

FOTOINTERPRETAÇÃO DE AMOSTRAS CIRCULARES NO ESTUDO DA DISTRIBUIÇÃO DOS SOLOS DA BACIA HIDROGRÁFICA DO GUARATUBA, SP-BRASIL*

Marcio ROSSI**

José Pereira de QUEIROZ NETO***

RESUMO

Objetivou-se testar a técnica da interpretação de amostras circulares da rede de drenagem na identificação de unidades de solo utilizando-a para precisar a caracterização e o mapeamento, em áreas do complexo Serra do Mar, escarpadas, com farta rede de drenagem natural, densamente florestadas e de difícil acesso. A rede de drenagem foi levantada por fotointerpretação na escala aproximada de 1:25.000, confeccionando o mapa de drenagem, e elaboradas 48 amostras de 50 ha, distribuídas pelo planalto, escarpa e planície litorânea na bacia do rio Guaratuba. Verificou-se que a rede de drenagem só é suficiente para definir grandes associações de solos, se forem observadas condições semelhantes de geologia e morfologia da área, definindo melhor subcompartimentos morfológicos e indicando de maneira generalizada, as formações geológicas. O número de rios e os índices correlatos refletem melhor as características de profundidade e textura do solo, individualizando agrupamentos de solos, enquanto os índices baseados no comprimento não separam categorias distintas. A aplicação da análise estatística de agrupamento nos índices número e comprimento de rios, formas de relevo, declive e geologia, permitiu agrupar amostras circulares que representam unidades de mapeamento de solos nos diferentes subcompartimentos, tornando-se um procedimento para confirmação desses mapeamentos. A técnica aplicada mostrou-se menos precisa do que na bacia sedimentar do rio Paraná, possivelmente devido ao material de origem associado ao relevo mais movimentado e pelas condições de umidade mais elevadas, persistentes na região pelo menos durante o Pleistoceno Superior: esses fatos são responsáveis por um desequilíbrio hídrico permanente nos solos, causando uma indistinção dos perfis em relação à classificação, e suas variações parecem acompanhar de perto, as variações litológicas. Considerando-se as condições locais, amostras de 0,5 km² da rede de drenagem foram interessantes para reconhecimento de agrupamentos de solos, porém, a inclusão dos outros elementos como índices para o agrupamento melhoram sensivelmente os resultados.

Palavras-chave: fotointerpretação; pedologia; amostra circular; rede de drenagem.

ABSTRACT

The study aims to test the technique of circular sampling the drainage network for identifying soil mapping units in the Serra do Mar complex, which corresponds to very steep areas, with dense drainage, and heavily forested areas, with difficult access. It was used the drainage system photo interpretation, scale 1:25,000, produced drainage map, and elaborated 48 circular samples of 50 ha each, distributed in the highlands, mountains and coastal plan compartments in the Guaratuba watershed. The circular sampling study concluded that the drainage pattern indicates the great soil association if geological and morphological conditions were observed and indicates better morphological subcompartments than predominant geological formations, in general. Whereas the number of rivers and its associated indexes indicate the deep and texture soils discriminating the soil groups than length of rivers index do not discriminated. The statistics of the number of river, river length, relief and geology indexes were more efficient in discriminating the soil groups in the subcompartments, grouping samples with the same soil associations, easing therefore the mapping work. The technique of circular samples in these conditions showed lesser precision than Paraná river watershed owing constant humid conditions of soils in the time that present permanent hydric unbalance. These conditions cause uncertain soil classification. Thus the soil variations showed lithologic variations. In the local conditions, circular samples of 0.5 km² are interesting to recognize soil groups, but the result with insertion of the others elements is better to group soil units and mapping.

Key words: photo interpretation; pedology; circular sample; drainage net.

(*) Parte de tese de doutorado do primeiro autor, apresentada à FFLCH-USP-Departamento de Geografia, em 07/06/99; apresentado em parte no XIII Congresso Latino Americano de Ciência do Solo, realizado em Águas de Lindóia, SP, no período de 04 a 08 de agosto de 1996. Aceito para publicação em maio de 2001.

(**) Instituto Agronômico, Caixa Postal 28, 13001-970, Campinas, SP, Brasil.

(***) FFLCH-USP, Caixa Postal 8105, 05508-000, São Paulo, SP, Brasil.

1 INTRODUÇÃO

A bacia do rio Guaratuba, situa-se na porção da Serra do Mar denominada Serra de Guaratuba no Estado de São Paulo. Localiza-se no litoral santista, entre as coordenadas 45°47'43" e 45°55'56" de Longitude Oeste e 23°38'37" e 23°46'12" de Latitude Sul (FIGURA 1). Compõe parte do Parque Estadual da Serra do Mar, área de preservação permanente que, por suas características do meio físico, oferece difícil acesso.

Trata-se de bacia hidrográfica cujas nascentes estão no reverso da Serra, sobre formações gnáissicas. Seu curso médio atravessa a escarpa, grande acidente topográfico com um desnível de 900 - 1000 m, declividades superiores a 12°, em saltos e cachoeiras sobre granitos. O baixo curso desenvolve-se na planície litorânea, composta por feixes de restinga, depósitos arenosos de origem marinha, depósitos fluviais, mistos e manguezais (Rossi, 1999).

A vegetação dominante é a Floresta Tropical Densa, sempre verde, conhecida por Mata Atlântica, que ocupa a totalidade do planalto e escarpa, sendo que a planície litorânea foi ocupada por associações florestais de portes diversos, mata de restinga, e vegetação de mangue, parcialmente destruída e degradada, principalmente ao longo das praias e da estrada BR 101, único acesso a essa área.

A Serra do Mar, incluindo a bacia do Guaratuba é a região que apresenta os maiores índices pluviométricos do Estado de São Paulo, acima de 2000 mm/ano, sem estação seca definida, somente menos chuvosa, e temperatura média anual de 19° a 25°, com pequena variação sazonal.

Nessas condições de difícil acesso, com problemas de drenagem natural, relevo excessivamente íngreme e densamente florestadas objetivou-se testar a técnica de fotointerpretação da rede de drenagem por processos de amostragem circular para definir unidades ou sistemas pedológicos. Partiu-se da hipótese que as redes de drenagem refletem características dos materiais superficiais sobre os quais se desenvolvem (Pfeifer, 1984).

O uso de fotografias aéreas tem sido reconhecido como fundamental para a identificação e definição dos padrões de drenagem, além de ser freqüente seu uso em trabalhos de levantamentos e

utilização dos recursos naturais, dentre eles os solos, como mostra Pfeifer (1984 e 1995) em sua revisão. É vantajoso pela riqueza de detalhes que oferece, eliminando as dificuldades de acesso como as escarpas e regiões densamente florestadas, facultando uma visão tridimensional da paisagem como assinalado por Rossi *et al.* (1991a).

Vários estudos foram desenvolvidos com relação às técnicas fotointerpretativas, contribuindo para o entendimento desse procedimento. Desde Frost (1960), o emprego no estudo dos solos baseia-se na hipótese de que solos semelhantes possuem padrões de drenagem semelhantes. Essas técnicas permitem inferir graus de permeabilidade e profundidade, visto que uma rede de drenagem densa resulta de menor infiltração de água no solo e maior deflúvio; ao contrário, quanto mais profundo e permeável for o solo, menos densa será a rede de drenagem. Para Pfeifer (1984), as mudanças nas características qualitativas do padrão de drenagem refletem um controle geológico (litológico e/ou estrutural) e as modificações no padrão de drenagem ocorrem devido às características e profundidade do embasamento rochoso, do relevo e das propriedades pedogenéticas.

Segundo Pfeifer (1984), a descrição e a classificação de padrões de drenagem, podem ser correlacionadas à natureza dos solos e dos substratos rochosos e/ou à presença de estruturas geológicas. Rossi *et al.* (1991b) alcançaram resultados semelhantes aos de Pfeifer (1984), ao mostrarem a existência de diferenciação hidrológica entre unidades de solos, através da simples observação da rede de drenagem.

Aplicando metodologia de amostras circulares para o estudo de solos, França (1968), obteve resultados significativos para a densidade de drenagem, indicando como vantagens a eliminação da influência da área, que é constante, e a amostragem pode ser deslocada dentro da área de ocorrência de uma unidade de solo, buscando maior proporção e homogeneidade da unidade que é amostrada. Resultados similares foram obtidos por Marchetti (1969), Fadel (1972), Vasques Filho (1972), Leão (1972), Gevaerd (1974), Garcia (1975), Koffler (1976a), Freire (1977), Carvalho (1977), Politano (1980), Manechini (1981), Pfeifer (1984) e Rossi *et al.* (1991a, b).

ROSSI, M. & QUEIROZ NETO, J. P. de. Fotointerpretação de amostras circulares no estudo da distribuição dos solos da bacia hidrográfica do Guaratuba, SP-Brasil.

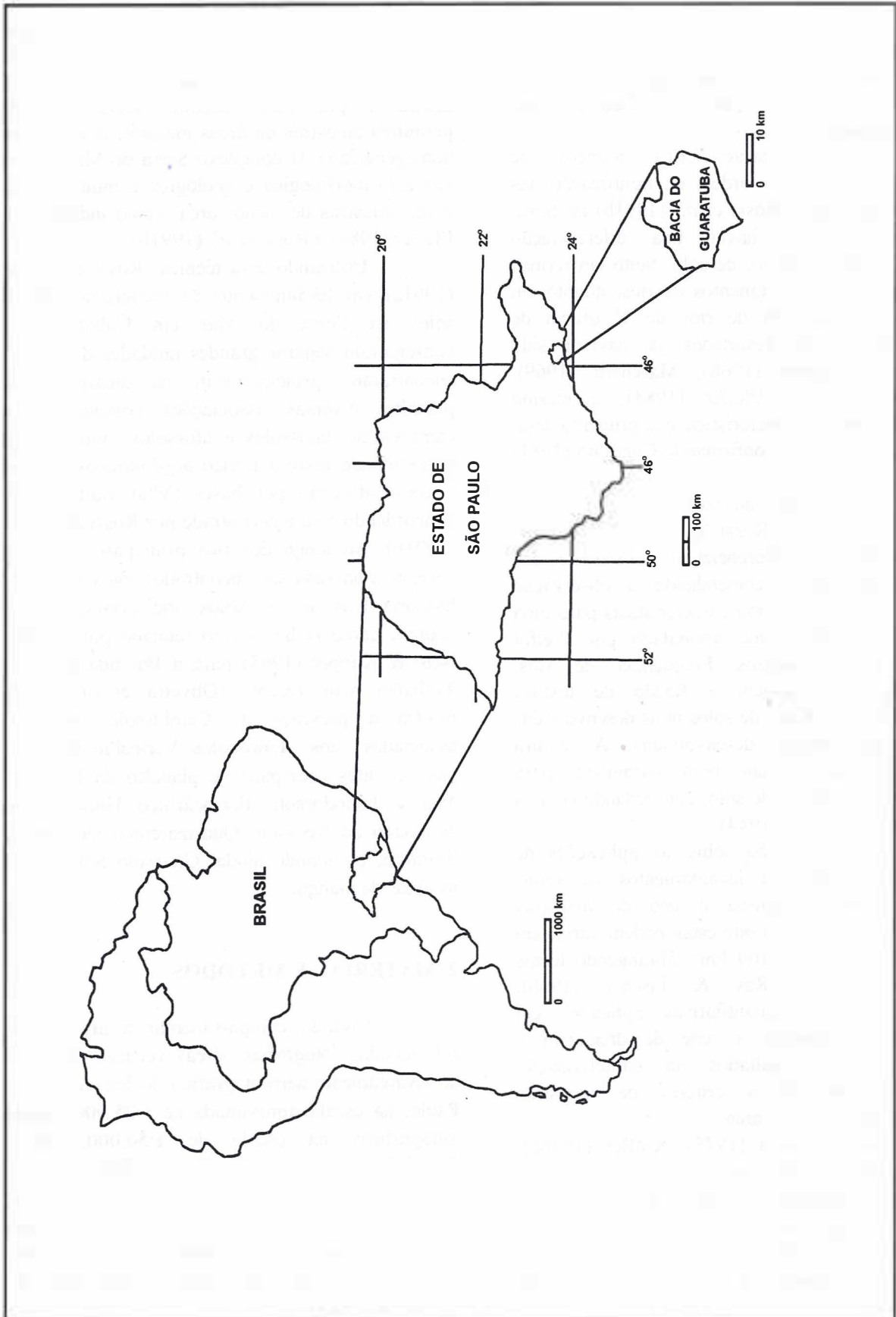


FIGURA 1- Mapa de localização da bacia hidrográfica do Guaratuba.

