso de empates obtém-se

$$H_1 = \frac{H}{C}$$

onde:

$$C = 1 - \frac{\sum_{i=1}^g T_i}{N^3 - N} ;$$

g = número de grupos de empate;

$$T_i = t_i^3 - t_i ;$$

t_i = número de observações empatadas no grupo $\underline{i}$.

3.2.6.2 - Comparações múltiplas

As comparações múltiplas foram empregadas como uma complementação do teste de Kruskal-Wallis, onde foi considerada a hipótese $H_0: t_1 = t_2 = \dots = t_k$.

Quando H_0 é rejeitada, admite-se que, pelo menos dois tratamentos diferem entre si. Assim, a finalidade das comparações múltiplas é localizar, quando existem, as diferenças significativas entre pares de tratamentos.

No caso deste trabalho, as comparações envolveram todos os pares de tratamentos, com igual número de repetições entre os k tratamentos, assim, para cada par i e j de tratamentos, foi determinada a diferença:

$$|R_i - R_j| \quad \begin{matrix} (i=1,2,\dots,k-1) \\ (j=i+1,\dots,k) \end{matrix}$$

onde R_i e R_j representam as somas das ordens atribuídas aos tratamentos i e j respectivamente, na classificação conjunta das N observações referentes aos k tratamentos. Se houver empates, são utilizadas as ordens médias.

A diferença mínima significativa (d.m.s.) a uma "taxa de erro experimental" α , segundo a qual admite-se $t_i \neq t_j$ é:

$$\text{d.m.s.} = \Delta$$

$$P_o(|R_i - R_j| \geq \Delta) = \alpha .$$

Os valores de Δ são obtidos na Tabela 16, em CAMPOS, 1979, pág. 326.

4. RESULTADOS

Os resultados obtidos neste estudo, referentes às características das bacias hidrográficas e respectivas redes de drenagem, são apresentados a seguir.

4.1 - Mapas Básicos de Drenagem

Os mapas básicos de drenagem, para as cinco unidades de solo estudadas, estão representados nas Figuras 7 a 11.

Figura 7 - Mapa básico de drenagem e posições ocupadas pelas bacias hidrográficas selecionadas, representativas da unidade Paríquera (LAa).

Figura 8 - Mapa básico de drenagem e posições ocupadas pelas bacias hidrográficas selecionadas, representativas da unidade Taquaruçu (PVL a-1).

Figura 9 - Mapa básico de drenagem e posições ocupadas pelas bacias hidrográficas selecionadas, representativas da unidade Arataka (PVL-2).

Figura 10 - Mapa básico de drenagem e posições ocupadas pelas bacias hidrográficas selecionadas, representativas da unidade Vapamirim (PVa).

Figura 11 - Mapa básico de drenagem e posições ocupadas pelas bacias hidrográficas selecionadas, representativas da unidade Canfilito (Ca-2).

4.2 - Seleção das Bacias Hidrográficas

De cada unidade de solo foram selecionadas, para estudos, três amostras (bacias hidrográficas de terceira ordem) designadas por: PAR I, PAR II e PAR III (unidade Pariqüera); TAQ I, TAQ II e TAQ III (unidade Taquaruçu); ARA I; ARA II, ARA III (unidade Arataca); VAP I, VAP II e VAP III (unidade Vapamirim); e CAN I, CAN II e CAN III (unidade Canfilito).

As posições ocupadas pelas bacias selecionadas são mostradas nos mapas básicos de drenagem (Figuras 7 a 11). Nas Figuras 12 a 16 estão representadas graficamente as bacias selecionadas para cada uma das unidades de solo.

No Apêndice deste trabalho, encontram-se representadas graficamente as bacias hidrográficas não selecionadas para se constituírem em unidades amostrais, juntamente com os valores dos parâmetros utilizados no processo de seleção.

Figura 12 - Bacias hidrográficas representativas da unidade Paríquera (LAA). Escala aproximada 1:25.000.

Figura 13 - Bacias hidrográficas representativas da unidade Taquaruçu (PVL a-1). Escala aproximada 1:25.000.

Figura 14 - Bacias hidrográficas representativas da unidade Arataca (PVL a-2). Escala aproximada 1:25.000.

Figura 15 - Bacias hidrográficas representativas da unidade Vapamirim (PVa). Escala aproximada 1:25.000.

Figura 16 - Bacias hidrográficas representativas da unidade Canfilito (Ca-2). Escala aproximada 1:25.000.

4.3 - Análise das Bacias Hidrográficas

4.3.1 - Propriedades dimensionais

As propriedades dimensionais determinadas nas bacias hidrográficas em estudo, médias e respectivos erros padrões são apresentados na Tabela 12.

A análise estatística desses dados encontra-se na Tabela 13.

4.3.2 - Propriedades não dimensionais

Na Tabela 14 são apresentadas as propriedades não dimensionais, forma aproximada e simetria das vertentes, das bacias hidrográficas em estudo.

4.3.3 - Teste de semelhança geométrica

Na Tabela 15 são apresentados os resultados referentes à análise dimensional e teste de semelhança geométrica, aplicados às bacias selecionadas para estudo.

Tabela 12 - Propriedades dimensionais das bacias hidrográficas estudadas; médias e respectivos erros padrões.

BACIA HIDROGRÁFICA	Maior comprimento (MC) km	Maior largura (ML) km	Perímetro (P) km	Compr.do rio principal (CRP) km	Compr.total da rede (Lt) km	Área (A) km ²
PAR I	1,887	0,938	4,750	2,700	4,950	1,222
PAR II	2,029	1,052	5,275	2,025	5,025	1,156
PAR III	1,467	0,997	4,750	1,625	4,675	0,944
$\bar{m} \pm s(\bar{m})$	1,794 $\pm$ 0,169	0,996 $\pm$ 0,033	4,925 $\pm$ 0,175	2,117 $\pm$ 0,314	4,883 $\pm$ 0,106	1,107 $\pm$ 0,084
TAQ I	1,227	0,733	3,500	1,200	3,450	0,600
TAQ II	0,986	0,816	2,925	0,925	2,412	0,472
TAQ III	1,235	0,739	3,550	1,212	3,450	0,662
$\bar{m} \pm s(\bar{m})$	1,149 $\pm$ 0,082	0,763 $\pm$ 0,027	3,325 $\pm$ 0,200	1,112 $\pm$ 0,094	3,104 $\pm$ 0,346	0,578 $\pm$ 0,056
ARA I	0,750	0,566	2,125	0,687	1,712	0,279
ARA II	0,821	0,507	2,062	0,750	1,712	0,269
ARA III	0,825	0,520	2,437	0,750	1,675	0,312
$\bar{m} \pm s(\bar{m})$	0,799 $\pm$ 0,024	0,531 $\pm$ 0,018	2,208 $\pm$ 0,116	0,729 $\pm$ 0,021	1,700 $\pm$ 0,012	0,287 $\pm$ 0,013
VAP I	0,530	0,335	1,337	0,500	0,950	0,125
VAP II	0,564	0,371	1,512	0,487	1,000	0,125
VAP III	0,600	0,379	1,562	0,500	1,225	0,162
$\bar{m} \pm s(\bar{m})$	0,565 $\pm$ 0,020	0,362 $\pm$ 0,013	1,470 $\pm$ 0,068	0,496 $\pm$ 0,004	1,058 $\pm$ 0,084	0,137 $\pm$ 0,012
CAN I	0,735	0,472	1,887	0,750	1,737	0,219
CAN II	0,756	0,466	2,000	0,725	1,612	0,229
CAN III	0,767	0,342	2,187	0,775	1,725	0,212
$\bar{m} \pm s(\bar{m})$	0,753 $\pm$ 0,009	0,427 $\pm$ 0,042	2,025 $\pm$ 0,087	0,750 $\pm$ 0,014	1,691 $\pm$ 0,040	0,220 $\pm$ 0,004

Tabela 13 - Resultados do teste de Kruskal-Wallis e das Comparações Múltiplas aplicados às propriedades dimensionais das bacias hidrográficas em estudo.

CARACTERÍSTICAS	KRUSKAL-WALLIS		COMPARAÇÕES MÚLTIPLAS			INTERPRETAÇÃO
	H	α	Confronto(*)	$ R_i - R_j $	Δ	α
Maior comprimento (MC)	13,03*	0,05	S_1 vs S_2	9		
			S_1 vs S_3	20		
			S_1 vs S_4	36		
			S_1 vs S_5	25		
			S_2 vs S_3	11	28	0,06
			S_2 vs S_4	27		$S_1 \neq S_4$
			S_2 vs S_5	16		
			S_3 vs S_4	16		
			S_3 vs S_5	5		
			S_4 vs S_5	11		
Maior largura (ML)	13,5*	0,05	S_1 vs S_2	9		
			S_1 vs S_3	18		
			S_1 vs S_4	36		
			S_1 vs S_5	27		
			S_2 vs S_3	9	28	0,06
			S_2 vs S_4	27		$S_1 \neq S_4$
			S_2 vs S_5	18		
			S_3 vs S_4	18		
			S_3 vs S_5	9		
			S_4 vs S_5	9		

Tabela 13 - continuação.

