

PEDOLOGIA DO PARQUE ESTADUAL DA SERRA DO MAR
III. FOTOINTERPRETAÇÃO DE BACIAS HIDROGRÁFICAS*

Marcio ROSSI**
Rui Marconi PFEIFER**
Marco Aurélio NALON**

RESUMO

É apresentado o estudo fotointerpretativo de bacias hidrográficas de 3ª ordem de ramificação, da rede de drenagem dos solos do Parque Estadual da Serra do Mar, em Cubatão (São Paulo, Brasil), com o objetivo de estabelecer uma provável relação entre os solos morfogeneticamente distintos, através das características quantitativas do padrão de drenagem. Concluiu-se que os parâmetros que definem os padrões de drenagem mostraram-se eficientes, estatisticamente, na diferenciação das unidades de mapeamento e que a razão de textura foi o melhor índice para a diferenciação dos solos.

Palavras-chave: pedologia, fotointerpretação, redes de drenagem, bacias hidrográficas, Serra do Mar, Cubatão.

ABSTRACT

It is presented the photointerpretation of the third order ramification watershed of the draining network soils in the "Parque Estadual da Serra do Mar", in "Cubatão" (São Paulo State, Brazil), with the objective to establish a probable relation among morphogenetically different soils. It was concluded that the parameters which describe drainage pattern appeared to be good in the differentiation of soil mapping units and, the texture ratio was the most significant index in the soil unit differentiation.

Key words: pedology, photointerpretation, draining network, watershed, "Serra do Mar", "Cubatão".

1 INTRODUÇÃO

Os sistemas fluviais estudados por diversos pesquisadores, principalmente, geólogos, geomorfólogos e pedólogos, revelam que as redes de drenagem refletem certas características dos materiais superficiais sobre os quais se desenvolvem. Esta linha de estudo foi desenvolvida, inicialmente, em bases descritivas, pois a preocupação é descrever as formas do relevo atual ou identificar a natureza dos solos ou das rochas subjacentes. Como resultado, obtém-se a descrição e a classificação de muitos padrões de drenagem, os quais devem ser correlacionados com a natureza dos solos e dos substratos rochosos e/ou com

a presença de estruturas geológicas.

Essas técnicas quando empregadas no estudo de bacias hidrográficas de 3ª ordem de ramificação, permitem inferir sobre o grau de evolução dos solos e quando associadas a hipsometria, constituem em um meio consistente de comparar o estágio de evolução do relevo e das unidades taxonômicas, visto que uma rede de drenagem densa, implica numa infiltração menor de água no solo e num maior deflúvio, isto é, quanto mais desenvolvido for o solo, menos densa será sua rede de drenagem.

À vista do exposto, atualmente o

(*) Aceito para publicação em dezembro de 1991. Trabalho financiado pela Petróleo Brasileiro S.A. (PETROBRÁS).

(**) Instituto Florestal, SP - Caixa Postal, 1322 - 01059-970 - São Paulo, SP, Brasil.

fotografias aéreas vem se tornando freqüente em trabalhos de levantamentos e uso de solos, substituindo com vantagens, as outras bases cartográficas, pela riqueza de detalhes que oferece, eliminando as dificuldades de acesso a determinadas áreas, principalmente, de escarpas e facultando uma visão tridimensional da paisagem.

Baseando-se nesses conceitos, o estudo fotointerpretativo de bacias hidrográficas visa comparar a significância de alguns elementos de reconhecimento, observáveis em fotos aéreas das escarpas da Serra do Mar na região de Cubatão (SP), com ênfase na composição e nas características das redes de drenagem, em termos das diferenças entre os solos e o estabelecimento de critérios quantitativos que possam permitir a separação desses solos por fotointerpretação.

2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

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

MONIZ (1975), salienta que a fotografia aérea desempenha, atualmente, papel proeminente nos levantamentos dos recursos naturais, dentre os quais se incluem os solos, reduzindo os trabalhos de campo e agilizando os levantamentos.