Utilizando amostras circulares na Serra do Mar, Rossi *et al.* (1991b) confirmam o estabelecimento de critérios quantitativos que permitem a separação de solos por fotointerpretação.

Para a característica número de segmentos de rios por ordem de ramificação nas amostras circulares, Rossi *et al.* (1991b) na Serra do Mar mostram haver boa diferenciação hidrológica das unidades de solo, tanto em termos de número total de segmentos de rios, quanto em número de segmentos de rios de 1^o ordem de ramificação. Esses resultados já haviam sido obtidos por França (1968), Marchetti (1969), Carvalho (1977) e Pfeifer (1984), o mesmo ocorrendo com a característica comprimento total de segmentos de rios, confirmando Carvalho (1981) e Pfeifer (1995).

Com relação ao comprimento médio de segmentos de rios, Rossi *et al.* (1991b) não conseguiram uma diferenciação consistente das unidades de solo, recomendando a observação conjunta desta com outras características para uma boa diferenciação, como assinalado por Pfeifer (1984). Os parâmetros Freqüência de rios, Densidade de drenagem e Razão de textura distinguem as unidades de solos mais desenvolvidas das unidades menos desenvolvidas. A textura topográfica não é um bom parâmetro para distinguir as unidades de solo, concordando com as afirmações de Pfeifer (1984).

Em publicação sobre as aplicações de fotografias aéreas em levantamentos de solos, Buringh (1960) salientou o uso de amostras circulares considerando que estas podem variar em área de 10 km² a 100 km², abrangendo locais mais homogêneos. Ray & Fischer (1960), utilizando análises quantitativas aplicadas em fotografias, estudaram a rede de drenagem e obtiveram bons resultados na caracterização litológica, adotando o critério de amostras circulares de 10 km² de área.

Porém, Souza (1975), Koffler (1976b), Freire (1977) e Politano (1980) propõem a utilização de amostras circulares de 5 km², para permitir abranger áreas mais homogêneas com melhor representação dos solos, principalmente quando a conformação da área limita amostras de maior tamanho.

A maioria dos estudos de amostragem circular da rede de drenagem no Brasil, foi aplicada em regiões de material originário de arenito e por vezes basalto. Esses materiais permitem amostras de áreas maiores, devido à sua homogeneidade. O complexo Serra do Mar, onde a variação morfológica e geológica é muito grande, exige amostras de menor área, como indicado por Pfeifer (1984) e Rossi *et al.* (1991b).

Utilizando essa técnica, Rossi & Pfeifer (1991a) em levantamento de reconhecimento de solos na Serra do Mar em Cubatão, SP, conseguiram separar grandes unidades de solos e encontraram, principalmente na escarpa e no planalto, diversas associações compostas por cambissolos, latossolos e litossolos, normalmente apresentando textura franco argilo-arenosa, álicos e com saturação por bases (V%) muito baixa, concordando com o encontrado por Rossi & Pfeifer (1991b). Ao longo dos rios principais, na baixa vertente e baixada são encontrados solos aluviais e hidromórficos e os solos indiscriminados de mangue como já havia sido relatado por Queiroz Neto & Küpper (1965) para a Baixada Santista. Trabalho mais recente (Oliveira *et al.*, 1999) mostra a presença de Cambissolos Háplicos associados aos Latossolos Vermelho-Amarelos nas vertentes escarpadas e planalto da Serra do Mar e Espodossolo Ferrocárbico Hidromórfico associado ao Neossolo Quartzarênico na planície litorânea, apontando ainda, Gleissolo Sálico para as áreas de mangue.

2 MATERIAL E MÉTODOS

Visando compartimentar a área foram selecionadas fotografias aéreas verticais de 1962 do levantamento aerofotográfico do Estado de São Paulo, na escala aproximada de 1:25.000; cartas topográficas na escala de 1:50.000, folhas SF23YDV1 e SF23YDV3 de Salesópolis e publicadas pelo IGG-SP em 1971; e, cartas topográficas na escala de 1:10.000, abrangendo parte do município de Santos, publicadas pelo GEGAN Sistema Cartográfico Metropolitano da Grande São Paulo de 1975.

ROSSI, M. & QUEIROZ NETO, J. P. de. Fotointerpretação de amostras circulares no estudo da distribuição dos solos da bacia hidrográfica do Guaratuba, SP-Brasil.

A seqüência de trabalhos teve como técnica principal a fotointerpretação visual de fotografias aéreas, para a identificação dos elementos componentes da paisagem. Esse procedimento é essencial, tendo em vista as dificuldades de acesso à área, além de agilizar e facilitar o mapeamento dos elementos da paisagem, porém sem dispensar os trabalhos de campo, no detalhamento e comprovações dos elementos fotointerpretados. Assim, foram elaborados mapas de geologia, solos, formas de relevo, declive, altimetria, drenagem e vegetação, que permitiram uma subcompartimentação da área, sinteticamente, apresentados nas TABELAS 1, 2 e 3.

A interpretação e análise da rede de drenagem na tentativa de separar padrões de drenagem relacionados aos diferentes tipos de solos, seguiu os conceitos propostos por Parvis (1950), Frost (1960) e França (1968).

Inicia-se a análise e interpretação de fotografias aéreas pelo registro dos elementos prontamente visíveis, como a rede de drenagem, o relevo e a cobertura vegetal. O relevo e a vegetação compartimentaram a área e balizaram a escolha da localização das amostras circulares. A elaboração do mapa da rede de drenagem permitiu interpretar seus diferentes padrões e, junto com os outros elementos, obter uma compartimentação da área.

A fotoidentificação baseou-se em elementos observáveis nas fotografias aéreas como cor, textura, tonalidade, forma, dimensão e convergência de evidências, confirmados com verificação e análise de campo, como proposto por Lueder (1959) e Spurr (1960). O reconhecimento das unidades geológicas teve o auxílio bibliográfico e cartográfico.

As amostras circulares, ao contrário do usual, representam áreas de 50 ha ($0,5 \text{ km}^2$), uma vez que anteriormente Rossi *et al.* (1991b) haviam encontrado dificuldade no ajuste de amostras de 500 ha (5 km^2) em estudos na Serra do Mar, devido à diversidade morfopedológica da área. A localização das amostras foi dirigida pela compartimentação preliminar e interpretação dos padrões de drenagem da área.

O controle dos resultados, foi efetuado por meio de reconhecimento dos solos em trabalhos de campo e por padrões que as próprias amostras representam, amparados pela caracterização clássica de laboratório.

2.1 Mapa da Rede de Drenagem

O mapa detalhado da rede de drenagem representa os cursos de água temporários e permanentes, como propõe Strahler (1957), além de depressões fechadas ou pequenas lagoas, elementos indicadores do grau de integração da rede de drenagem (Lueder, 1959). Este mapa serve de base para a definição das amostras circulares, que foram utilizadas para definir zonas homogêneas com sistemas ou associações de solos.

A partir das fotografias aéreas delineou-se os segmentos de rios e canais bem marcados traçando-os em papel transparente. Analisou-se as características descritivas do padrão de drenagem, avaliando a disposição dos traçados dos rios conforme Lueder (1959), incluindo o tipo segundo Parvis (1950). Desta forma, obteve-se um mapa na escala aproximada de 1:25.000, posteriormente ajustado e corrigido para a escala de 1:50.000 através de controle por carta topográfica e pontos referenciais.

2.2 Amostras Circulares

Como critérios para situar as amostras circulares utilizou-se o de similaridade de atributos, definidos nos compartimentos morfológicos, como o aspecto da drenagem (padrão, densidade, etc.) e do material de origem, buscando circunscrever áreas o mais homogêneas possível.

Os compartimentos planalto, escarpa e planície litorânea, foram subcompartimentados de acordo com o conjunto de formas de relevo. Em cada subcompartimento foram definidas três amostras circulares, com área de $0,5 \text{ km}^2$ (50 ha), totalizando 48 amostras, ou seja, 23 no planalto, 12 na escarpa e 13 na planície litorânea.

Para isso, elaborou-se uma máscara com a amostra circular de área definida, que foi colocada sobre o mapa da rede de drenagem, possibilitando a transferência dos canais e rios para o gabarito (amostra). Com os segmentos de rios delineados, iniciou-se as medições. Elaboram-se quantas amostras se julgar necessárias, sendo suas localizações dirigidas no mapa de drenagem.

TABELA 1 - Planilha dos elementos estudados (planalto).