CARACTERÍSTICAS	KRUSKAL-WALLIS		COMPARAÇÕES MÚLTIPLAS			INTERPRETAÇÃO
	H	α	Confronto(*)	$ R_i - R_j $	Δ	α
Perímetro (P)	13,05* (H/C)	0,05	S_1 vs S_2	9		
			S_1 vs S_3	20		
			S_1 vs S_4	36		
			S_1 vs S_5	25		
			S_2 vs S_3	11	28	$S_1 \neq S_4$
			S_2 vs S_4	27		
			S_2 vs S_5	16		
			S_3 vs S_4	16		
			S_3 vs S_5	5		
			S_4 vs S_5	11		
Área (A)	13,52** (H/C)	0,01	S_1 vs S_2	9		
			S_1 vs S_3	18		
			S_1 vs S_4	36		
			S_1 vs S_5	27		
			S_2 vs S_3	9	28	$S_1 \neq S_4$
			S_2 vs S_4	27		
			S_2 vs S_5	18		
			S_3 vs S_4	18		
			S_3 vs S_5	9		
			S_4 vs S_5	9		

Tabela 13 - continuação

CARACTERÍSTICAS	KRUSKAL-WALLIS		COMPARAÇÕES MÚLTIPLAS				INTERPRETAÇÃO
	H	α	Confronto(*)	$ R_i - R_j $	Δ	α	
Comprimento do rio principal (CRP)	13,02* (H/C)	0,05	S_1 vs S_2	9			
			S_1 vs S_3	24			
			S_1 vs S_4	36			
			S_1 vs S_5	21			
			S_2 vs S_3	15	28	0,06	$S_1 \neq S_4$
			S_2 vs S_4	27			
			S_2 vs S_5	12			
			S_3 vs S_4	12			
			S_3 vs S_5	3			
			S_4 vs S_5	15			
Comprimento total da rede (Lt)	12,92* (H/C)	0,05	S_1 vs S_2	9			
			S_1 vs S_3	24			
			S_1 vs S_4	36			
			S_1 vs S_5	21			
			S_2 vs S_3	15	28	0,06	$S_1 \neq S_4$
			S_2 vs S_4	27			
			S_2 vs S_5	12			
			S_3 vs S_4	12			
			S_3 vs S_5	3			
			S_4 vs S_5	15			

(*) S_1 = unidade Pariquera; S_2 = unidade Taquaruçu; S_3 = unidade Aratoca;
 S_4 = unidade Vapamirim; S_5 = unidade Canfilito.

Tabela 14 - Propriedades não dimensionais das bacias hidrográficas representativas das unidades de solo em estudo.

BACIA HIDRO GRÁFICA	FORMA APROXIMADA	SIMETRIA DAS VERTENTES
PAR I	paralelogramo	assimétrica
PAR II	losangular	pouco simétrica
PAR III	trapezoidal	assimétrica
TAQ I	triangular	assimétrica
TAQ II	trapezoidal	assimétrica
TAQ III	trapezoidal	assimétrica
ARA I	triangular	pouco simétrica
ARA II	oval	pouco simétrica
ARA III	trapezoidal	assimétrica
VAP I	oval	simétrica
VAP II	triangular	simétrica
VAP III	oval	pouco simétrica
CAN I	triangular	assimétrica
CAN II	triangular	assimétrica
CAN III	trapezoidal	assimétrica

Tabela 15 - Análise dimensional e teste de semelhança geométrica aplicados às bacias hidrográficas selecionadas para estudo.

BACIAS HIDROGRÁFICAS COMPARADAS	RAZÃO DE ESCALA LINEAR (R)					RAZÃO DE ESCALA QUADRÁTICA (Rq)		RAZÃO DE EQUIVA LÊNCIA (Re)	
	c/c'	L/L'	p/p'	cp/cp'	cr/cr'	Rm	(Rm) ²		A/A'
PAR I/ PAR II	0,930	0,892	0,900	1,333	0,985	1,008	1,016	1,057	0,961
PAR I/ PAR III	1,286	0,941	1,000	1,661	1,059	1,189	1,414	1,294	1,093
PAR II/ PAR III	1,383	1,055	1,110	1,246	1,075	1,174	1,378	1,224	1,126
TAQ I/ TAQ II	1,244	0,898	1,196	1,297	1,430	1,213	1,471	1,271	1,157
TAQ I/ TAQ III	0,993	0,992	0,986	0,990	1,000	0,992	0,984	0,906	1,086
TAQ II/ TAQ III	0,798	1,104	0,824	0,763	0,699	0,838	0,702	0,713	0,984
ARA I/ ARA II	0,913	1,116	1,030	0,916	1,000	0,995	0,990	1,037	0,955
ARA I/ ARA III	0,909	1,088	0,872	0,916	1,022	0,961	0,923	0,894	1,032
ARA II/ ARA III	0,995	0,975	0,846	1,000	1,022	0,968	0,937	0,862	1,087
VAP I/ VAP II	0,940	0,903	0,884	1,027	0,950	0,941	0,885	1,000	0,885
VAP I/ VAP III	0,883	0,884	0,856	1,000	0,775	0,880	0,774	0,772	1,002
VAP II/ VAP III	0,940	0,979	0,968	0,974	0,816	0,935	0,874	0,772	1,132
CAN I/ CAN II	0,972	1,013	0,943	1,034	1,077	1,008	1,016	0,956	1,063
CAN I/ CAN III	0,958	1,380	0,863	0,968	1,007	1,035	1,071	1,033	1,037
CAN II/ CAN III	0,986	1,362	0,914	0,935	0,934	1,026	1,053	1,080	0,975

4.4 - Análise das Redes de Drenagem

4.4.1 - Composição da rede de drenagem

4.4.4.1 - Análise do número de segmentos de rios

O número de segmentos de rios observados em cada ordem de ramificação, o número total, o valor médio e seu respectivo erro padrão, para as bacias hidrográficas representativas das unidades de solo em estudo, estão indicados na Tabela 16.

Os resultados da análise estatística relativa a esses dados, encontram-se na Tabela 17.

4.4.1.2 - Análise dos comprimentos dos segmentos de rios

Os comprimentos totais de segmentos de rios em cada ordem de ramificação, médias e respectivos erros padrões estão indicados na Tabela 18. A análise estatística desses dados é representada na Tabela 19.

Os comprimentos médios de segmentos de rios em cada ordem de ramificação (comprimento/número de segmentos), para cada bacia hidrográfica; médias e respectivos erros padrões encontram-se na Tabela 20. Os resultados da análise estatística desses dados são apresentados na Tabela 21.

Tabela 16 - Número de segmentos de rios observados em cada ordem de ramificação, e o total para as bacias hidrográficas; médias e respectivos erros padrões.

UNIDADE DE SOLO	ORDEM (w)	NÚMERO DE SEGMENTOS DE R I O S EM CADA ORDEM (Nw)			MÉD IA ± ERRO PADRÃO DA MÉD IA	
		Bacias hidrográficas				
		PAR I	PAR II	PAR III		
Pariqüera	1ª	13	13	13	13,000	± 0,000
	2ª	3	4	3	3,333	± 0,333
	3ª	1	1	1	1,000	± 0,000
	Total (Nt)	17	18	17	17,333	± 0,333
		TAQ I	TAQ II	TAQ III		
Taquaruçu	1ª	11	6	10	9,000	± 1,527
	2ª	3	3	2	2,667	± 0,333
	3ª	1	1	1	1,000	± 0,000
	Total (Nt)	15	10	13	12,667	± 1,453
		ARA I	ARA II	ARA III		
Arataca	1ª	6	8	6	6,667	± 0,667
	2ª	2	2	3	2,333	± 0,333
	3ª	1	1	1	1,000	± 0,000
	Total (Nt)	9	11	10	10,000	± 0,577
		VAP I	VAP II	VAP III		
Vapamirim	1ª	4	5	7	5,333	± 0,882
	2ª	2	2	2	2,000	± 0,000
	3ª	1	1	1	1,000	± 0,000
	Total (Nt)	7	8	10	8,333	± 0,882
		CAN I	CAN II	CAN III		
Canfilito	1ª	6	8	8	7,333	± 0,667
	2ª	2	2	2	2,000	± 0,000
	3ª	1	1	1	1,000	± 0,000
	Total (Nt)	9	11	11	10,333	± 0,667

Tabela 17 - Resultados do teste de Kruskal-Wallis e das Comparações Múltiplas aplicados ao parâmetro "número de segmentos de rios".