Com o emprego das bases quantitativas para a interpretação de bacias hidrográficas e suas redes de drenagem, através de fotografias aéreas, HORTON (1945), considera a relação infiltração/deflúvio e os processos erosivos, propondo uma definição para a composição da rede de drenagem. Correlaciona o número e o comprimento de rios com as diversas ordens de ramificação da rede, estabelecendo as leis do desenvolvimento dos rios, onde os rios tributários menores, não ramificados, são considerados de

primeira ordem. Assim sendo, a lei dos números expressa a relação entre o número de rios de uma dada ordem e a ordem de ramificação, em termos de uma série geométrica inversa, onde a razão de ramificação (R_b) é a base desta série. A lei dos comprimentos de rios expressa a relação entre os comprimentos médios de rios de cada ordem e a respectiva ordem de ramificação, em termos de uma série geométrica direta, na qual, o primeiro termo é o comprimento médio dos rios de primeira ordem e cuja razão é a razão de comprimento médio.

STRAHLER (1957), com relação a área das bacias, propõe a análise de bacias de mesma ordem de ramificação e conceitua, bacias geometricamente similares, onde todas as medidas de comprimento entre pontos correspondentes conduzem à fixação de uma escala proporcional e todos os ângulos correspondentes são semelhantes (princípio da análise dimensional e semelhança geométrica).

O mesmo autor aplica para comprimentos totais de rios a lei de números de Horton, expressando a relação entre o comprimento total de rios de uma dada ordem de ramificação, em termos de uma série geométrica inversa, onde a razão de comprimento total é a base desta série. Constata ainda, que ao aumentar o valor da densidade de drenagem, diminui, quase que proporcionalmente, o tamanho dos componentes fluviiais das bacias de drenagem.

Para expressar quantitativamente o grau de desenvolvimento da rede de drenagem, HORTON (1945), propõe duas relações: a densidade de drenagem (expressa o comprimento dos rios por unidade de área) e a freqüência de rios (expressa o número de rios das diversas ordens por unidade de área).

RAY (1963), afirma que a densidade de drenagem relaciona-se principalmente com a resistência dos materiais à erosão.

FRANÇA (1968) faz a determina-

ção da razão de textura topográfica modificando a proposta de SMITH (1950) e considera-a como sendo o número total de rios da bacia dividido pelo perímetro da mesma expressando o resultado em quilômetros.

Dentre outros autores, PFEIFER (1984) utilizando-se da fotointerpretação de bacias hidrográficas de rede de drenagem aplicada aos solos do Parque Estadual da Ilha do Cardoso, conclui que a análise quantitativa dos padrões de drenagem mostra-se eficiente para diferenciar os solos morfogeneticamente distintos e que mudanças nas características qualitativas do padrão de drenagem refletem um controle geológico (litológico e/ou estrutural).

O sistema de bacias hidrográficas de 3ª ordem de ramificação por ser uma fonte de informação quantitativa e possuidor de um rico e importante potencial de dados mensuráveis dos aspectos superficiais do terreno, facilitando a análise e comparação das redes de drenagem de solos morfogeneticamente distintos, é adotado dentre outros, por HORTON (1945), STRAHLER (1957), MAXWELL (1955), FRANÇA (1968), FADEL (1972), VASQUES FILHO (1972), GEVAERD (1974) e CARVALHO (1977).

3 MATERIAL E MÉTODOS

Utilizou-se como material básico para a seleção de 15 bacias hidrográficas de 3ª ordem de ramificação, o mapa da rede de drenagem dos solos do Parque Estadual da Serra do Mar - folhas de Santos e Riacho Grande - localizado entre as coordenadas 23°45' e 24°00' de latitude S e 46°15' e 46°35' de longitude W Gr, extraídos das fotografias aéreas do voo de reconhecimento da região, de 1972 e 1985, na escala aproximada de 1:25.000.

Para a observação estereoscópica dos pares de fotografias aéreas foram empregados

estereoscópios de espelhos e de bolso.

A área estudada, que compreende as escarpas da Serra do Mar e parte de seu reverso, coberta pela floresta atlântica, apresenta um embasamento cristalino composto por rochas gnáissicas, filitos, micaxistos e quartzitos.

Os solos predominantes na área são os Cambissolos (Ca), solos em formação e pouco profundos; os Latossolos (LVa), solos desenvolvidos e com boa drenagem interna; os Litossolos (Ra), solos rasos com menos de 0,40 m de profundidade; e os Podzólicos, compostos por um horizonte B textural mais argiloso e um horizonte superficial com menor teor de argila. Esses solos são encontrados em associações com maior ou menor participação de cada um dos tipos mencionados e agrupados em unidades; unidade I que compreende os solos LVa + Ca + Ra; unidade II que compreende Ca + LVa; unidade III composta por LVa + Ca + Ra + PVa; unidade IV que representa os solos Ca + LVa + Ra; e unidade V apresentando os solos LVa + Ca.