Compartimentos do relevo	Subcompartimentos do relevo	CARACTERÍSTICAS DO MEIO FÍSICO - BIÓTICO			Tipo	VEGETAÇÃO Características
		MORFOMETRIA Declividade	Altitude	LITOLOGIA		
PLANALTO Relevo de degradação, dissecação baixa a média, drenagem densa, padrão treliça	1.1.1. Relevo de morros paralelos convexizados e alongados altos, fraturamento paralelo e densidade de drenagem média. Comprimento de rampa = 197 m. Incisão de drenagem = 100 m.	6-12% e 21-46%	mín. = 790 m e máx. = 929 m	Gnaisse	LVA e CX	Mata arbórea (20-25 m) alta com copas emergentes.
	1.1.2. Relevo de morros paralelos baixos, topos convexos. Área com fraturamento e fâhamento paralelo e densidade de drenagem média. Comprimento de rampa = 197 m. Incisão de drenagem = 60 m.	6-12% e 12-21%	mín. = 900 m e máx. = 1000 m	Gnaisses migmatito	e CX + LV PVA + CX	Mata arbórea média (15-20 m) sem copas emergentes (topos e altas vertentes). Mata arbórea alta de 20-25 m com copas emergentes (baixas e médias vertentes).
	1.1.3. Relevo de morros paralelos convexizados e planícies fluviais. Pouco fraturado e densidade de drenagem baixa. Comprimento de rampa = 213 m. Incisão de drenagem = 35/45 m.	6-12% e 0-3%	mín. = 790 m e máx. = 942 m	Gnaisses	LVA + CX GX + ES	Mata arbórea (20-25 m), com copas emergentes na média e baixa vertentes. Porte mais baixo na alta vertente (15 m). Mata arbustiva/arbórea (5-6 m) baixa.
	1.1.4. Relevo de morros paralelos altos topos convexos alongados, com vertentes íngremes. Densidade de drenagem alta. Comprimento de rampa = 250/330 m. Incisão de drenagem = 88/145 m.	12-21%	mín. = 860 m e máx. = 1088 m	Granítico gnaissico	CX + PVA	Mata arbórea (20-25 m) com copas emergentes.
	1.1.5. Relevo de morros paralelos com alto fraturamento e vertentes retilíneas a convexas, fraturamento paralelo e densidade de drenagem alta. Comprimento de rampa = 197 m. Incisão de drenagem = 80 a 100 m.	21-46%	mín. = 800 m e máx. = 900 m	Gnaisse	PVA + CX e PVA + RL	Mata arbórea (15-20 m) porte médio com copas emergentes, heterogênea nos fundos dos vales e homogênea de porte mais baixo nos topos e altas vertentes.
	1.2. Relevo de morros alongados altos topos convexizados a angulosos. Vertentes retilíneas a convexas e densidade de drenagem alta. Verifica-se a ocorrência de grandes afloramentos rochosos.	> 46% e 21-46%	mín. = 900 m e máx. = 1260 m	Granito Pegmatito	RL + AR PA + RR PVA + CX	Vegetação saxícola (musgos e líquens) e herbáceas. Vegetação de campo com pequenos arbustos. Mata arbórea média/alta (15-20 m) com copas emergentes nos fundos de vale.
	1.3.1. Relevo de morrotes convexos baixos, topos convexos pouco fraturados e densidade de drenagem baixa/média. Comprimento de rampa = 254 m. Incisão de drenagem = 43 m.	6-12%	mín. = 800 m e máx. = 900 m	Gnaisse	CX + LVA	Mata arbórea alta (20-25 m) com copas emergentes na média e baixa vertentes.
	1.3.2. Relevo de morrotes convexos baixos, topos convexizados a aplainados pouco fraturados e densidade de drenagem baixa/média. Comprimento de rampa = 254 m. Incisão de drenagem = 43 m.	6-12% 3-12%	mín. = 900 m e máx. = 1000 m	Gnaisses e migmatito	CX + PVA PA + RR	Mata arbórea (20-25 m), com copas emergentes na média e baixa vertentes. Campo herbáceo com arbustos esparsos, nas altas vertentes e topos aplainados.

(*) PA = Argissolo Amarelo; RL = Neossolo Litólico; PVA = Argissolo Vermelho-Amarelo; RR = Neossolo Regolítico; CX = Cambissolo Háplico; LVA = Latossolo Vermelho-Amarelo; GX = Gleissolo Háplico; ES = Espodossolo Ferrocárbico; AR = Aforamento de Rocha.

ROSSI, M. & QUEIROZ NETO, J. P. de. Fotointerpretação de amostras circulares no estudo da distribuição dos solos da bacia hidrográfica do Guaratuba, SP-Brasil.

TABELA 2 - Planilha dos elementos estudados (escarpa).

Compartimentos do relevo	Subcompartimentos do relevo	CARACTERÍSTICAS DO MEIO FÍSICO - BIÓTICO			SOLOS*	VEGETAÇÃO
		MORFOMETRIA Declividade	Altitude	LITOLOGIA		
ESCARPA Relevo de degradação, apresenta exposição rochosa nas altas vertentes e cicatrices de escorregamento. Relevo de agradação, com formação de coluviões, ocorrendo no fundo dos principais vales nas baixas e médias vertentes.	2.1. Relevo escarpado altas vertentes com desníveis altimétricos acentuados e paredões abruptos que caem do planalto sobre a planície litorânea. Densidade de drenagem alta a média, padrão dendrítico com vales entalhados em forma de "V" e vertentes retílineas a convexas.	> 46%	máx. = 1260 m e mín. = 500 m	Granitos	RL + CX	Mata arbórea média/baixa (10-15 m) nas cristas e altas vertentes sem copas emergentes.
	2.2. Relevo escarpado altas e médias vertentes com padrão de drenagem dendrítico - subparalelo.	21-46%	máx. = 1260 m e mín. = 20 m	Granitos	CX + PV	Mata arbórea média a alta (15-20 m) nas médias e altas vertentes com copas emergentes.
	médias e baixas vertentes com patamares	21-46%	máx. = 300 m e mín. = 20 m		LVA	Mata arbórea alta (> 25 m) com indivíduos emergentes.
	2.3. Relevo com vertentes longas e fundos de vale de deposição coluvionar.	6-21%	máx. = 400 m e mín. = 20 m	Sedimentos de depósitos coluviais	CX + PVA	Mata arbórea média (15 m), sem copas emergentes nas baixas e médias vertentes.

FLORESTA PLUVIAL TROPICAL DE ENCOSTA

(*) RL = Neossolo Litólico; PVA = Argissolo Vermelho-Amarelo; CX = Cambissolo Háptico; LVA = Latossolo Vermelho-Amarelo.

ROSSI, M. & QUEIROZ NETO, J. P. de. Fotointerpretação de amostras circulares no estudo da distribuição dos solos da bacia hidrográfica do Guaratuba, SP-Brasil.

TABELA 3 - Planilha dos elementos estudados (planície litorânea).

CARACTERÍSTICAS DO MEIO FÍSICO - BIÓTICO						
Compartimentos do relevo	Subcompartimentos do relevo	MORFOMETRIA		LITOLOGIA	SOLOS*	VEGETAÇÃO
		Declividade	Altitude			
PLANÍCIE LITORÂNEA Relevo plano de agradação densidade de drenagem subparalela a difusa	Praiais	0%	Nível do mar	Sedimentos arenosos marinhos atuais		
	Bancos de areia	0%	Nível do mar	Sedimentos arenosos fluviais atuais.		
	Terraços marinhos altos	0-3%	5-7 m	Sedimentos marinhos.	ES	Mata higrófila (15-20 m), com copas emergentes.
	Planície fluvial (Ajuvio-coluvião)	0-3%	3-4 m	Sedimentos fluviais areno-siltico-argilosos.	GX + CX RU + GX	Mata higrófila de várzea (15-20 m). Mata hidrófila de várzea (15-20 m).
	Terraços marinhos baixos (planície marinha)	0-3%	2-5 m	Sedimentos arenosos marinhos e continentais.	ES	Mata higrófila (15-20 m), com copas emergentes, adensadas.
	Depressão na planície	0%	-1 m	Material orgânico.	OY	Mata hidrófila (15 m), sem copas emergentes especializada (Paludosas).
	Cordões marinhos arenosos	0-3%	0-2 m	Sedimentos arenosos marinhos recentes.	ES + RQ	Mata higrófila (15-10 m) com copas emergentes.
	Mangue	0%	Nível do mar	Sedimento fluvio marinho recente.	RQsal	Vegetação especializada de ambiente salino e encharcado.
Morros isolados litorâneos de degradação	Vertentes convexas e retilíneas	21-46%	100 a 300 m	Granito/gnaise.	CX + PVA	Mata arbórea (15 m) com copas emergentes.

(*) PVA = Argissolo Vermelho-Amarelo; CX = Cambissolo Háplico; GX = Gleissolo Háplico; ES = Espodosolo Ferrocárbico; RU = Neossolo Flúvico; RQ = Neossolo Quartzarênico; RQsal = Neossolo Quartzarênico salino; OY = Organossolo Mésico; FTPE = floresta pluvial tropical de encosta.

Nessas amostras circulares determinaram-se apenas o número de rios e o comprimento total da rede, uma vez que a área e o perímetro são conhecidos e constantes. Com isso, definem-se os seguintes índices:

- densidade de drenagem (Dd): calculada de acordo com Horton (1945) e adaptada por Ray & Fischer (1960), [comprimento de rios (km)/área (km²)];
- frequência de rios (F): também proposto por Horton (1945) e adaptada à amostra circular por Souza (1975), [número de rios/área (km²)];
- comprimento médio de rios (Lm): calculado conforme Koffler (1976a, b), [comprimento total de rios (km)/número de rios];
- razão de textura (T): calculada segundo Smith (1950), modificada por França (1968) para trabalhos com solos e adaptada por Souza (1975) para as amostras circulares, [número de rios/perímetro (km)], e
- classe de textura topográfica: determinada pela classificação de Smith (1950), adaptada por França (1968) ao sistema métrico, [razão de textura / perímetro (km), onde: classe grosseira < 2,5; média entre 2,5 e 6,2; e fina > 6,2].

2.3 Análises Estatísticas

As análises estatísticas desenvolveram-se conforme Gomes (1987) e seguiram os procedimentos de agrupamento ou cluster (Hartigan, 1975a, b) em cada compartimento individualmente, com coeficiente de variação de 25% e amostragens dirigidas em função dos tipos de solo. Os agrupamentos ou clusters são métodos matemáticos utilizados para definir os dados que são similares dentro de um conjunto de dados.

Em uma primeira etapa, foram selecionadas amostras de 1 a 36 e aplicadas análises de agrupamento através dos dados brutos, porém isoladamente, de número, comprimento de rios, comprimento médio de rios, frequência, densidade e razão de textura, sendo as classes de agrupamento identificadas através da variação da média.

As características frequência de rios, densidade de drenagem e razão de textura, são dados calculados dividindo-se os elementos número de rios e comprimento de rios, por uma constante, não alterando a relação dos índices obtidos por esses elementos.

Em uma segunda etapa, além de aumentar o número de amostras estudadas, passando para 48, os dados foram transformados em índices e estudados em conjunto: número, comprimento, comprimento médio, formas de relevo, declive, geologia e vegetação, aplicando-se a análise de agrupamento com 14 classes, pelo método da variância mínima. Foram excluídos do teste os índices derivados do número e comprimento de rios, pois estes são função de divisões por constantes, o que daria um peso maior àqueles elementos. Esta segunda etapa buscou melhorar os resultados de agrupamento encontrados na primeira, tornando os delineamentos de solos mais homogêneos.