CARACTERÍSTICAS	KRUSKAL-WALLIS		COMPARAÇÕES MÚLTIPLAS			INTERPRETAÇÃO
	H	α	Confronto(*)	$ R_i - R_j $	Δ	
Num. de segmentos de rios de primeira ordem (Nw1)	9,82* (H/C)	0,05	S ₁ vs S ₂	14,5		
			S ₁ vs S ₃	24		
			S ₁ vs S ₄	32		
			S ₁ vs S ₅	19,5		
			S ₂ vs S ₃	9,5	28	0,06
			S ₂ vs S ₄	17,5		S ₁ ≠ S ₄
			S ₂ vs S ₅	5		
			S ₃ vs S ₄	8		
			S ₃ vs S ₅	4,5		
			S ₄ vs S ₅	12,5		
Num. de segmentos de rios de segunda ordem (Nw2)	7,46 ^{ns} (H/C)	0,05	S ₁ vs S ₂	10		
			S ₁ vs S ₃	17		
			S ₁ vs S ₄	24		
			S ₁ vs S ₅	24		
			S ₂ vs S ₃	7	28	0,06
			S ₂ vs S ₄	14		Os tratamentos S ₁ , S ₂ , S ₃ , S ₄ e S ₅ não diferem entre si
			S ₂ vs S ₅	14		
			S ₃ vs S ₄	7		
			S ₃ vs S ₅	7		
			S ₄ vs S ₅	0		

Tabela 17 - continuação.

CARACTERÍSTICAS	KRUSKAL-WALLIS		COMPARAÇÕES MÚLTIPLAS			INTERPRETAÇÃO
	H	α	Confronto(*)	$ R_i - R_j $	Δ	
Número total de segmentos de rios (Nt)	10,36* (H/C)	0,05	S_1 vs S_2	13		
			S_1 vs S_3	23,5		
			S_1 vs S_4	33		
			S_1 vs S_5	20,5		
			S_2 vs S_3	10,5	28	$S_1 \neq S_4$
			S_2 vs S_4	20		
			S_2 vs S_5	7,5		
			S_3 vs S_4	9,5		
			S_3 vs S_5	3		
			S_4 vs S_5	12,5		

(*) S_1 = unidade Pariquera; S_2 = unidade Taquaruçu; S_3 = unidade Aratoca;
 S_4 = unidade Vapamirim; S_5 = unidade Canfilito.

Tabela 18 - Comprimentos totais de segmentos de rios em cada ordem de ramificação; médias e respectivos erros padrões.

UNIDADE DE SOLO	ORDEM (w)	COMPRIMENTO TOTAL DE SEG- MENTOS DE RIOS EM CADA OR- DEM, Lw (km)			MÉDIA ±
					ERRO PADRÃO
		Bacias hidrográficas			DA MÉDIA
		PAR I	PAR II	PAR III	
Pariqüera	1ª	1,450	2,500	2,575	2,175 ± 0,363
	2ª	2,250	1,300	1,050	1,533 ± 0,365
	3ª	1,250	1,225	1,050	1,175 ± 0,063
	Total (Lt)	4,950	5,025	4,675	4,883 ± 0,106
		TAQ I	TAQ II	TAQ III	
Taquaruçu	1ª	2,050	1,275	2,050	1,792 ± 0,258
	2ª	0,725	0,637	0,500	0,621 ± 0,065
	3ª	0,675	0,500	0,900	0,692 ± 0,116
	Total (Lt)	3,450	2,412	3,450	3,104 ± 0,346
		ARA I	ARA II	ARA III	
Arataca	1ª	0,750	0,750	0,625	0,708 ± 0,042
	2ª	0,787	0,412	0,675	0,625 ± 0,111
	3ª	0,175	0,550	0,375	0,367 ± 0,108
	Total (Lt)	1,712	1,712	1,675	1,700 ± 0,012
		VAP I	VAP II	VAP III	
Vapamirim	1ª	0,400	0,500	0,750	0,550 ± 0,104
	2ª	0,375	0,325	0,200	0,300 ± 0,052
	3ª	0,175	0,175	0,275	0,208 ± 0,033
	Total (Lt)	0,950	1,000	1,225	1,058 ± 0,084
		CAN I	CAN II	CAN III	
Canfilito	1ª	0,825	0,800	0,750	0,792 ± 0,022
	2ª	0,662	0,387	0,750	0,600 ± 0,109
	3ª	0,250	0,425	0,225	0,300 ± 0,063
	Total (Lt)	1,737	1,612	1,725	1,691 ± 0,040

Tabela 19 - Resultados do teste de Kruskal-Wallis e das Comparações Múltiplas aplicados ao parâmetro "comprimentos totais de segmentos de rios em cada ordem de ramificação".

CARACTERÍSTICAS	KRUSKAL-WALLIS		COMPARAÇÕES MÚLTIPLAS				INTERPRETAÇÃO
	H	α	Confronto(*)	$ R_i - R_j $	Δ	α	
Comprimento total dos segmentos de rios de primeira ordem (Lw1)	12,23* (H/C)	0,05	S ₁ vs S ₂	5			
			S ₁ vs S ₃	26			
			S ₁ vs S ₄	31,5			
			S ₁ vs S ₅	17,5			
			S ₂ vs S ₃	21	28	0,06	S ₁ ≠ S ₄
			S ₂ vs S ₄	26,5			
			S ₂ vs S ₅	12,5			
			S ₃ vs S ₄	5,5			
			S ₃ vs S ₅	8,5			
			S ₄ vs S ₅	14			
Comprimento total dos segmentos de rios de segunda ordem (Lw2)	10,90*	0,05	S ₁ vs S ₂	19			
			S ₁ vs S ₃	16			
			S ₁ vs S ₄	36			
			S ₁ vs S ₅	19			
			S ₂ vs S ₃	3	28	0,06	S ₁ ≠ S ₄
			S ₂ vs S ₄	17			
			S ₂ vs S ₅	0			
			S ₃ vs S ₄	20			
			S ₃ vs S ₅	3			
			S ₄ vs S ₅	17			

Tabela 19 - continuação

CARACTERÍSTICAS	KRUSKAL-WALLIS		COMPARAÇÕES MÚLTIPLAS			INTERPRETAÇÃO
	H	α	Confronto(*)	$ R_i - R_j $	Δ	
Comprimento total dos segmentos de rios de terceira ordem (Lw3)	11,05* (H/C)	0,05	S_1 vs S_2	10		
			S_1 vs S_3	23		
			S_1 vs S_4	32		
			S_1 vs S_5	25	28	$S_1 \neq S_4$
			S_2 vs S_3	13		
			S_2 vs S_4	22		
			S_2 vs S_5	15		
			S_3 vs S_4	9		
			S_3 vs S_5	2		
			S_4 vs S_5	7		

(*) S_1 = unidade Pariquera; S_2 = unidade Taquaruçu; S_3 = unidade Arataca;

S_4 = unidade Vapamirim; S_5 = unidade Canfilito.

Tabela 20 - Comprimento médio de segmentos de rios em cada ordem de ramificação; médias e respectivos erros padrões.

UNIDADE DE SOLO	ORDEM (w)	COMPRIMENTO MÉDIO DE SEG- MENTOS DE RIOS EM CADA ORDEM, L_{wm} (km)			MÉDIA ± ERRO PADRÃO DA MÉDIA
		Bacias hidrográficas			
		PAR I	PAR II	PAR III	
Pariqüera	1ª	0,111	0,192	0,198	0,167 ± 0,028
	2ª	0,750	0,325	0,350	0,475 ± 0,138
	3ª	1,250	1,225	1,050	1,175 ± 0,063
		TAQ I	TAQ II	TAQ III	
Taquaruçu	1ª	0,186	0,212	0,205	0,201 ± 0,007
	2ª	0,242	0,212	0,250	0,235 ± 0,011
	3ª	0,675	0,500	0,900	0,692 ± 0,116
		ARA I	ARA II	ARA III	
Arataca	1ª	0,125	0,094	0,104	0,108 ± 0,009
	2ª	0,393	0,206	0,225	0,275 ± 0,059
	3ª	0,175	0,550	0,375	0,367 ± 0,108
		VAP I	VAP II	VAP III	
Vapamirim	1ª	0,100	0,100	0,107	0,102 ± 0,002
	2ª	0,187	0,162	0,100	0,150 ± 0,026
	3ª	0,175	0,175	0,275	0,208 ± 0,033
		CAN I	CAN II	CAN III	
Canfilito	1ª	0,137	0,100	0,094	0,110 ± 0,013
	2ª	0,331	0,193	0,375	0,300 ± 0,055
	3ª	0,250	0,425	0,225	0,300 ± 0,063

Tabela 21 - Resultados do teste de Kruskal-Wallis e das Comparações Múltiplas aplicados ao parâmetro "comprimento médio de segmentos de rios em cada ordem de ramificação".

CARACTERÍSTICAS	KRUSKAL-WALLIS		COMPARAÇÕES MÚLTIPLAS			INTERPRETAÇÃO
	H	α	Confronto(*)	$ R_i - R_j $	Δ	
Comprimento médio dos rios de primeira ordem (Lwm1)	9,19 ^{ns}	0,05	S ₁ vs S ₂	7		
			S ₁ vs S ₃	16,5		
			S ₁ vs S ₄	18		
			S ₁ vs S ₅	17,5	28	0,06
			S ₂ vs S ₃	23,5		Os tratamentos S ₁ , S ₂ , S ₃ , S ₄ e S ₅ não diferem entre si.
			S ₂ vs S ₄	25		
			S ₂ vs S ₅	24,5		
			S ₃ vs S ₄	1,5		
			S ₃ vs S ₅	1		
			S ₄ vs S ₅	0,5		
Comprimento médio dos rios de segunda ordem (Lwm2)	8,57 ^{ns}	0,05	S ₁ vs S ₂	14		
			S ₁ vs S ₃	11		
			S ₁ vs S ₄	31		
			S ₁ vs S ₅	9	28	0,06
			S ₂ vs S ₃	3		S ₁ ≠ S ₄
			S ₂ vs S ₄	17		
			S ₂ vs S ₅	5		
			S ₃ vs S ₄	20		
			S ₃ vs S ₅	2		
			S ₄ vs S ₅	22		

(*) S₁ = unidade Pariquera; S₂ = unidade Taquaruçu; S₃ = unidade Aratoca; S₄ = unidade Vapamirim; S₅ = unidade Canfilito.