Na transferência de detalhes, da foto para o mapa básico, utilizou-se do "aero-skechtmaster".

Para as diversas medições, o curvímetro Derby, a escala triangular, o compasso de ponta seca e o planímetro polar.

Bacia hidrográfica corresponde a uma área fechada, drenada por um curso de água principal e seus afluentes. No presente trabalho foram delimitadas, estereoscopicamente, traçando-se os divisores d'água que circundam as bacias hidrográficas de terceira ordem de ramificação, por serem eficientes no estudo de solos e de formações superficiais, segundo FRANÇA (1968), CARVALHO (1977) e PIEDADE (1980).

Para dar maior segurança às interpretações das comparações efetuadas e maior consistência aos resultados foi aplicado o teste de semelhança geométrica proposto por STRAHLER (1957), modificado por FRANÇA (1968), pelo

qual selecionaram-se 15 (quinze) bacias hidrográficas e os parâmetros utilizados foram os seguintes: maior comprimento e maior largura das bacias; comprimento do rio principal; comprimento total da rede; perímetro e área das bacias.

As medições dos parâmetros dimensionais obedeceram aos seguintes procedimentos:

- maior comprimento (C): medido com compasso de ponta seca e escala, segundo a distância que acompanha, aproximadamente, a direção do vale principal, entre a foz e o ponto sobre a linha do divisor de águas;
- maior largura (L): medida com compasso de ponta seca e escala, segundo a distância correspondente à maior largura que corta transversalmente o vale principal;
- comprimento do rio principal (CP): medido com curvímeter, correspondendo ao percurso do rio principal, da foz até a nascente, acompanhando as suas sinuosidades. O percurso do rio principal, foi determinado de acordo com o sistema de HORTON (1945), para designação das ordens de rios e, em casos de dúvida, pelas duas regras dadas por esse autor: a) partindo da confluência, estender para montante, em linha reta, o curso de água que vinha sendo considerado principal, para além da bifurcação, seguindo a mesma direção. O canal confluyente que apresenta menor ângulo é o de ordem maior; b) se ambos os cursos possuírem o mesmo ângulo, o rio principal será o que possuir maior extensão;
- comprimento total da rede (CR): medido com curvímeter, correspondendo às sinuosidades do rio principal e de seus tributários;
- perímetro (P): medido com curvímeter, correspondendo ao comprimento da linha do divisor de água que circunda a bacia;
- área (A): medida com planímetro, correspondendo à área circunscrita pela linha do divisor de água que delimita a bacia.

Para a análise das redes de drenagem consideraram-se todas as vias de drenagem bem definidas, quer fossem cursos de água permanentes ou temporários. Segundo LUEDER (1959), considerou-se também a presença ou ausência de depressões fechadas ou pequenas lagoas, elementos indicadores do grau de integração da rede de drenagem.

Os elementos das redes de drenagem foram analisados, separadamente e/ou em combinação, de acordo com BURINGH (1960). Foram ainda reunidos em dois grupos, segundo sua natureza, ou seja: aqueles referentes à composição da rede de drenagem e aqueles referentes ao padrão de drenagem.

Na composição das redes de drenagem foram levantados:

- a) ordem de ramificação - os segmentos de rios ou canais de drenagem classificados com base na ordem de ramificação, segundo o sistema de HORTON (1945), modificado por STRAHLER (1957) e designando-se a ordem genericamente com a letra w;
- b) número de segmentos de rios - contados os segmentos de cada ordem e o número total, para cada bacia, sendo designados respectivamente por N_w e N e calculados segundo:
 - média ponderada em relação à área das bacias;
 - equação ajustada por MAXWELL (1955), ($N_w = \log a - w \log b$),
 - lei do número de rios enunciada por HORTON (1945).
- c) razão de bifurcação ou de ramificação, representada por R_b , que define a relação entre o número de segmentos de rios de uma dada ordem e o da ordem imediatamente mais elevada, conforme HORTON (1945). Calculou-se a razão de ramificação média, em cada unidade de solo estudada, utilizando-se a média aritmética dos dados observados nas bacias hidrográficas e a razão de ramificação média, extraída das médias ponderadas dos números

derios de cada ordem, em cada unidade de solo estudado.