Na transformação em índices, foram utilizados além dos índices da drenagem (número de rios, comprimento e comprimento médio de rios), subcompartimentos do relevo dentro dos compartimentos planalto (morros paralelos altos, morros paralelos baixos, morros paralelos com várzeas restritas, colinoso com morros altos alongados, morros paralelos com alto fraturamento e morros alongados altos), escarpa (escarpa com densidade de drenagem alta, escarpa densidade de drenagem média e escarpa densidade de drenagem baixa) e planície litorânea (terraços marinhos altos, terraços marinhos baixos, mangue e planície fluvial). Esses subcompartimentos foram caracterizados pela geologia (granitos, gnaisses, gnaisses com foliação, gnaisses e quartzitos, sedimentos de mangue, sedimentos continentais, sedimentos marinhos, sedimentos aluviais, sedimentos coluviais, e pegmatitos e granitos); e pelas classes de declividade > 46%, 21 - 46%, 12 - 46%, 6 - 12%, 0 - 6%, 6 - 21% e 0 - 3%.

2.4 Solos

Os trabalhos de coleta e análise de amostras de solo, seguiram procedimentos e metodologias utilizadas pelo Instituto Agrônomo (IAC) e Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária - EMBRAPA, descrevendo-se as características morfológicas dos horizontes e perfis de solo segundo Lemos & Santos (1996) e EMBRAPA (1979) e as análises laboratoriais por Camargo *et al.* (1986), observando-se os atributos físicos, químicos e mineralógicos de solo. A classificação seguiu a adotada em trabalhos nacionais (Camargo *et al.*, 1987), com posterior adequação ao sistema brasileiro de classificação de solos, (EMBRAPA, 1999) colocada entre parêntesis e/ou em itálico.

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

O mapa da rede de drenagem obtido primeiramente na escala aproximada de 1:25.000 foi posteriormente ajustado e corrigido para a escala de 1:50.000, apresentado na FIGURA 2.

A aplicação do método de amostragem circular permitiu quantificar e qualificar a rede hidrográfica por meio de medição e análise de rios da FIGURA 3. Os resultados da análise quantitativa são observados nas TABELAS 4 a 9.

A identificação das formas de relevo e da vegetação e a interpretação da geologia possibilitou distinguir os compartimentos planalto, escarpa e planície litorânea e, posteriormente, subcompartimentá-los, dirigindo as amostragens para esses subcompartimentos. A partir dessa compartimentação, a drenagem foi desenhada e as amostras escolhidas, em função do aspecto da drenagem (padrão, densidade, etc.) e dos compartimentos. O padrão da rede de drenagem e as amostras circulares estudadas (FIGURA 3) são bem visualizados nos três grandes compartimentos:

- 1) planalto ou reverso da escarpa, com rede hidrográfica em treliça orientada NE-SW e subordinadamente N-S (dado o intenso fraturamento da área e a natureza bandada da rocha), com inserção de rios em ângulos agudos a retos, demonstrando controle geológico/estrutural alto; número elevado de rios de primeira ordem de ramificação (em média 31) e de comprimento da rampa curto;
- 2) escarpas, com rede de drenagem subparalela a dendrítica, orientada (NE-SW e NW-SE), ângulos de junção agudos localmente retos, também demonstrando controle geológico/estrutural; número de rios de primeira ordem médio (média de 16) com comprimento de rampa também médio, e
- 3) planície litorânea, com rede hidrográfica centripeta, pouco densa meandrante e difusa, onde se pode notar que a maioria dos rios, quando entram na planície e percorrem os sedimentos fluviais, aparentemente estão condicionados como na escarpa, à linhas de fraturas ou falhas de direção NW-SE e NE-SW. A partir dos sedimentos marinhos, os rios apresentam-se de forma meandrante e difuso, com padrão centripeto, sem orientação preferencial e pequeno número de rios, sem demonstrar controle de sua rede de drenagem, ou percorrem encaixados entre os cordões marinhos arenosos recentes.

3.1 Primeira Etapa: Análise das Características da Rede de Drenagem

Na primeira etapa, os valores brutos classificados pelo método de Cluster, permitiram separar o planalto da planície litorânea, enquanto a escarpa mistura-se sobretudo com o planalto. É interessante notar que determinadas amostras saem muito da classificação para todos os itens analisados: 36, 19, 20, 21, 27, 6 e 18. A amostra 36, situada no sopé da escarpa já na planície fluvial, confunde-se com a amostra 27 que representa o material coluvionar da escarpa. De certa forma, isso é de se esperar, pois esses materiais estão no contato entre baixa vertente e planície litorânea. Podemos deduzir que algumas amostras do planalto estariam localizadas provavelmente sobre material originário semelhante ao da escarpa e, por isso, os dados se assemelham, o que definiria sistemas pedológicos também semelhantes.

Analisando os índices isolados, obtidos por compartimento (planalto, escarpa e planície litorânea - FIGURA 3 e TABELA 4), observa-se que apenas o número de rios e os índices correspondentes individualizam certos agrupamentos de formas de relevo e de solos, através de sua média, e distinguem áreas dentro de cada compartimento (unidades).

As unidades que ocupam o planalto apresentam elevado número de rios de 1ª ordem de ramificação, semelhantes apenas a uma série de amostras das altas vertentes da escarpa; isto se deve, em grande parte, aos intensos fraturamentos observados nesses compartimentos.

O número de rios na planície litorânea é bem menor que nos outros compartimentos, com exceção da planície fluvial, amostras 34, 35 e 36, bem separadas das demais em função do maior número apresentado (10,67 em média). As amostras de terraços marinhos (amostras 28, 29 e 30) apresentam média de 5 rios, em geral de 1ª e 2ª ordens; as amostras localizadas no mangue (31, 32 e 33) apresentam média de 3,67 rios, em geral, de ordem mais elevada (4ª, 5ª e 7ª). Nesses casos, o número de rios e a ordem de ramificação estão agrupando formas de relevo e associações de solos, exceção feita às planícies fluviais, que se apresentaram não uniformes como na escarpa.

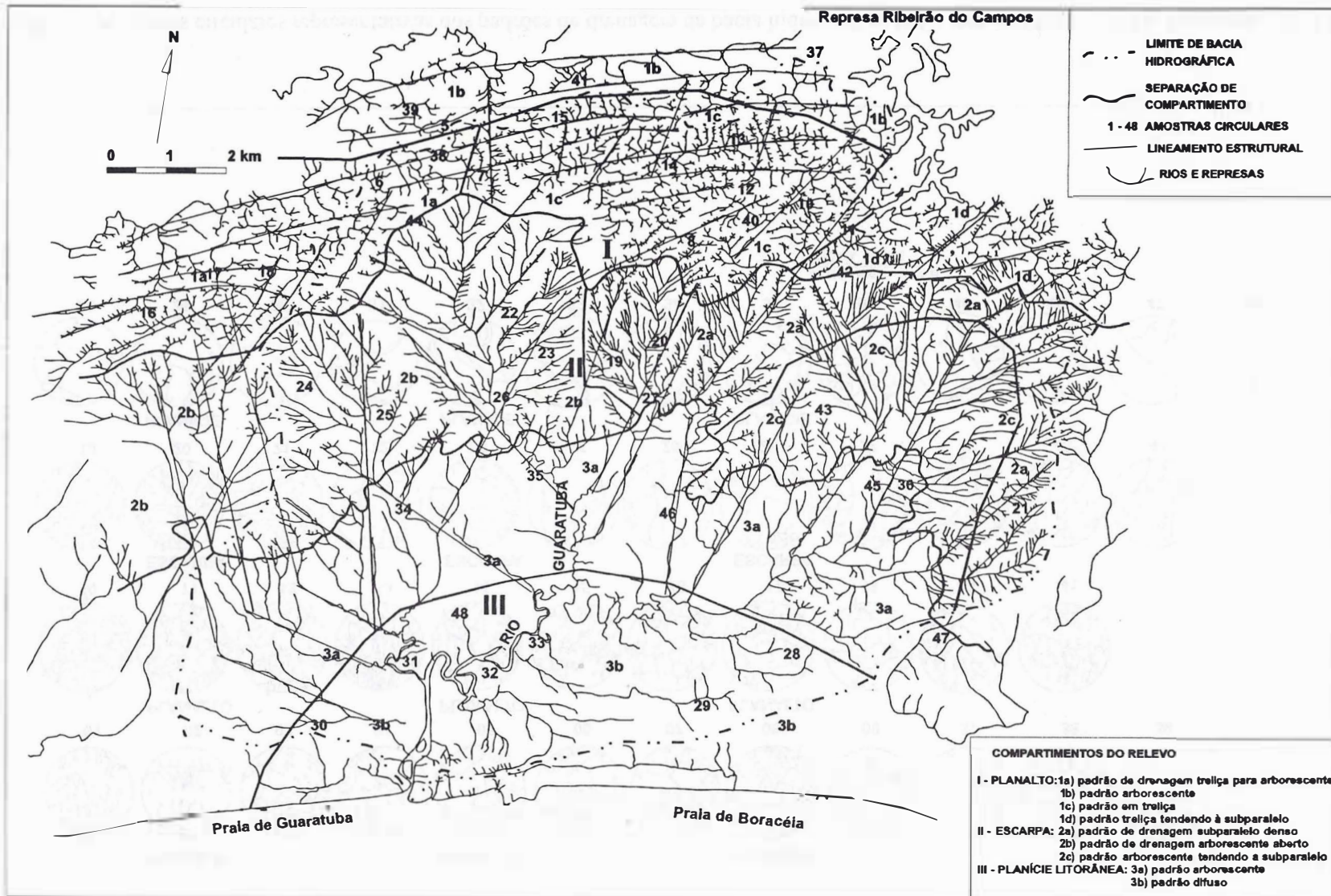


FIGURA 2 - Mapa detalhado da rede de drenagem da bacia hidrográfica do Guaratuba, com indicação da posição das amostras circulares.