4.4.2 - Características do padrão de drenagem

4.4.2.1 - Características descritivas

As características descritivas do padrão de drenagem, referentes às redes de drenagem das bacias hidrográficas representativas das unidades de solo em estudo, es tão apresentadas na Tabela 22.

4.4.2.2 - Características quantitativas

As características quantitativas do padrão de drenagem, determinadas nas bacias hidrográficas representativas das unidades de solo em estudo, são mostradas na Tabela 23.

Os resultados da análise estatística, referentes a essas características, encontram-se na Tabela 24.

Tabela 22 - Características descritivas dos padrões de drenagem das unidades de solo estudadas.

CARACTERÍSTICAS	UNIDADES DE SOLO				
	Pariquera (LAa)	Taquaruçu (PVL a-1)	Arataca (PVL a-2)	Vapamirim (PVa)	Canfilito (Ca-2)
Grau de integração	pouco integrado	integrado	integrado	integrado	integrado
Densidade	média/alta	alta	alta	muito alta	muito alta
Grau de uni- formidade	pouco uniforme	pouco uniforme	pouco uniforme	pouco uniforme	pouco uniforme
Orientação	pouco orientado	pouco orientado	pouco orientado	pouco orientado	pouco orientado
Angularidade	baixa	baixa	baixa	baixa	baixa
Grau de controle	não controlado	não controlado	não controlado	não controlado	não controlado
Ângulos de junção	retos e obtusos	retos e agudos	agudos	agudos	retos e agudos
Tipo ou modelo	sub-paralelo	sub-paralelo	dendrítrico	dendrítrico	dendrítrico

Tabela 23 - Características quantitativas dos padrões de drenagem e as classes de textura topográfica das bacias hidrográficas representativas das unidades de solo em estudo.

CARACTERÍSTICAS QUANTITATIVAS	BACIAS HIDROGRÁFICAS														
	PAR I	PAR II	PAR III	TAQ I	TAQ II	TAQ III	ARA I	ARA II	ARA III	VAP I	VAP II	VAP III	CAN I	CAN II	CAN III
Frequência de rios(F)	13,912	15,571	18,008	25,000	21,186	19,637	32,258	40,892	32,051	56,000	64,000	61,728	41,096	48,035	51,887
$\bar{m} \pm s(\bar{m})$	15,830 $\pm$ 1,189	21,941 $\pm$ 1,593	35,067 $\pm$ 2,913	60,576 $\pm$ 2,380	47,006 $\pm$ 3,157										
Densidade de drenagem (Dd)	4,051	4,347	4,952	5,750	5,110	5,211	6,136	6,364	5,368	7,600	8,000	7,562	7,931	7,039	8,137
$\bar{m} \pm s(\bar{m})$	4,450 $\pm$ 0,265	5,357 $\pm$ 0,199	5,956 $\pm$ 0,301	7,721 $\pm$ 0,140	7,702 $\pm$ 0,337										
Razão de textura (T)	3,579	3,412	3,579	4,286	3,419	3,662	4,235	5,335	4,103	5,236	5,291	6,402	4,769	5,500	5,030
$\bar{m} \pm s(\bar{m})$	3,523 $\pm$ 0,056	3,789 $\pm$ 0,258	4,558 $\pm$ 0,390	5,643 $\pm$ 0,380	5,100 $\pm$ 0,214										
Comprimento médio dos canais de drenagem su- perficial (Lm)	0,291	0,279	0,275	0,230	0,241	0,265	0,190	0,156	0,167	0,136	0,125	0,122	0,193	0,146	0,157
$\bar{m} \pm s(\bar{m})$	0,282 $\pm$ 0,004	0,245 $\pm$ 0,010	0,171 $\pm$ 0,010	0,128 $\pm$ 0,004	0,165 $\pm$ 0,014										
Razão de textura média (Tm)	3,521	3,812	4,531	5,710	5,106										
Classe de textura topográfica	média	média	média	média	média										

Tabela 24 - Resultados do teste de Kruskal-Wallis e das Comparações Múltiplas aplicados aos dados referentes às características quantitativas do padrão de drenagem.

CARACTERÍSTICAS	KRUSKAL-WALLIS		COMPARAÇÕES MÚLTIPLAS			INTERPRETAÇÃO
	H	α	Confronto(*)	$ R_i - R_j $	Δ	α
Densidade de Drenagem (Dd)	12,57*	0,05	S ₁ vs S ₂	10		
			S ₁ vs S ₃	17		
			S ₁ vs S ₄	31		
			S ₁ vs S ₅	32		
			S ₂ vs S ₃	7	28	0,06 S ₁ ≠ S ₄ , S ₅
			S ₂ vs S ₄	21		
			S ₂ vs S ₅	22		
			S ₃ vs S ₄	14		
			S ₃ vs S ₅	15		
			S ₄ vs S ₅	1		
Frequência de rios (F)	13,5**	0,01	S ₁ vs S ₂	9		
			S ₁ vs S ₃	18		
			S ₁ vs S ₄	36		
			S ₁ vs S ₅	27	28	0,06 S ₁ ≠ S ₄
			S ₂ vs S ₃	9		
			S ₂ vs S ₄	27		
			S ₂ vs S ₅	18		
			S ₃ vs S ₄	18		
			S ₃ vs S ₅	9		
			S ₄ vs S ₅	9		

Tabela 24 - continuação.

CARACTERÍSTICAS	KRUSKAL-WALLIS		COMPARAÇÕES MÚLTIPLAS			INTERPRETAÇÃO
	H	α	Confronto(*)	$ R_i - R_j $	Δ	
Comprimento médio dos canais de drenagem superficial (Lm)	12,83*	0,05	S ₁ vs S ₂	9		
			S ₁ vs S ₃	22		
			S ₁ vs S ₄	36		
			S ₁ vs S ₅	23		
			S ₂ vs S ₃	13	28	0,06
			S ₂ vs S ₄	27		S ₁ ≠ S ₄
			S ₂ vs S ₅	14		
			S ₃ vs S ₄	14		
			S ₃ vs S ₅	1		
			S ₄ vs S ₅	13		
Razão de textura (T)	10,32* (H/C)	0,05	S ₁ vs S ₂	7		
			S ₁ vs S ₃	18		
			S ₁ vs S ₄	30		
			S ₁ vs S ₅	25		
			S ₂ vs S ₃	11	28	0,06
			S ₂ vs S ₄	23		S ₁ ≠ S ₄
			S ₂ vs S ₅	18		
			S ₃ vs S ₄	12		
			S ₃ vs S ₅	7		
			S ₄ vs S ₅	5		

(*) S₁ = unidade Pariquêra; S₂ = unidade Taquaruçu; S₃ = unidade Arataca;
S₄ = unidade Vapamirim; S₅ = unidade Canfilito.

5. DISCUSSÃO DOS RESULTADOS

5.1 - Mapas Básicos de Drenagem

Os mapas básicos de drenagem facilitaram na visão geral da distribuição das bacias hidrográficas de terceira ordem de ramificação, demarcadas sobre eles, ressaltando as variações geométricas existentes entre essas bacias; e, também, na análise descritiva da rede de drenagem de cada unidade de solo estudada.

5.2 - Seleção das Bacias Hidrográficas e Teste de Semelhança Geométrica

Tendo em vista a necessidade de alta representatividade das unidades amostrais, em relação às respec

tivas unidades de solo, o processo de seleção empregado neste trabalho resultou em bacias hidrográficas cujas características apresentaram suficiente homogeneidade dentro de cada unidade de solo (STRAHLER, 1957), o que pode ser constatado pela observação das Figuras 12 a 16, bem como pela análise dos resultados gerais deste trabalho.

A análise dimensional e teste de semelhança geométrica, aplicados às bacias hidrográficas selecionadas, também demonstraram a homogeneidade existente entre as amostras de cada solo.

Pela observação dos dados apresentados na Tabela 15, nota-se pequena variação nos valores da Razão de Equivalência (Re), proposta por MANECHINI (1981), em torno do valor unitário.

O critério de empregar apenas bacias de terceira ordem de ramificação, como unidades amostrais, é justificado pela observação de PARVIS (1950) de que, à medida que aumenta a ordem de ramificação o rio escava mais profundamente o seu vale, abaixo da profundidade efetiva do solo, atingindo o substrato rochoso e permitindo, dessa maneira, inferências fotointerpretativas mais relacionadas com o substrato do que com o solo propriamente dito. Essas inferências podem mostrar diferenças litológicas, ou influências de controles estruturais.