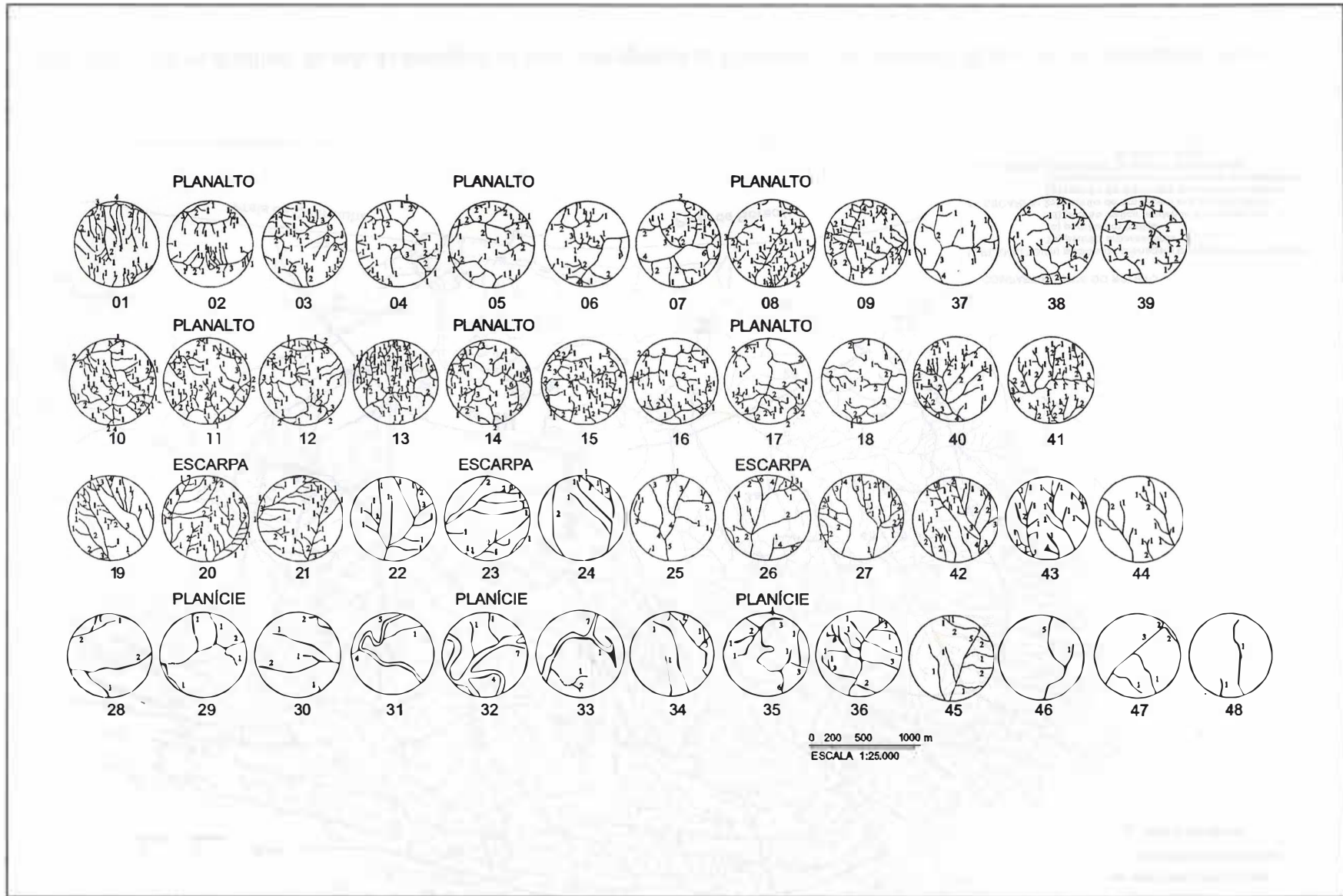


FIGURA 3 - Amostras circulares representativas dos padrões de drenagem da bacia hidrográfica do Guaratuba (Área = 50 ha; Perímetro = 2,513 km).

ROSSI, M. & QUEIROZ NETO, J. P. de. Fotointerpretação de amostras circulares no estudo da distribuição dos solos da bacia hidrográfica do Guaratuba, SP-Brasil.

TABELA 4 - Número de rios das amostras circulares, por ordem de ramificação.

		ORDEM/NÚMERO DE RIOS							
	AMOSTRA	1ª	2ª	3ª	4ª	5ª	6ª	7ª	TOTAL
PLANALTO	1	30	7	2	1				40
	2	28	5	2	0				35
	3	33	8	2	1				44
	4	25	5	1	0				31
	5	24	7	1	0				32
	6	18	5	1	1				25
	7	23	6	2	1	0		1	33
	8	46	10	2					58
	9	32	10	3	1				46
	10	38	12	5	1				56
	11	42	8	3	1				54
	12	36	7	2	1	1			47
	13	61	7	1	0	1			70
	14	33	7	1	1	2		1	45
	15	34	16	3	2				55
	16	30	7	2					39
	17	20	9	1	1				31
	18	16	6	1					23
	37*	9	2	1	1				13
	38*	17	6	1	1				25
39*	18	7	1					26	
40*	29	10	2	1				42	
41*	34	10	3	1				48	
	Média								40
ESCARPA	AMOSTRA	1ª	2ª	3ª	4ª	5ª	6ª	7ª	TOTAL
	19	21	5	3	1				30
	20	32	6	2	1				41
	21	31	4	2					37
	22	10	2	1					13
	23	12	3						15
	24	5	2	1					8
	25	7	1	4	2	1			15
	26	8	4	3	2	0	1		18
	27	17	5	4	2				28
	42*	20	5	3	2				30
	43*	20	5	1					26
44*	12	3						15	
	Média								23
PLANÍCIE LITORÂNEA	AMOSTRA	1ª	2ª	3ª	4ª	5ª	6ª	7ª	TOTAL
	28	3	2						5
	29	4	1						5
	30	3	2						5
	31	1	0	0	1	1			3
	32	2	1	0	0	0	0	1	4
	33	2	0	0	1	0	0	1	4
	34	3	1	1	0	1			6
	35	5	1	2	0	0	1		9
	36	11	3	2	0	1			17
	45*	6	3	0	0	1			10
	46*	1	0	0	0	1			2
47*	2	2	1					5	
48*	2							2	
	Média								6

(*) Amostras que entraram na análise apenas na segunda etapa.

TABELA 5 - Comprimento total de rios das amostras circulares, por ordem de ramificação.

		ORDEM/COMPRIMENTO DE RIOS (km)							
	AMOSTRA	1ª	2ª	3ª	4ª	5ª	6ª	7ª	TOTAL
PLANALTO	1	3,5	1,00	0,13	0,13				4,75
	2	2,25	0,93	0,30					3,48
	3	2,20	0,95	0,20	0,15				3,50
	4	1,60	0,75	0,77					3,12
	5	1,50	1,75	0,25					3,50
	6	1,67	0,70	0,33	0,75				3,45
	7	1,32	0,77	1,05	0,75	0,00	0,27		4,16
	8	2,25	1,25	0,50					4,00
	9	2,05	1,00	0,65	0,30				4,00
	10	2,25	0,75	1,05	0,87				4,92
	11	2,70	1,42	0,52	0,30				4,94
	12	2,20	0,75	0,37	0,95	0,45			4,72
	13	2,45	2,02	0,05	0,00	0,77			5,29
	14	2,20	0,80	0,25	0,52	0,27	0,80		4,84
	15	1,50	1,25	0,30	1,30				4,35
	16	2,10	1,50	0,50					4,10
	17	1,30	1,25	0,27	0,77				3,59
	18	1,95	0,50	0,55					3,00
	37*	1,60	1,00	0,30	0,25				3,15
	38*	1,65	1,45	0,50	0,70				4,30
	39*	1,70	1,70	0,50					3,90
40*	1,80	1,65	0,60	0,16				4,21	
41*	2,60	1,60	0,96	0,13				5,29	
	Média								4,11
ESCARPA	AMOSTRA	1ª	2ª	3ª	4ª	5ª	6ª	7ª	TOTAL
	19	2,47	1,20	0,30	0,60				4,57
	20	2,75	0,95	1,12	0,65				5,47
	21	3,20	1,27	0,25					4,72
	22	2,25	0,50	0,70					3,45
	23	2,05	1,50						3,55
	24	1,30	0,87	0,75					2,92
	25	0,75	0,25	1,50	0,37	0,15			3,02
	26	0,80	0,87	0,45	0,45	0,00	0,75		3,32
	27	0,87	0,95	1,00	1,50				4,32
	42*	2,60	1,60	0,60	1,05				5,85
	43*	2,65	1,60	0,12					3,97
	44*	1,85	1,30						3,15
		Média							
PLANÍCIE LITORÂNEA	AMOSTRA	1ª	2ª	3ª	4ª	5ª	6ª	7ª	TOTAL
	28	0,75	0,95						1,70
	29	1,25	0,80						2,05
	30	0,80	1,00						1,80
	31	0,30	0,00	0,00	0,10	1,45			1,85
	32	0,50	0,32	0,00	0,00	0,00	0,00	0,92	1,74
	33	0,65	0,00	0,00	0,62	0,00	0,00	1,25	2,52
	34	1,20	0,70	0,15	0,00	0,75			2,80
	35	0,95	0,07	0,42	0,00	0,00	1,25		2,69
	36	1,50	0,77	0,37	0,00	0,75			3,39
	45*	1,60	0,75	0,00	0,00	0,84			3,19
	46*	0,25	0,00	0,00	0,00	0,95			1,20
	47*	0,80	0,25	0,90					1,95
48*	0,90							0,90	
	Média								2,14

(*) Amostras que entraram nas análises apenas na segunda etapa.

ROSSI, M. & QUEIROZ NETO, J. P. de. Fotointerpretação de amostras circulares no estudo da distribuição dos solos da bacia hidrográfica do Guaratuba, SP-Brasil.

TABELA 6 - Comprimento médio de rios das amostras circulares, por ordem de ramificação.

		ORDEM/COMPRIMENTO MÉDIO DE RIOS (km)							
	AMOSTRA	1ª	2ª	3ª	4ª	5ª	6ª	7ª	TOTAL
PLANALTO	1	0,12	0,14	0,06	0,13				0,12
	2	0,08	0,19	0,15					0,10
	3	0,07	0,12	0,10	0,15				0,08
	4	0,06	0,15	0,77					0,10
	5	0,06	0,25	0,25					0,11
	6	0,09	0,14	0,33	0,75				0,11
	7	0,06	0,13	0,53	0,75	0,00	0,27		0,14
	8	0,05	0,13	0,25					0,13
	9	0,06	0,10	0,22	0,30				0,07
	10	0,06	0,06	0,21	0,87				0,09
	11	0,06	0,18	0,17	0,30				0,09
	12	0,06	0,11	0,19	0,95	0,45			0,09
	13	0,04	0,29	0,05	0,00	0,77			0,10
	14	0,07	0,11	0,25	0,52	0,14	0,80		0,11
	15	0,04	0,08	0,10	0,65				0,11
	16	0,07	0,21	0,25					0,08
	17	0,07	0,14	0,27	0,77				0,11
	18	0,12	0,08	0,55					0,12
	37*	0,18	0,50	0,30	0,25				0,24
	38*	0,10	0,24	0,50	0,70				0,17
	39*	0,09	0,42	0,50					0,15
40*	0,06	0,16	0,30	0,16				0,10	
41*	0,08	0,16	0,32	0,13				0,11	
	Média								0,10
ESCARPA	AMOSTRA	1ª	2ª	3ª	4ª	5ª	6ª	7ª	TOTAL
	19	0,12	0,24	0,10	0,60				0,15
	20	0,09	0,16	0,56	0,65				0,13
	21	0,10	0,32	0,13					0,13
	22	0,23	0,25	0,70					0,27
	23	0,17	0,50						0,24
	24	0,26	0,44	0,75					0,37
	25	0,11	0,25	0,38	0,19	0,15			0,20
	26	0,10	0,22	0,15	0,23	0,00	0,75		0,18
	27	0,05	0,19	0,25	0,75				0,15
	42*	0,13	0,32	0,20	0,52				0,19
	43*	0,13	0,24	0,12					0,15
	44*	0,15	0,43						0,21
		Média							
PLANÍCIE LITORÂNEA	AMOSTRA	1ª	2ª	3ª	4ª	5ª	6ª	7ª	TOTAL
	28	0,25	0,48						0,54
	29	0,31	0,80						0,41
	30	0,27	0,50						0,36
	31	0,30	0,00	0,00	0,10	1,45			0,62
	32	0,25	0,32	0,00	0,00	0,00	0,00	0,92	0,44
	33	0,33	0,00	0,00	0,62	0,00	0,00	1,25	0,63
	34	0,40	0,70	0,15	0,00	0,75			0,47
	35	0,19	0,07	0,21	0,00	0,00	1,25		0,30
	36	0,14	0,26	0,19	0,00	0,75			0,20
	45*	0,27	0,25	0,00	0,00	0,84			0,32
46*	0,25	0,00	0,00	0,00	0,94			0,60	
47*	0,40	0,12	0,90					0,39	
48*	0,45							0,45	
	Média								0,36

(*) Amostras que entraram nas análises apenas na segunda etapa.