5.3 - Análise das Bacias Hidrográficas

5.3.1 - Propriedades dimensionais

Os valores relativos às propriedades dimensionais das bacias hidrográficas, que são: maior comprimento, maior largura, perímetro, comprimento do rio principal, comprimento total da rede e área, apresentados na Tabela 12, mostram diferenças entre as unidades de solo, à exceção das unidades Arataca (PVLa-2) e Canfilito (Ca-2), cujos valores médios para os parâmetros analisados são muito próximos.

Observa-se uma diminuição gradual nos valores dos parâmetros, da unidade Pariqüera (LAa) à unidade Vapamirim (PVa), concordando com a maioria dos resultados obtidos por pesquisadores que trabalharam com solos de horizonte B latossólico e horizonte B textural, como FRANÇA (1968), MARCHETTI (1969), FADEL (1972), GEVAERD (1974), MANECHINI (1981), PFEIFER (1984) e GUIMARÃES (1984).

Essa variação gradual provavelmente deve-se à classe de relevo de ocorrência de cada solo, indo do suave ondulado para o Latossolo ao ondulado para o Podzólico, aliada à natureza e propriedades dos solos, notadamente àquelas ligadas à taxa infiltração/deflúvio.

No caso do Cambissolo (unidade Canfilito), os resultados o colocam em posição intermediária entre os Podzólicos Vermelho-Amarelos Latossólicos e o Podzólico Vermelho-Amarelo, com valores semelhantes aos da unidade Arataca. Somente o relevo não justifica essa semelhança, dada a diferença de ocorrência desses dois solos; enquanto o Arataca ocorre em relevo suave ondulado a ondulado, o Canfilito aparece em relevo forte ondulado a montanhoso. Possivelmente, uma ação combinada do relevo e características morfológicas sobre o Canfilito, o tenha levado a essa semelhança com o Arataca, em termos de propriedades dimensionais das bacias hidrográficas.

A análise estatística (Tabela 13) dos dados referentes às propriedades dimensionais das bacias indicou, para todos os parâmetros analisados, que há uma diferença significativa, a uma taxa de 6% de erro experimental, entre as unidades Pariquera e Vapamirim. Ainda, observando-se a coluna de $|R_i - R_j|$ dos confrontos, nas comparações múltiplas, percebe-se que os resultados de S_1 "versus" S_5 e S_2 "versus" S_4 , encontram-se bem próximos do valor de Δ (diferença mínima significativa).

5.3.2 - Propriedades não dimensionais

Pela observação das Figuras 12 a 16 e da Tabela 14, nota-se uma heterogeneidade no que se refere às propriedades não dimensionais das bacias hidrográficas, dentro de cada unidade de solo. A forma aproximada das bacias variou bastante para as amostras, tendendo a uma maior semelhança nas unidades Vapamirim e Canfilito. Quanto à simetria das vertentes, a tendência geral foi a ocorrência de assimetria, à exceção da unidade Vapamirim.

Autores como FRANÇA (1968), MARCHETTI (1969), VASQUES (1972), POLITANO (1980) e LEÃO (1983), concordam que, geralmente, a simetria das vertentes não apresenta diferenças entre os solos estudados.

5.4 - Análise das Redes de Drenagem

5.4.1 - Composição das redes de drenagem

5.4.1.1 - Análise do número de segmentos de rios

Os resultados apresentados na Tabela 16 mostram que os parâmetros "número de segmentos de rios de primeira ordem" e "número total de segmentos de rios" refletem diferenças entre as unidades de solo Pariqüera e Vapamirim.

Segundo a Lei de Horton modificada por Strahler, os números de segmentos de rios de cada ordem de ramificação formam uma série geométrica inversa àquela do número de ordem. Os resultados obtidos, apresentados na Tabela 16, confirmam esta lei, concordando com HORTON (1945), STRAHLER (1952) e com aqueles que estudaram a sua aplicação em solos, como FRANÇA (1968), MARCHETTI (1969) e outros.

O número total e o número de segmentos de rios de primeira e segunda ordens, apresentaram tendência geral a diminuir, da unidade Pariquêra à Vapamirim, com a unidade Canfilito apresentando valores novamente bem próximos aos da unidade Arataca, o que discorda das observações de HORTON (1945) e de LUEDER (1959). Segundo estes autores, o número de rios aumenta em proporção inversa ao valor absoluto da relação infiltração/deflúvio ou, sob outro aspecto, na razão direta da erodibilidade das unidades de solo.

Há que se considerar dois aspectos na análise desses resultados. Em primeiro lugar, tratam-se de unidades de solo cujas bacias hidrográficas são bastante contrastantes em relação às dimensões de suas superfícies; enquanto as bacias da unidade Pariquêra apresentam um valor médio de área igual a $1,107 \text{ km}^2$, as da unidade Vapamirim apresentam o valor de $0,137 \text{ km}^2$. Em segundo lugar é neces-

sario levar em consideração que a região do Ribeira apresenta uma pluviosidade relativamente elevada, como mostram a Tabela 3 e a Figura 2, com maior concentração nos meses de verão, colaborando para a formação de uma rede de drenagem superficial, no geral mais densa que aquelas ocorrentes no restante do Estado de São Paulo.

A aplicação do teste de Kruskal-Wallis e das Comparações Múltiplas aos dados de número total de segmentos de rios, que compõem a Tabela 17, trouxe como resultado a possibilidade de diferenciação, a uma taxa de 6% de erro experimental, entre as unidades Pariquêra e Vapamirim. O mesmo aconteceu quanto ao parâmetro "número de segmentos de rios de primeira ordem". Já para o número de segmentos de rios de segunda ordem, ao nível de 6% de probabilidade, a estatística empregada não permitiu diferenciação entre os solos estudados.

5.4.1.2 - Análise do comprimento dos segmentos de rios

A mesma tendência observada com relação ao parâmetro "número de segmentos de rios", aparece também em "comprimentos dos segmentos de rios", ou seja, uma diminuição nos valores, tanto dos comprimentos totais como dos comprimentos

mentos de segmentos de rios de cada ordem, da unidade Pariquera para a Vapamirim, com valores intermediários para as unidades Taquaruçu, Arataca e Canfilito, o que é constatado pelo exame dos dados da Tabela 18. Essa tendência geral dos dados, para o caso específico dos solos estudados, discorda da observação de CARVALHO (1977), para quem o comprimento total de rios é um parâmetro que, isolado, não reflete as condições hidrológicas das unidades de solo.

Os resultados da análise estatística para esses dados (Tabela 19) mostraram que, ao nível de 6% de probabilidade, é possível diferenciar-se as unidades Pariquera e Vapamirim. Nota-se também que, no caso do comprimento total dos segmentos de rios de primeira ordem, as diferenças $|R_i - R_j|$ para os confrontos S_1 "versus" S_3 e S_2 "versus" S_4 , apresentaram resultados muito próximos ao valor Δ (diferença mínima significativa).

Os comprimentos médios de segmentos de rios em cada ordem de ramificação, apresentados na Tabela 20 e a respectiva análise estatística (Tabela 21), mostram resultado interessante no caso do comprimento médio dos segmentos de rios de primeira ordem, onde, ao nível de 6% de probabilidade, não houve diferenciação estatística entre as cinco unidades de solo. Isso parece confirmar a importância, na formação da rede de drenagem local, do fa-

tor clima, através da precipitação relativamente elevada e sua concentração maior em determinada época do ano, concordando com a observação de RAMALHO e HAUSEN (1975) a respeito da atuação do clima sobre a rede de drenagem.

5.4.2 - Características do padrão de drenagem

5.4.2.1 - Características descritivas

As características descritivas dos padrões de drenagem, apresentadas na Tabela 22, apresentaram valor limitado na distinção entre as unidades de solo, pois, como cita MANECHINI (1981), as mesmas são estabelecidas por critério comparativo, passível de interpretações subjetivas, concordando com HORTON (1945), STRAHLER (1957), FRANÇA (1968) e vários outros autores.

A maior diferenciação entre as unidades de solo, com respeito às características descritivas, foi observada pelo baixo grau de integração para a unidade Pariqüera e integrado para as demais unidades; na densidade, média para a unidade Pariqüera e alta para as demais; nos ângulos de junção, retos e obtusos para a unidade Pariqüera, retos e agudos para as unidades Taquaruçu e Canfilito, e agudos para as unidades Arataca e Vapamirim; e no tipo

ou modelo, sub-paralelo para as unidades Pariqüera e Taquaruçu e dendrítico para as restantes.

Com relação às demais características (grau de uniformidade, orientação, angularidade e grau de controle) não houve distinção entre as unidades de solo estudadas.

Embora de valor relativo, a caracterização descritiva do padrão de drenagem, auxiliou na interpretação do comportamento hidrológico das unidades de solo, fornecendo indícios quanto à relação infiltração/deflúvio, principalmente através das características grau de integração, densidade e tipo ou modelo.

5.4.2.2 - Características quantitativas

A subjetividade, inerente à caracterização descritiva do padrão de drenagem, é contornada pela análise de características quantitativas do padrão. Com base na objetividade, a caracterização quantitativa foi efetuada através da análise dos índices densidade de drenagem, frequência de rios, comprimento médio dos canais de drenagem superficial, razão de textura e razão de textura média. Pelo valor obtido para o índice razão de textura média, foi

ainda possível classificar a textura topográfica, conforme adaptação de FRANÇA (1968) da classificação de SMITH(1950).

Na fotointerpretação aplicada a solos, vários autores, dentre eles FRANÇA (1968), MARCHETTI (1969), FADEL (1972), VASQUES FILHO (1972), LEÃO (1973), SOUZA (1975), FREIRE (1977) e outros, trabalhando com solos ao nível de série e com bacias hidrográficas, geralmente de terceira ordem, demonstraram que nessas condições as características quantitativas do padrão de drenagem mostraram-se consistentes na diferenciação entre os solos, refletindo a influência do fator solo no desenvolvimento das redes de drenagem.

Pela observação dos resultados apresentados na Tabela 23, verifica-se que os parâmetros estudados permitem a diferenciação entre as cinco unidades de solo, sendo nítida essa diferenciação no caso do índice 'frequência de rios, seguido da densidade de drenagem, concordando com autores como FADEL (1972), LEÃO (1973), SOUZA (1975), CARVALHO (1977) e GUIMARÃES (1984).

A frequência de rios, relacionando o número total de segmentos de rios com a área da bacia, mostrou-se um índice consistente, evidenciando a diferença entre as unidades de solo estudadas. O mesmo ocorre, porém em menor proporção, com o índice densidade de drenagem, que relacio

na o comprimento total de segmentos de rios com a área da bacia hidrográfica. Os resultados obtidos concordam com a sugestão de HORTON (1945), no sentido de se utilizarem a frequência de rios e a densidade de drenagem com a finalidade de caracterizar quantitativamente as redes de drenagem de bacias hidrográficas, pois estes dois índices relacionam elementos de composição da rede (comprimento total e número de segmentos de rios) à área da bacia.

Os valores de densidade de drenagem refletiram bem a resistência dos solos à erosão, como observou CARVALHO (1977). Esse índice variou de um valor igual a 4,450 para a unidade Pariqüera (LAa), solo muito profundo, em relevo suave ondulado, com alta resistência à erosão, a um valor igual a 7,702 para a unidade Canfilito (Ca-2), solo raso ou pouco profundo, em relevo forte ondulado a montanhoso, com baixa resistência à erosão. O valor relativamente elevado (7,721) de densidade de drenagem observado na unidade Vapamirim (PVa), provavelmente seja decorrência de seu horizonte B textural, aliado ao relevo ondulado, o que lhe confere uma drenagem interna lenta e uma drenagem externa rápida. As unidades Taquaruçu (PVLa-1) e Arataca (PVLa-2) apresentaram valores intermediários de densidade de drenagem, respectivamente 5,357 e 5,956.

Os valores obtidos para os índices razão de textura, razão de textura média e comprimento médio dos ca nais de drenagem superficial, quando observados de modo glo bal, também permitem diferenciação entre as cinco unidades de solo. Quando, porém, a textura topográfica foi classifi cada, a partir dos valores de razão de textura média, não houve diferenciação entre os solos, com todas as unidades enquadrando-se na classe de textura média.

Os resultados do teste de Kruskal-Wallis e das Comparações Múltiplas aplicados aos dados referentes às características quantitativas do padrão de drenagem (Tabela 24) continuaram, à semelhança do ocorrido com outros pa râmetros analisados, a acusar diferenças estatisticamente significativas, ao nível de 6% de probabilidade, entre as unidades Pariqüera (LAa) e Vapamirim (PVa), solos morfogeneticamente distintos. Para o índice densidade de drenagem, a unidade Pariqüera diferiu estatisticamente das unidades Vapamirim e Canfilito, ambas semelhantes no que se refere a resistência à erosão.

6. CONCLUSÕES

Considerando-se os objetivos deste trabalho, as condições específicas sob as quais foi conduzido e a metodologia utilizada, os resultados obtidos permitiram as seguintes conclusões:

- o processo de seleção das bacias hidrográficas empregado neste trabalho mostrou-se eficiente, conferindo boa homogeneidade e representatividade às unidades amostrais, o que foi confirmado pelos resultados do teste de semelhança geométrica;
- a análise das propriedades dimensionais das bacias hidrográficas acusou diferenças entre os solos estudados, à exceção das unidades Arataca (PVL_a-2) e Can-

filito (Ca-2), que apresentaram valores médios, para os parâmetros analisados, muito próximos entre si;

- as propriedades não dimensionais das bacias hidrográficas não foram eficientes na distinção entre as unidades de solo estudadas, pois mostraram uma heterogeneidade generalizada quanto à forma das bacias e uma tendência à assimetria das vertentes;
- a análise dos elementos ligados à composição das redes de drenagem, no geral mostrou valores contrastantes para as unidades Pariquêra (LAa) e Vapamirim (PVa), com valores intermediários para as unidades Taquaruçu (PVL a-1), Arataca (PVL a-2) e Canfilito (Ca-2);
- alguma diferenciação entre as unidades de solo, com respeito às características descritivas do padrão de drenagem, foi observada no grau de integração, na densidade, nos ângulos de junção e no tipo ou modelo do padrão;
- o índice frequência de rios, seguido da densidade de drenagem, foi altamente eficiente na distinção entre as cinco unidades de solo estudadas;

- os valores de densidade de drenagem refletiram bem a resistência dos solos à erosão, sendo muito altos para os solos de baixa resistência, como o Vapamirim e o Canfilito; médios para o Pariqüera, que possui alta resistência à erosão; e altos para as unidades Taquaruçu e Arataca;
- a caracterização morfológica dos solos estudados foi útil na interpretação dos dados relativos às bacias hidrográficas e respectivas redes de drenagem;
- o emprego dos testes não-paramétricos de Kruskal-Wallis e das Comparações Múltiplas, foi eficiente na diferenciação entre os solos morfogeneticamente distintos, porém não o foi para solos semelhantes sob esse aspecto.

7. LITERATURA CITADA

- AB'SABER, A.N., 1960. Sensibilidade das Fotografias Aéreas em Zonas Tropicais Úmidas para Efeito de Fotointerpretação. Not. Geomorfol. Campinas, 3: 67-72.
- AMARAL, A.Z. e R. AUDI, 1972. Fotopedologia. In: MONIZ, A.C., coord., Elementos de Pedologia, EDUSP, p. 429-442.
- ANGULO FILHO, R., 1981. Variações de Características de Redes de Drenagem em Função das Fotografias Aéreas Verticais Obtidas em Épocas Diferentes. Piracicaba, ESALQ/USP, 128 p. [Dissertação de Mestrado].
- BOMBERGER, E.H. e H.W. DILL, 1960. Photo Interpretation in Agriculture. In: AMERICAN SOCIETY OF PHOTOGRAMMETRY. Manual of Photographic Interpretation. Washington, p. 561-632.
- BRINK, A.B.; J.A. MABBUTT; R. WEBSTER e P.H.T. BECKETT, 1966. Report of the Working Group on Land Classification and Data Storage. Mexe Rep. 940. Christchurch, Hants, 95 p.

- BURINGH, P., 1960. The Applications of Aerial Photographs in Soil Surveys. In: AMERICAN SOCIETY OF PHOTOGRAMMETRY. Manual of Photographic Interpretation. Washington, p. 633-66.
- CAMARGO, A.P.; H.S. PINTO; O. BRUNINI; M.J. PEDRO JR.; A.A. ORTOLANI e R.R. ALFONSI, 1974. Clima do Estado de São Paulo. In: SECRETARIA DE AGRICULTURA DO ESTADO DE SÃO PAULO. Zoneamento Agrícola do Estado de São Paulo. São Paulo, Vol. I, 170 p.
- CAMPOS, H., 1979. Estatística Experimental Não-Paramétrica. 3ª ed., Departamento de Matemática e Estatística, Piracicaba, ESALQ/USP. 343 p.
- CARVALHO, W.A., 1977. Fotointerpretação de Bacias Hidrográficas e Amostras Circulares de Redes de Drenagem de Solos com Horizonte B Textural. Piracicaba, ESALQ/USP, 126 p. [Tese de Doutorado].
- CHRISTIAN, C.S. e G.A. STEWART, 1968. Methodology of Integrated Surveys. Nat. Resour. Res., UNESCO, 6: 233-280.
- CHRISTOFOLETTI, A., 1969. Análise Morfométrica das Bacias Hidrográficas. Not. Geomorfol., Campinas, 9(18): 35-64.
- CHRISTOFOLETTI, A. e A.L. CESAR, 1978. Correlação Entre Densidade de Drenagem e Comprimento Médio de Canais em Bacias Hidrográficas. Ciência e Cultura. São Paulo, 5: 601-604.
- COLWELL, R.N., 1952. Photographic Interpretation for Civil Purposes. In: AMERICAN SOCIETY OF PHOTOGRAMMETRY. Manual of Photogrammetry. Washington, p. 535-602.