ROSSI, M. & QUEIROZ NETO, J. P. de. Fotointerpretação de amostras circulares no estudo da distribuição dos solos da bacia hidrográfica do Guaratuba, SP-Brasil.

TABELA 7 - Características quantitativas do padrão de drenagem e as classes de textura topográfica das amostras circulares.

CARACTERÍSTICAS OBSERVADAS/COMPARTIMENTO					
	AMOSTRA	FREQUENCIA	DENSIDADE	RAZÃO DE TEXTURA	CLASSE TEXTURAL
PLANALTO	1	80	9	16	FINA
	2	70	7	14	MÉDIA
	3	88	7	18	FINA
	4	62	6	12	MÉDIA
	5	64	7	13	MÉDIA
	6	50	7	10	MÉDIA
	7	66	8	13	MÉDIA
	8	116	8	23	FINA
	9	92	8	18	FINA
	10	112	10	22	FINA
	11	108	10	21	FINA
	12	94	9	19	FINA
	13	140	11	28	FINA
	14	90	10	18	FINA
	15	110	9	22	FINA
	16	78	8	16	MÉDIA
	17	62	7	12	MÉDIA
	18	46	6	9	MÉDIA
	37*	26	6	5	GROSSEIRA
	38*	50	9	10	MÉDIA
	39*	52	8	10	MÉDIA
40*	84	8	17	FINA	
41*	96	12	19	FINA	
ESCARPA	19	60	9	12	MÉDIA
	20	82	11	16	FINA
	21	74	9	15	MÉDIA
	22	26	7	5	GROSSEIRA
	23	30	7	6	GROSSEIRA
	24	16	6	3	GROSSEIRA
	25	30	6	6	GROSSEIRA
	26	36	7	7	MÉDIA
	27	56	9	11	MÉDIA
	42*	60	12	12	MÉDIA
	43*	52	8	10	MÉDIA
44*	30	6	6	GROSSEIRA	
PLANÍCIE LITORÂNEA	28	10	3	2	GROSSEIRA
	29	10	4	2	GROSSEIRA
	30	10	4	2	GROSSEIRA
	31	6	4	1	GROSSEIRA
	32	8	3	2	GROSSEIRA
	33	8	5	2	GROSSEIRA
	34	12	6	2	GROSSEIRA
	35	18	5	4	GROSSEIRA
	36	34	7	7	MÉDIA
	45*	20	6	4	GROSSEIRA
	46*	4	2	1	GROSSEIRA
	47*	10	4	2	GROSSEIRA
	48*	4	2	1	GROSSEIRA

(*) Amostras que entraram na análise apenas na segunda etapa.

ROSSI, M. & QUEIROZ NETO, J. P. de. Fotointerpretação de amostras circulares no estudo da distribuição dos solos da bacia hidrográfica do Guaratuba, SP-Brasil.

TABELA 8 - Valores médios dos índices estudados, por compartimento.

MÉDIAS	PLANALTO	ESCARPA	PLANÍCIE
NÚMERO	40	23	6
COMPRIMENTO (km)	4,11	4,00	2,14
COMPRIMENTO MÉDIO (km)	0,10	0,17	0,36
DENSIDADE	8,26	8,08	4,23
FREQÜÊNCIA	80	46	12
RAZÃO DE TEXTURA	15,19	9,08	2,46

TABELA 9 - Índices das características estudadas e os agrupamentos.

	Grupo	Amostra	Número	Compr.*	C. Médio*	Relevo	Declive	Vegetação	Geol.*	
PLANALTO	I	1	9	13	4	6	1	1	10	
	I	2	8	10	4	6	1	1	10	
	I	3	10	10	3	6	2	1	10	
	I	9	11	11	3	6	2	2	10	
	IV	4	8	9	4	1	3	3	2	
	IV	16	9	10	3	2	3	2	2	
	IV	17	8	10	4	2	3	2	2	
	IV	18	6	9	4	2	3	2	2	
	V	8	13	11	4	4	4	4	6	3
	V	10	13	13	3	4	4	4	6	3
	V	11	12	13	3	4	4	4	6	3
	V	12	11	13	3	4	4	4	8	3
	V	40	10	12	4	4	4	4	7	3
	X	5	8	10	4	3	6	6	5	2
	X	6	6	10	4	3	6	6	5	2
	X	7	8	11	5	3	6	6	5	2
	X	37	4	9	7	3	6	6	5	2
	X	38	6	12	5	3	6	6	5	2
	X	39	7	11	5	3	6	6	5	2
	XI	14	10	13	4	1	3	3	3	2
XI	15	12	12	4	1	5	5	3	2	
XI	41	11	14	4	1	5	5	4	2	
XIV	13	15	14	4	5	2	2	3	4	
ESCARPA	IX	20	10	15	4	9	7	10	9	
	II	19	7	12	5	7	2	9	1	
	II	21	9	13	4	7	2	9	1	
	II	42	7	15	6	7	1	12	1	
	II	43	7	11	5	7	2	9	1	
	VI	22	4	10	7	8	4	11	1	
	VI	23	4	10	7	7	2	12	1	
	VI	24	3	8	10	8	2	13	1	
	VI	44	4	9	6	8	2	13	1	
	VII	25	4	9	6	9	7	12	9	
	VII	26	5	9	5	9	7	14	9	
	VII	27	7	12	5	9	7	14	9	
PLANÍCIE LITORÂNEA	VII	36	5	10	6	9	7	18	9	
	III	28	2	6	13	11	8	15	7	
	III	29	2	6	11	11	8	15	7	
	III	30	2	6	9	11	8	15	7	
	III	32	2	6	11	12	8	16	5	
	III	34	3	8	12	13	8	14	6	
	III	47	2	6	10	10	8	15	6	
	XIII	31	2	6	15	12	8	16	5	
	XIII	33	2	7	15	12	8	16	5	
	XII	45	3	9	9	13	8	18	6	
	XII	35	3	8	8	13	8	17	6	
	VIII	46	2	4	15	10	8	19	6	
	VIII	48	2	2	11	10	8	20	6	

(*) Comp. = comprimento de rios; C. Médio = comprimento médio de rios; Geol. = geologia.

Os índices com base no comprimento (TABELA 5) agrupam amostras sem identificar compartimentos de relevo ou de solos, não separando categorias distintas, como por exemplo o comprimento de rios no planalto que agrupa as amostras 1, 2, 3, 4, 5, 6, 16, 17 e 18, 7, 8 e 9, e 10, 11, 12, 13, 14 e 15.

O comprimento médio de rios (TABELA 6) também não conduz à uma diferenciação de unidades de solos, sendo necessária a observação conjunta com outros parâmetros para melhor individualização.

A TABELA 7, apresenta os dados quantitativos do padrão de drenagem e as classes de textura topográfica para as amostras do planalto, escarpa e planície litorânea e a TABELA 8, as médias por compartimento.

No geral, para todas as amostras (TABELA 8), a frequência de rios diferencia e individualiza bem amostras de grandes compartimentos, com média de 80 para o planalto, 46 para a escarpa e 12 para a planície. Porém, analisando os dados para a individualização de subcompartimentos, algumas amostras da escarpa agrupam-se com as do planalto, com valores muito próximos, não sendo satisfatórios.

Da mesma forma, a razão de textura separa os compartimentos, indicando para o planalto o índice 15,9 para a escarpa 9,08; e, para a planície litorânea 2,46 mas, isoladamente, não diferencia subcompartimentos do relevo e unidades de mapeamento de solos.

3.1.1 Considerações sobre a primeira etapa

A média calculada dos índices (TABELA 8) mostra que é possível distinguir os compartimentos, à exceção da densidade de drenagem e do comprimento total, que separam menos nitidamente planalto da escarpa. Estes índices parecem refletir apenas as principais litologias, rochas ígneas e metamórficas no planalto e escarpa, das sedimentares e sedimentos na planície litorânea. As outras médias, frequência, razão de textura e número de rios das amostras do planalto são superiores aos índices da escarpa e destas maiores que as da planície litorânea, ao passo que, nas do comprimento médio essa relação se inverte. Assim, deve-se supor que tais índices reflitam outros fatores além dos litológicos, como será visto mais adiante.

Na TABELA 8 observa-se que o número médio de rios individualiza os compartimentos com valores de 40 para o planalto, 23 para a escarpa e 6 para a planície litorânea; a análise de agrupamento apresenta este índice como bom indicador na

separação das amostras do planalto e da planície. Porém, individualmente (TABELA 4), as amostras da escarpa ora agrupam-se com as do planalto (amostras 19, 20, 21 e 27), ora com as da planície (amostra 24), indicando uma provável homogeneidade de material de origem (granitos com relação ao planalto e depósitos de sopé para a planície). Esses materiais parecem estar ocorrendo de forma contínua entremeando os grandes compartimentos. As amostras do planalto que se agrupam com as da escarpa estão sobre sistemas pedológicos semelhantes, solos litólicos (*neossolo litólico*), cambissolos (*cambissolo háplico*) e podzólicos rasos (*argissolos*).

A classe de textura topográfica não individualiza os compartimentos, como observaram vários autores para outras regiões (França, 1968; Marchetti, 1969; Carvalho, 1977; Pfeifer, 1984 e Rossi *et al.*, 1991b). A densidade de drenagem também não separa os compartimentos com segurança, seja quanto aos solos ou às formas de relevo, ao contrário dos resultados encontrados por Pfeifer (1984) e Rossi *et al.* (1991b).

Com relação aos índices baseados no comprimento de rios, os resultados equiparam-se aos apresentados por Carvalho (1977 e 1981), Pfeifer (1984) e Rossi *et al.* (1991b), cujas amostras também se agrupam, sem diferenciar sistemas pedológicos. Essa pouca expressividade pode ser atribuída à semelhança litológica ao nível do reconhecimento efetuado, sendo eficiente a separação para material sedimentar em contraposição aos demais.

Esses resultados conduzem a concluir de um lado, que os materiais originários dos diferentes compartimentos são similares, e de outro, que os sistemas ou associações de solos são análogos e possuem relação infiltração/deflúvio muito semelhante, tomando aparentemente os dados extraídos da rede de drenagem, aproximados.

Com relação à individualização de subcompartimentos formados por associações do mesmo tipo de solo, estas amostras circulares não conseguem distingui-las. Isso pode ser explicado, pelo fato de tais áreas apresentarem proporções de tipos de solos que mascaram os dados estatísticos, não conseguindo boa individualização.

Assim, tal procedimento indica que apenas o número de rios e seus índices correspondentes conseguem agrupar amostras com associações de solos similares e mesmo assim, existem alguns agrupamentos não desejáveis entre amostras do planalto e escarpa e amostras da planície. Os demais índices, não se apresentaram satisfatórios.

Desta forma, a consistência dos agrupamentos ficou comprometida, tendo sido necessária a aplicação da segunda etapa, a seguir.

3.2. Segunda Etapa: Análise dos Elementos da Paisagem Conjugada à dos Rios

Objetivando-se melhorar os resultados obtidos por meio da aplicação da estatística nos atributos da rede de drenagem, os dados qualitativos

do relevo e geologia são transformados em valores numéricos e estabelecidos índices através de classes, que não representam seqüência, ou seja, servem apenas para a aplicação da estatística no agrupamento ("Cluster"), juntando amostras que apresentem índices ou grupos de índices semelhantes, conforme descrito abaixo. As classes de declividade aqui descritas, correspondem às declividades dominantes em cada subcompartimento morfológico nos quais as amostras foram situadas.

a) SUBCOMPARTIMENTOS DO RELEVO

- 1- Morros paralelos altos
- 2- Morros paralelos baixos
- 3- Morros paralelos com várzeas restritas
- 4- Colinoso com morros altos alongados
- 5- Morros paralelos com alto fraturamento
- 6- Morros alongados altos
- 7- Escarpa com densidade de drenagem alta

- 8- Escarpa densidade de drenagem média
- 9- Escarpa densidade de drenagem baixa
- 10- Terraços marinhos altos
- 11- Terraços marinhos baixos
- 12- Mangue
- 13- Planície fluvial

b) GEOLOGIA

- 1- PEgr (Proterozóico Superior-Granitos)
- 2- ACg (Arqueano-Gnaisses)
- 3- ACg (Arqueano-Gnaisses com foliação)
- 4- ACg (Qtz-Arqueano-Gnaisses e quartzitos)
- 5- Qmg (Quaternário-Mangue)
- 6- Qi (Quaternário-Sedimentos continentais)
- 7- Qm (Quaternário-Sedimentos marinhos)
- 8- Qa (Quaternário-Sedimentos aluviais)
- 9- Qc (Quaternário-Sedimentos coluviais)
- 10- ACp+PEgr (Pegmatitos + Granitos)

c) DECLIVIDADE

- 1- > 46%
- 2- 21 - 46%
- 3- 12 - 46% (+21-46%)
- 4- 12 - 46% (+12-21%)
- 5- 6 - 12% e 21 - 46%
- 6- 0 - 6%
- 7- 6 - 21%
- 8- 0 - 3%

d) NÚMERO DE RIOS

- 1- 0 - 5
- 2- 5 - 10
- 3- 10 - 15
- 4- 15 - 20
- 5- 20 - 25
- 6- 25 - 30
- 7- 30 - 35
- 8- 35 - 40
- 9- 40 - 45
- 10- 45 - 50
- 11- 50 - 55
- 12- 55 - 60
- 13- 60 - 65
- 14- 65 - 70

e) COMPRIMENTO DE RIOS (km)

- 1- 0 - 0,42
- 2- 0,42 - 0,84
- 3- 0,84 - 1,26
- 4- 1,26 - 1,68
- 5- 1,68 - 2,10
- 6- 2,10 - 2,52
- 7- 2,52 - 2,94
- 8- 2,94 - 3,36
- 9- 3,36 - 3,78
- 10- 3,78 - 4,20
- 11- 4,20 - 4,62
- 12- 4,62 - 5,04
- 13- 5,04 - 5,46
- 14- 5,46 - 5,88

f) COMPRIMENTO MÉDIO DE RIOS (km)

- 1- 0,000 - 0,045
- 2- 0,045 - 0,090
- 3- 0,090 - 0,135
- 4- 0,135 - 0,180
- 5- 0,180 - 0,225
- 6- 0,225 - 0,270
- 7- 0,270 - 0,315

- 8- 0,315 - 0,360
- 9- 0,360 - 0,405
- 10- 0,405 - 0,450
- 11- 0,450 - 0,495
- 12- 0,495 - 0,540
- 13- 0,540 - 0,585
- 14- 0,585 - 0,630

Com a aplicação da análise de agrupamento, utilizando-se os dados brutos transformados em índices para homogeneizá-los (TABELA 9), foi possível estabelecer melhor relação entre os diversos elementos, agrupando amostras representativas dos mesmos sistemas ou associações pedológicas e compartimentos morfológicos.

No compartimento planalto, as amostras 1, 2, 3 e 9 agruparam solos rasos como os solos litólicos de granito (*neossolo litólico*), pouco intemperizados, com grandes afloramentos rochosos e os podzólicos rasos (*argissolos*) e regossolos (*neossolo regolítico*), oriundos do pegmatito, todos dentro da unidade geomorfológica dos morros alongados com pouco fraturamento. As amostras 4, 16, 17 e 18 compreendem material gnáissico e possuem, em suas vertentes, uma seqüência alternada de cambissolos (*cambissolo háplico*) e latossolos (*latossolos*), e podzólicos rasos (*argissolos*) e cambissolos (*cambissolo háplico*) associados à unidade de relevo morros paralelos convexizados altos. As amostras 5, 6, 7, 37, 38 e 39 referem-se à unidade de morros paralelos com planícies fluviais sobre gnaisses e sedimentos fluviais, e obedece a uma seqüência pedológica de cambissolos (*cambissolo háplico*) e latossolos (*latossolos*) nas vertentes e gleissolo (*gleissolo háplico*) e podzol (*espodossolo ferrocárbico*) nas partes baixas. As amostras 8, 10, 11, 12 e 40 compreendem material de origem granítica e formações pedológicas rasas de podzólicos vermelho-amarelos (*argissolo vermelho-amarelo*) e cambissolos (*cambissolo háplico*); representam também o podzólico amarelo (*argissolo amarelo*) associado ao regossolo (*neossolo regolítico*) da unidade de relevo de morros paralelos convexizados altos. A amostra 13 isola-se das demais correspondendo a material granítico, da unidade relevo de morros paralelos com alto fraturamento formação pedológica de podzólicos rasos (*argissolos*) e litólicos (*neossolo litólico*). As amostras 14, 15 e 41 compreendem material gnáissico e possuem seqüência alternada de cambissolo (*cambissolo háplico*) com latossolo (*latossolo*), e quando a ruptura de declive é nítida, os solos apresentam-se mais rasos chegando à formação de litólicos (*neossolo litólico*), identificam a unidade denominada morros paralelos que apresentam os fraturamentos principais.

Das amostras situadas no compartimento escarpa pode-se separar três áreas, de acordo com a média do número de rios, que também se agrupam de forma a representar as associações de solos. As amostras 19, 21, 42 e 43 correspondem a material granítico e apresentam sistemas pedológicos representados por solos litólicos, (*neossolo litólico*) e cambissolos (*cambissolo háplico*), da unidade altas e médias vertentes com padrão de drenagem denso (arborescente). As amostras 22, 23, 24 e 44 correspondem a material de origem granítica com cambissolos (*cambissolo háplico*) e podzólicos (*argissolos*) alternando-se nas vertentes, na unidade de relevo vertentes com padrão de drenagem pouco densa (subparalelo - pinado).

Amostras 25, 26, 27 e 36 apresentam domínio de solos podzólicos (*argissolos*) em área em relação aos cambissolos (*cambissolo háplico*), sobre material de cones de dejeção, e a amostra 36, devido a sua localização (abrange parte do compartimento planície litorânea e parte da escarpa), foi agrupada com esta unidade. A amostra 20 não se agrupou, tornando-se a exceção do agrupamento 19, 21, 42 e 43 devido a compreender também, depósitos de colúvio e tálus, porém em porções mais elevadas da vertente. Assim, as amostras que ocupam os depósitos de cones de dejeção não se apresentam uniformes, em função da própria heterogeneidade do material.

Para o compartimento planície litorânea, as amostras 28, 29 e 30 correspondem a material de origem de sedimentos marinhos com desenvolvimento de solos podzol (*espodossolo ferrocárbico*) e podzol hidromórfico (*espodossolo ferrocárbico hidromórfico*). As amostras 31, 32 e 33 encontram-se sobre sedimentos de mangue e correspondem às areias quartzosas hidromórficas salinas (*neossolo quartzarênico hidromórfico salino*). As amostras 34, 35, 36 e 45 ocorrem sobre material de origem de depósitos alúvio-coluvionar, onde dominam os gleissolo (*gleissolo háplico*) e cambissolos (*cambissolo háplico*). As amostras 46, 47 e 48 compreendem os depósitos de sedimentos continentais com solos do tipo glei (*gleissolo háplico*).

3.2.1 Considerações sobre a segunda etapa

A aplicação da análise estatística de agrupamento nos índices número e comprimento de rios, formas de relevo, declive, geologia e vegetação permitiu agrupar amostras circulares que representam unidades pedológicas nos diferentes compartimentos, tornando-se assim, um mecanismo para confirmação de mapeamentos.

Para as amostras da planície litorânea verifica-se que a separação de tipos ou associações de solos não é muito eficiente por este procedimento; isto se deve ao fato da área ocupar um relevo muito aplainado e possuir características muito similares com relação à drenagem, relevo e declive; apenas a geologia e vegetação apresentam-se distintas, de forma a diferenciar associações de solos.

As amostras agrupam-se, de modo geral, principalmente as da planície litorânea, porém estudos mais detalhados são necessários para a diferenciação mais exata de sistemas pedológicos ou litológicos.

Assim, os resultados obtidos tiveram maior confiabilidade, agrupando elementos muito mais semelhantes com relação aos solos, formas de relevo, material de origem e características da rede de drenagem.

Desta forma, a aplicação deste procedimento de estudos para as áreas que compreendem o planalto e escarpas da Serra do Guaratuba, indica que as associações de solos podem ser individualizadas, facilitando a delimitação de unidades de mapeamento, haja visto, as dificuldades de acesso ao local, confirmando Pfeifer (1984), Rossi & Pfeifer (1991a, b) e Rossi *et al.* (1991a, b).

Há necessidade de aprofundamento de estudos com relação à profundidade efetiva do solo e da alteração de rocha, visando identificar agrupamentos mais precisos.

4 CONCLUSÕES

A técnica de amostras circulares, por meio da análise da rede hidrográfica, mostrou que a observação da rede de drenagem só é suficiente para definir grandes associações de solos, se forem observadas em condições semelhantes de geologia e morfologia da área, porém, definem melhor subcompartimentos morfológicos. Por seu lado, o padrão de drenagem indica de maneira mais generalizada, as formações geológicas predominantes (no padrão treliça, os gnaisses; no dendrítico, o granito; e, no meandrante, o material sedimentar).

Com relação aos índices baseados na rede de drenagem, o número de rios e seus índices correlatos refletem melhor as características de profundidade e textura do solo, comandados pela relação infiltração/deflúvio, indicando os solos e o material superficial. Assim, analisando-os por compartimento, observa-se que individualizam agrupamentos de solos.