- COMISSÃO DE SOLOS, 1960. Levantamento de Reconhecimento dos Solos do Estado de São Paulo. Rio de Janeiro, Centro Nacional de Ensino e Pesquisas Agronômicas. 634 p. [Boletim nº 12].
- CRESWICK, W.J. e W.H. ROCKWELL, 1959. Applications of Aerial Photographic Techniques to Agricultural Surveys. In: Aerial Photographic Interpretation: Principles and Applications. New York, McGraw-Hill Ed., p. 373-385.
- DEMÉTRIO, V.A., 1977. Variação de Características de Redes de Drenagem em Função da Escala das Fotografias Aéreas Verticais. Piracicaba, ESALQ/USP, 107 p. [Dissertação de Mestrado].
- DUNBAR, R.A., 1959. Problems of Interpretation in Tropical Regions. In: Aerial Photographic Interpretation: Principles and Applications. New York, McGraw-Hill Ed., p. 426-427.
- FADEL, H., 1972. Fotointerpretação de Bacias e Redes de Drenagem de Três Séries de Solos da Fazenda Ipanema, Município de Araçoiaba da Serra - SP. Piracicaba, ESALQ/USP, 92 p. [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, 151 p. [Tese de Doutorado].

- FREIRE, J.C., 1977. Fotointerpretação de Redes de Drenagem de Três Solos da Região de Alpinópolis, Minas Gerais. Piracicaba, ESALQ/USP, 136 p. [Tese de Doutorado].
- FREIRE, O. e J.E.S. PESSOTTI, 1974. Erodibilidade dos Solos do Estado de São Paulo. Anais da E.S.A. "Luiz de Queiroz". Piracicaba, 31: 333-350.
- FROST, R.E., 1960. Photointerpretation of Soil. In: AMERICAN SOCIETY OF PHOTOGRAMMETRY. Manual of Photographic Interpretation. Washington, p. 343-402.
- GEVAERD, I., 1974. Parâmetros Fotoanalíticos de Três Unidades de Solo da Região Nordeste Paranaense. Piracicaba, ESALQ/USP, 110 p. [Dissertação de Mestrado].
- GOOSEN, D., 1967. Aerial Photo Interpretation in Soil Survey. Food and Agriculture Organization of The United Nations, Roma, 55 p. [Soil Bulletin n. 6].
- GUIMARÃES, M.F., 1984. Evolução do Relevo e do Padrão de Drenagem em Solos Provenientes de Rochas Eruptivas Básicas. Piracicaba, ESALQ/USP, 102 p. [Dissertação de Mestrado].
- HORTON, R.E., 1945. Erosional Development of Streams and Their Drainage Basins: Hydrophysical Approach to Quantitative Morphology. Bul. Geol. Soc. Amer., 56: 275-370.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA, 1974. Folha Topogrãfica de Pariqüera-Açu. Superintendência de Cartografia, São Paulo. Escala 1:50.000

LEÃO, S.R.F., 1973. Interpretação Fotográfica dos Padrões de Drenagem Desenvolvidos em Dois Solos do Distrito Federal. Piracicaba, ESALQ/USP, 110 p. [Dissertação de Mestrado].

LEÃO, S.R.F., 1983. Interpretação Fotográfica de Características do Relevo e da Rede de Drenagem em Dois Solos do Distrito Federal. Piracicaba, ESALQ/USP, 166 p. [Tese de Doutorado].

LEPSCH, I.F., 1985. O Inventário de Solos como Base ao Planejamento Racional do Uso da Terra. In: FUNDAÇÃO CARGILL (Ed.). Aspectos de Manejo do Solo. Campinas, p. 1-42.

LUEDER, D.R., 1959. Aerial Photographic Interpretation: Principles and Applications. New York, McGraw-Hill Ed., 462 p.

MANECHINI, C., 1981. Utilização de Fotografias Aéreas na Comparação de Sistemas de Amostragem e Estudo das Redes de Drenagem de Três Solos da Região de Tambaú - SP. Piracicaba, ESALQ/USP, 133 p. [Dissertação de Mestrado].

MARCHETTI, D.A.B., 1969. Fotointerpretação de Atributos de Relevo Aplicada a Solos da Região de Piracicaba. Piracicaba, ESALQ/USP, 58 p. [Tese de Doutorado].

MELFI, A.J.; I. BITTENCOURT e U.G. CORDANI, 1965. Reconhecimento Foto geológico de Parte do Grupo Açungui. Brágentia. Campinas, 24: 447-474.

- MILLER, V.C. e C.F. MILLER, 1961. Photogeology. New York, McGraw-Hill Ed., 248 p.
- MORGENTAL, A. e F. BATOLLA JR., 1974. Mapa Geológico. In: PROJETO SUDELPA, Relatório Final - Geologia. Folha Pariçüera-Açu. São Paulo, Companhia de Pesquisas de Recursos Minerais (Escala 1:50.000). Vol. III - Anexo III - Parte II.
- MORGENTAL, A.; F. BATOLLA JR.; G.G. PINTO; I.P. PAIVA e J. B.C. DRUMOND, 1975. Relatório Final - Geologia. PROJETO SUDELPA. São Paulo, Companhia de Pesquisas de Recursos Minerais. Vol. I, 707 p.
- NOGUEIRA, F.P., 1979. Utilização de Fotografias Aéreas em Três Escalas no Estudo de Redes de Drenagem em Diferentes Unidades de Solo. Piracicaba, ESALQ/USP, 110 p. [Dissertação de Mestrado].
- PARVIS, M., 1950. Drainage Pattern Significance in Airphoto Identification of Soils and Bedrocks. Photogram.Eng. Washington, 16(3): 387-408.
- PFEIFER, R.M., 1984. Fotointerpretação de Bacias Hidrográficas e Amostras Circulares de Redes de Drenagem dos Solos do Parque Estadual da Ilha do Cardoso (SP). Piracicaba, ESALQ/USP, 90 p. [Dissertação de Mestrado].
- POLITANO, W., 1980. Estudo Fotointerpretativo Sobre a Morfometria das Áreas de Dois Solos Podzólicos Vermelho-Amarelos. Piracicaba, ESALQ/USP, 169 p. [Tese de Doutorado].

- PRESSINOTTI, P.C. e M.M.N. PRESSINOTTI, 1980. Contribuição à Geologia dos Arredores de Registro, SP. Rev. IG. São Paulo, 1(2): 5-24.
- RABBEN, E.L., 1960. Fundamentals of Photo-Interpretation. In: AMERICAN SOCIETY OF PHOTOGRAMMETRY. Manual of Photographic Interpretation. Washington, p. 99-186.
- RAMALHO, R., 1974. Mapa Geomorfológico. In: PROJETO SUDELPA, Relatório Final - Geomorfologia. Folha Pariquera-Açu. São Paulo, Companhia de Pesquisas de Recursos Minerais (Escala 1:50.000). Vol. XIV - Anexo VIII - Parte II.
- RAMALHO, R. e J.E.P. HAUSEN, 1975. Relatório Final - Geomorfologia. PROJETO SUDELPA. São Paulo, Companhia de Pesquisas de Recursos Minerais. Vol. XII, 105 p.
- RAY, R.G. e W.A. FISCHER, 1960. Quantitative Photography: A Geologic Research Tool. Photogram. Eng. Washington, 26(1): 143-150.
- RICCI, M. e S. PETRI, 1965. Princípios de Aerofotogrametria e Interpretação Geológica. São Paulo, Ed. Nacional, São Paulo, Ed. Nacional, 226 p.
- ROURKE, J.D. e M.E. AUSTIN, 1951. The Use of Airphotos for Soil Classification and Mapping in the Field. Photogram. Eng. Washington, 17: 738-741.

- SAKAI, E.; I.F. LEPSCH e A.Z. AMARAL, 1983. Carta de Solos da Folha 24°15' - 24°45'S e 47°30' - 48°00' W (Registro, Juquiã, Pariqüera-Açu e Iguape). Levantamento Pedológico de Reconhecimento - Semidetalhado da Região do Rio Ribeira do Iguape no Estado de São Paulo. Secret.de Agric. e Abast. do Est. de São Paulo; Coord. da Pesq. Agropec.; Inst. Agron., Seção de Pedologia e Est. Exp. de Pariqüera-Açu. Escala 1:100.000
- SAKAI, E. e I.F. LEPSCH, 1984. Levantamento Pedológico Detalhado da Estação Experimental de Pariqüera-Açu, SP. B. Técn. Inst. Agron. Campinas, 83 p.
- SILVA, L.C.F., 1977. Fotointerpretação de Redes de Drenagem de Dois Solos do Município de São Pedro (SP). Piracicaba, ESALQ/USP, 114 p. [Dissertação de Mestrado].
- SIMONSON, R.W., 1950. Use of Aerial Photographs in Soil Surveys. Photogram. Eng. Washington, 16: 308-315.
- SMITH, K.G., 1950. Standards for Grading Texture of Erosional Topography. Amer. J. Sci., 248: 655-668.
- SMITH, G.D. e H.R. AANDAHL, 1957. Soil Classification and Surveys. In: UNITED STATE DEPARTMENT OF AGRICULTURE. Soil. Washington, p. 396-400.
- SOIL SURVEY STAFF, 1951. Soil Survey Manual. United States Department of Agriculture. Washington. 503 p. (Handbook 18).

- SOUZA, M.L.P., 1975. Fotointerpretação de 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., 1952. Hypsometric (Area-Altitude) Analysis of Erosional Topography. Bull. Geol. Soc. Amer. Colorado, 63: 1117-1142.
- STRAHLER, A.N., 1957. Quantitative Analysis of Watershed Geomorphology. Trans. Am. Geophys. Un. New Haven, 38: 913-920.
- SUGUIO, K. e J.J. BIGARELLA, 1979. Ambientes de Sedimentação: sua Interpretação e Importância - Ambiente Fluvial. Ed. da Univ. Fed. do Paraná, Associação de Defesa e Educação Ambiental, Curitiba, 183 p.
- SUMMERSON, C.H., 1954. A Philosophy for Photointerpreters. Photogram. Eng. Washington, 20: 396-397.
- TIÉ-BI-YOUAN, M., 1980. Sols Ferrallitiques de La Vallée du Ribeira de Iguape (SP) - Caracterisation et Problemes de Classification. Inst. de Geociências (USP), São Paulo-Inst. Agrônômico de Campinas (IAC), Campinas, 85 p. [Relatório de Estágio].
- TIÉ-BI-YOUAN, M.; E. SAKAI; I.F. LEPSCH e A. CHAUVEL, 1983. Caracterização e Classificação de Solos da Formação Pariquera-Açu (SP). Rev. bras. Ci. Solo. Campinas, 7: 183-190.

VALÉRIO FILHO, M.; J.C.N. EPIPHANIO e A.R. FORMAGGIO, 1981. Metodologia de Interpretação de Dados de Sensoriamento Remoto e Aplicações em Pedologia. São José dos Campos, INPE, 51 p. [INPE-2211-MD/008].

VASQUES FILHO, J., 1972. Critérios Morfométricos Aplicados à Fotointerpretação de Redes de Drenagem em Três Unidades de Solo no Município de Piracicaba (SP). Piracicaba, ESALQ/USP, 113 p. [Tese de Doutorado].

A P P E N D I C E

Neste Apêndice estão inseridas, através das Figuras 1 a 6, as representações gráficas das bacias de terceira ordem de ramificação de cada unidade de solo em estudo neste trabalho que, através do processo utilizado de seleção de amostras representativas, foram descartadas.

As Tabelas 1 a 5 contêm os valores dos parâmetros utilizados na seleção das amostras para cada unidade de solo, para as bacias representadas nas Figuras 1 a 6.

Figura 1 - Bacias hidrográficas rejeitadas no processo de seleção das amostras (unidade Paríquera - LAa).

Escala aproximada 1:25.000.

Figura 2 - Bacias hidrográficas rejeitadas no processo de seleção das amostras (unidade Taquaruçu - PVLa-1).

Escala aproximada 1:25.000.

Figura 3 - Bacias hidrográficas rejeitadas no processo de seleção das amostras (unidade

Arataca - PVL a-2).

Escala aproximada 1:25.000.

Figura 4 - Bacias hidrográficas rejeitadas no processo de seleção das amostras (unidade Vapamirim - PVa).

Escala aproximada 1:25.000.

Figura 5 - Bacias hidrográficas rejeitadas no processo de seleção das amostras (unidade Canfilito - Ca-2).

Escala aproximada 1:25.000.

Figura 6 - Bacias hidrográficas rejeitadas no processo de seleção das amostras (unidade Canfilito - Ca-2).

Escala aproximada 1:25.000.

Tabela 1 - Valores dos parâmetros utilizados no processo de seleção das amostras, para bacias descartadas ocorrentes na unidade Paríquera (LAa).

BACIA Nº	P A R Â M E T R O S							
	MC (km)	ML (km)	P (km)	CRP (km)	CTR (km)	A (km ²)	Nw1	Lw1 (km)
1	2,234	0,857	5,975	2,500	5,425	1,372	14	2,775
2	1,807	0,841	4,475	1,475	3,225	0,844	9	1,050
3	1,661	0,757	4,225	1,800	4,175	0,909	12	2,000

Tabela 2 - Valores dos parâmetros utilizados no processo de seleção das amostras, para bacias descartadas ocorrentes na unidade Taquaruçu (PVL a-1).

BACIA Nº	P A R Â M E T R O S							
	MC (km)	ML (km)	P (km)	CRP (km)	CTR (km)	A (km ²)	Nw1	Lw1 (km)
1	0,797	0,875	2,825	0,887	2,112	0,409	6	0,950
2	1,458	1,167	4,375	1,600	4,312	1,072	12	1,550
3	0,834	1,090	3,000	0,775	2,337	0,562	6	1,375
4	1,797	0,745	4,500	1,787	4,262	0,816	12	2,000
5	1,268	1,110	4,000	1,400	4,025	0,759	10	2,175

Tabela 3 - Valores dos parâmetros utilizados no processo de seleção das amostras, para as bacias descartadas ocorrentes na unidade Arataca (PVL a-2).

BAC IA Nº	P A R Â M E T R O S							
	MC (km)	ML (km)	P (km)	CRP (km)	C TR (km)	A (km ²)	Nw1	Lw1 (km)
1	0,890	0,616	2,450	0,800	1,975	0,337	7	1,000
2	0,578	0,478	1,875	0,512	1,250	0,206	6	0,500
3	0,606	0,562	1,775	0,475	1,275	0,237	6	0,700
4	0,787	0,722	2,400	0,750	2,525	0,412	10	1,475
5	0,678	0,505	1,812	0,650	1,400	0,212	4	0,625
6	0,842	0,900	2,750	0,750	2,500	0,481	9	1,025
7	1,060	0,602	2,700	1,025	2,775	0,400	10	1,250
8	0,722	0,772	2,550	0,375	2,025	0,344	7	1,200

Tabela 4 - Valores dos parâmetros utilizado no processo de seleção das amostras, para as bacias descartadas ocorrentes na unidade Vapamirim (PVA).

BAC IA Nº	P A R Â M E T R O S							
	MC (km)	ML (km)	P (km)	CRP (km)	C TR (km)	A (km ²)	Nw1	Lw1 (km)
1	0,671	0,368	1,562	0,550	1,062	0,181	7	0,475
2	0,644	0,460	1,800	0,587	1,087	0,175	5	0,575
3	0,841	0,559	2,262	0,750	1,700	0,294	7	0,800
4	0,783	0,450	2,012	0,737	1,550	0,231	8	0,750
5	0,692	0,425	1,750	0,675	1,125	0,162	4	0,175
6	0,711	0,860	2,525	0,700	1,462	0,269	6	0,625
7	0,542	0,273	1,250	0,512	0,975	0,100	6	0,500
8	0,812	0,400	2,250	0,712	1,712	0,250	8	0,775
9	0,800	0,407	2,037	0,762	1,312	0,219	7	0,550
10	0,989	0,448	2,500	0,975	1,737	0,272	7	0,800
11	0,507	0,459	1,500	0,500	1,312	0,156	10	0,725
12	0,517	0,602	1,700	0,500	1,500	0,187	7	0,650
13	0,443	0,435	1,250	0,475	1,000	0,125	6	0,525
14	0,364	0,231	0,975	0,262	0,487	0,062	5	0,275

Tabela 5 - Valores dos parâmetros utilizados no processo de seleção das amostras, para as bacias descartadas ocorrentes na unidade Canfilito (Ca-2).

BACIA Nº	P A R Â M E T R O S							
	MC (km)	ML (km)	P (km)	CRP (km)	CTR (km)	A (km ²)	Nw1	Lw1 (km)
1	0,795	0,314	2,025	0,762	1,237	0,225	6	0,300
2	0,772	0,428	1,987	0,762	1,500	0,206	7	0,400
3	0,827	0,389	2,212	0,875	1,575	0,187	5	0,500
4	0,931	0,311	2,250	0,937	1,650	0,217	6	0,500
5	0,938	0,364	2,037	0,925	1,287	0,206	4	0,250
6	0,887	0,530	2,362	0,787	2,500	0,325	16	0,950
7	0,418	0,596	1,650	0,425	1,162	0,154	6	0,400
8	0,675	0,579	2,025	0,700	2,237	0,242	14	0,800
9	0,875	0,700	2,537	0,850	2,375	0,400	10	0,775
10	1,152	0,451	2,775	1,112	2,675	0,369	15	1,325
11	1,335	0,722	3,450	1,250	3,187	0,556	12	1,750
12	0,651	0,378	1,687	0,575	1,062	0,171	5	0,475
13	1,044	1,038	3,250	0,937	3,262	0,550	9	1,075
14	1,274	0,508	3,525	1,312	2,250	0,533	9	0,775
15	1,732	1,009	4,512	1,987	6,125	1,081	20	2,250
16	1,218	0,965	3,625	1,175	4,687	0,756	18	2,000
17	0,733	0,520	2,512	0,625	2,125	0,366	8	0,975
18	0,789	0,458	2,175	0,825	1,712	0,285	10	0,525
19	1,051	0,420	2,487	1,025	1,775	0,308	5	0,700