Já os índices baseados no comprimento não diferenciam as unidades de mapeamento de solos, nem separam categorias distintas, ou seja, não têm representatividade. Essas informações indicam que a pouca expressividade desses índices, pode ser atribuída à semelhança litológica ao nível do reconhecimento efetuado ou às associações de solos similares nos diferentes subcompartimentos, tornando os dados aproximados. A separação é eficiente para material sedimentar em contraposição aos demais.

Quando as associações de solos são formadas pelas mesmas unidades porém em proporções diferentes, as amostras circulares não conseguem distingui-las.

A aplicação da análise estatística de agrupamento, nos índices número e comprimento de rios, formas de relevo, declive, geologia e vegetação, permitiu agrupar amostras circulares que representam as mesmas unidades de mapeamento de solos nos diferentes subcompartimentos, principalmente do planalto e escarpa, tomando-se assim, um dos mecanismos para confirmação de mapeamentos.

Considerando-se as condições locais, as amostras circulares apesar do tamanho de 0,5 km², podem ser interessantes para reconhecimento de agrupamentos de solos e não de tipos de solos. Porém, a inclusão dos outros elementos como índices para o agrupamento melhoram sensivelmente os resultados de grupos de amostras com mesmas unidades de mapeamento de solos.

A técnica de amostras circulares nessa região da Serra do Mar mostrou-se menos precisa em relação à bacia sedimentar do rio Paraná podendo ser atribuída aos solos que apresentam condições de umidade persistente no tempo (zona mais úmida desde épocas pretéritas), que funcionam com desequilíbrio hídrico permanente, provocando uma indistinção pedológica com relação à classificação. Assim, as variações de solos parecem distinguir as variações litológicas.

As amostragens de solo mostraram a eficácia do procedimento nos agrupamentos. As amostras circulares permitem identificar alguns atributos dos solos (como profundidade e textura), porém para definir os tipos de solos, há necessidade de identificação de campo.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BURINGH, P. The applications of aerial photographs in soil surveys. In: AMERICAN SOCIETY OF PHOTOGRAMMETRY. **Manual of photographic interpretation**. Washington, 1960. chap. 11, appendix A. p. 633-666.

CAMARGO, O. A. de *et al.* **Métodos de análise química, mineralógica e física de solos do Instituto Agrônomo de Campinas**. Campinas: Instituto Agrônomo, 1986. 94 p. (Boletim Técnico, 106).

CARVALHO, W. A. **Fotointerpretação de bacias hidrográficas e amostras circulares de redes de drenagem de solos com horizonte B textural**. 1977. 126 f. Tese (Doutorado em Agronomia) - Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", Universidade de São Paulo, Piracicaba.

_____. **Relações entre relevo e solos da bacia do rio Capivara - Município de Botucatu, SP**. 1981. 193 f. Tese (Livre-Docência) - Faculdade de Ciências Agrônomicas de Botucatu, Universidade Estadual Paulista, Botucatu.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA - EMBRAPA. **Revisão técnica de levantamento de solos**. Rio de Janeiro: Serv. Nac. Lev. Cons. do Solo, 1979. 83 p. (Série Miscelânea, 1).

_____. Centro Nacional de Pesquisa de Solos. (Rio de Janeiro, RJ). **Sistema brasileiro de classificação de solos**. Brasília: EMBRAPA Produção de Informação; Rio de Janeiro: EMBRAPA Solos, 1999. 412 p. il.

FADEL, H. **Fotointerpretação de bacias e de redes de drenagem de três séries de solos da Fazenda Ipanema, Município de Araçoiaba da Serra (SP)**. 1972. 92 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia) - Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", Universidade de São Paulo, Piracicaba.

FRANÇA, G. V. de. **Interpretação fotográfica de bacias e de redes de drenagem aplicada a solos de região de Piracicaba**. 1968. 151 f. Tese (Doutorado em Agronomia) - Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", Universidade de São Paulo, Piracicaba.

FREIRE, J. C. **Fotointerpretação de redes de drenagem de três solos da região de Altinópolis, Minas Gerais**. 1977. 136 f. Tese (Doutorado em Agronomia) - Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", Universidade de São Paulo, Piracicaba.

FROST, R. E. Photointerpretation of soil. In: AMERICAN SOCIETY OF PHOTOGRAMMETRY. **Manual of photographic interpretation**. Washington, 1960. chap. 5, p. 343-402.

GARCIA, G. J. **Fotointerpretação comparativa de fotografias pancromáticas, coloridas e infravermelhas coloridas (falsa cor)**. 1975. 111 f. Tese (Doutorado em Agronomia) - Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", Universidade de São Paulo, Piracicaba.

GEVAERD, I. **Parâmetros fotoanalíticos de três unidades de solo da região nordeste paranaense**. 1974. 110 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia) - Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", Universidade de São Paulo, Piracicaba.

GOMES, P. F. **Curso de estatística experimental**. 12. ed. Piracicaba: ESALQ/USP, 1987. 467 p.

HARTIGAN, J. A. **Clustering algorithms**. New York: John Wiley & Sons, 1975a.

_____. Printer graphics for clustering. **Journal of Statistical Computation and Simulation**, Virginia, v. 4, n. 3, p. 187-213, 1975b.

HORTON, R. E. Erosional development streams and their drainage basins: hydrophysical approach to quantitative morphology. **Bul. Geol. Soc. Amer.**, Boulder, v. 56, p. 275-370, 1945.

KOFFLER, N. F. **Utilização de imagens aerofotográficas e orbitais no estudo do padrão de drenagem em solos originados de arenito Bauru**. 1976a. 150 f. Dissertação (Mestrado em Sensoriamento Remoto) - Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais, São José dos Campos.

_____. **Análise aerofotográfica da influência da área de amostragem circular na caracterização quantitativa do padrão drenagem**. São José dos Campos: INPE, 1976b. 20 p.

- ROSSI, M. & QUEIROZ NETO, J. P. de. Fotointerpretação de amostras circulares no estudo da distribuição dos solos da bacia hidrográfica do Guaratuba, SP-Brasil.
- LEÃO, S. R. F. **Interpretação fotográfica dos padrões de drenagem desenvolvidos em dois solos do Distrito Federal.** 1972. 110 f. Tese (Mestrado em Agronomia) - Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", Universidade de São Paulo, Piracicaba.
- LEMOS, R. C.; SANTOS, R. D. **Manual de descrição e coleta de solo no campo.** 3. ed. Campinas: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, Serviço Nacional de Levantamento e Conservação de Solos, 1996. 83 p.
- LUEDER, D. R. **Aerial photographic interpretation: principles and applications.** New York: MacGraw-Hill Book, 1959. 462 p.
- MANECHINI, C. **Utilização de fotografias aéreas na comparação de sistemas de amostragem e estudo das redes de drenagem de três solos da região de Tambaú - SP.** 1981. 133 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia) - Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", Universidade de São Paulo, Piracicaba.
- MARCHETTI, D. A. B. **Fotointerpretação de atributos de relevo aplicada a solos da região de Piracicaba.** 1969. 58 f. Tese (Doutorado em Agronomia) - Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", Universidade de São Paulo, Piracicaba.
- OLIVEIRA, J. B. *et al.* **Mapa pedológico do Estado de São Paulo: legenda expandida.** Campinas: Instituto Agrônomo; Rio de Janeiro: EMBRAPA-Solos, 1999. 64 p. (Inclui mapas).
- PARVIS, M. Drainage pattern significance in airphoto identification of soils and bedrocks. **Photogrammetric Engineering**, Bethesda, v. 16, n. 3, p. 387-408, 1950.
- PFEIFER, R. M. **Fotointerpretação de bacias hidrográficas e amostras circulares de redes de drenagem dos solos do Parque Estadual da Ilha do Cardoso (SP).** 1984. 90 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia) - Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", Universidade de São Paulo, Piracicaba.
- _____. **Aplicabilidade de produtos sensores remotos na caracterização fisiográfica para mapeamento de solos.** 1995. 215 f. Tese (Doutorado em Agronomia) - Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", Universidade de São Paulo, Piracicaba.
- POLITANO, W. Estudo fotointerpretativo sobre a morfometria das áreas de dois solos Podzólicos Vermelho-Amarelos. 1980. 169 f. Tese (Doutorado em Agronomia) - Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", Universidade de São Paulo, Piracicaba.
- QUEIROZ NETO, J. P.; KÜPPER, A. Os solos. In: UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO. Departamento de Geografia. **A baixada santista: aspectos geográficos.** São Paulo: USP, 1965. v. 1, p. 67-92.
- RAY, R. G.; FISCHER W. A. Quantitative photography: a geologic research tool. **Photogrammetric Engineering**, Bethesda, v. 26, p. 143-150, 1960.
- ROSSI, M. **Fatores formadores da paisagem litorânea: a bacia do Guaratuba, SP - Brasil.** 1999. 162 f. Tese (Doutorado em Ciências) - Faculdade de Filosofia, Letras, Ciências Humanas, Departamento de Geografia, Universidade de São Paulo.
- _____; PFEIFER, R. M. Pedologia do Parque Estadual da Serra do Mar. I: Levantamento de reconhecimento de solos. **Rev. Inst. Flor.**, São Paulo, v. 3, n. 1, p. 1-44, 1991a.
- _____. Pedologia do Parque Estadual da Serra do Mar. II: Levantamento detalhado de solos. **Rev. Inst. Flor.**, São Paulo, v. 3, n. 1, p. 45-65, 1991b.
- _____; _____.; NALON, M. A. Pedologia do Parque Estadual da Serra do Mar. III: Estudo de bacias hidrográficas. **Rev. Inst. Flor.**, São Paulo, v. 3, n. 1, p. 67-93, 1991a.
- _____. Pedologia do Parque Estadual da Serra do Mar. IV: Estudo de amostras circulares. **Rev. Inst. Flor.**, São Paulo, v. 3, n. 1, p. 95-114, 1991b.
- SMITH, K. G. Standards for grading texture of erosional topography. **Amerc. J. Sci.**, New Haven, v. 248, p. 655-668, 1950.
- SOUZA, M. L. P. **Fotointerpretação de redes de drenagem de três solos com horizonte b latossólico ocorrentes no município de Ponta Grossa - PR.** 1975. 135 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia) - Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", Universidade de São Paulo, Piracicaba.

ROSSI, M. & QUEIROZ NETO, J. P. de. Fotointerpretação de amostras circulares no estudo da distribuição dos solos da bacia hidrográfica do Guaratuba, SP-Brasil.

SPURR, S. H. **Photogrammetry and photointerpretation**. 2. ed. New York: Ronald Press Co., 1960. 465 p.

STRAHLER, A. N. Quantitative analyses of watershed geomorphology transaction. **American Geophysical Union**, Washington, v. 38, p. 913-920, 1957.

VASQUES FILHO, J. **Crerios morfomrtricos aplicados à fotointerpretação de redes de drenagem em trrs unidades de solos no municpio de Piracicaba**. 1972. 113 p. Tese (Doutorado em Agronomia) - Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", Universidade de São Paulo, Piracicaba.