Finalmente calculou-se a razão de ramificação, segundo MAXWELL (1955), onde $RB = \text{antilog } b$;

d) comprimentos totais de rios - medidos segundo os comprimentos dos segmentos de rios de cada ordem e o comprimento total da bacia e representados por L_w e L_t , respectivamente. Para os dados observados em cada unidade de solo foram calculados os valores médios do comprimento total de segmentos de rios em ordem e o comprimento total, segundo:

- média ponderada em relação às áreas das bacias;
- equação ajustada por FRANÇA (1968) ($\log L_w = \log a - w \log b$),
- lei dos comprimentos de rios enunciados por HORTON (1945) e modificada por STRAHLER (1957);

e) comprimentos médios de rios - representados por L_m , obtidos pela divisão da soma dos comprimentos de rios de cada ordem (L_w), pelo número de segmentos da respectiva ordem (N_w).

Calculou-se também para cada unidade de solo, o valor médio dos comprimentos médios de segmentos de rios em cada ordem, através de:

- média ponderada em relação à área das bacias;
- equação ajustada por VASQUES FILHO (1972) ($\log L_m = \log a - w \log b$);
- relação L_w/N_w ; L_w antilog b da equação de FRANÇA (1968) e N_w antilog b da equação de MAXWELL (1955),
- lei dos comprimentos de rios, enunciada por HORTON (1945);

f) razão de comprimentos totais - segundo STRAHLER (1957), a relação entre as somas dos comprimentos dos segmentos de rios de uma dada ordem e a da ordem imediatamente superior, designada por Rlw .

Calculou-se também, para cada unidade de solo, os valores médios da razão de comprimentos totais (Rlw), através de:

- média aritmética dos dados observados;
 - média ponderada dos dados observados, em relação à área das bacias,
 - antilog b , da equação ajustada por FRANÇA (1968).
- g) razão de comprimentos médios - segundo HORTON (1945), a relação entre o comprimento médio de segmentos de rios de uma dada ordem e o da ordem imediatamente inferior e designado por Rl .

Para cada unidade de solo, calculou-se ainda os valores médios da razão de comprimentos médios (Rl), por meio de:

- média aritmética dos valores observados;
- média ponderada dos valores observados;
- antilog b da equação ajustada por VASQUES FILHO (1972) e,
- relação proposta por FRANÇA (1968)

$Rl = Rb$ onde:

$$Rlw$$

Rl , Rb e Rlw correspondem ao antilog de b , cujos b foram obtidos pelas respectivas equações ajustadas por VASQUES FILHO (1972), MAXWELL (1955) e FRANÇA (1968). Por analogia, estabeleceu-se que:

$$Rb = Rl \cdot Rlw$$

$$Rlw = \frac{Rb}{Rl}$$

Essas relações foram calculadas para comparar os valores médios obtidos pela razão de ramificação (Rb), razão de comprimentos totais (Rlw) e razão de comprimentos médios (Rl) e os obtidos pelas equações.

Para o número, comprimento total e comprimento médio por unidade de área efe-

tuaram-se as mesmas análises preconizadas pela literatura.

Os cálculos estatísticos seguiram as etapas descritas por GOMES (1960).

A quantificação do padrão de drenagem obedeceu aos seguintes critérios:

- densidade de drenagem: designada por Dd, calculada através da relação entre comprimento total de rios da bacia e a sua respectiva área, segundo HORTON (1945);
- frequência de rios: designada por F, correspondente à relação entre o número total de rios da bacia e a sua respectiva área, segundo HORTON (1945);
- razão de textura: designada por T, calculada através da relação entre o número total de rios da bacia e seu respectivo perímetro, conforme SMITH (1950), com modificação de FRANÇA (1968);
- razão de textura média: designada por Tm, calculada segundo SMITH (1950), com modificação de FRANÇA (1968), pela fórmula: $Tm = (A \cdot T) / A$, onde: Tm = razão de textura média, A = área das bacias em Km² e T = razão de textura de cada bacia hidrográfica;
- textura topográfica: determinada obedecendo-se a proposição de SMITH (1950) e a adaptação de FRANÇA (1968) baseadas na razão de textura média de suas bacias e classificadas utilizando-se os dados da TABELA 1.

TABELA 1 - Parâmetros para classificação da textura topográfica com base nos valores de razão de textura média.

Classes de Textura topográfica	Razão de Textura Média Perímetro expresso em Km
grosseira	abaixo de 2,5
média	2,5 a 6,2
finas	acima de 6,2

4 RESULTADOS

Na FIGURA 1, são apresentadas as 15 (quinze) bacias hidrográficas de 3ª ordem de ramificação, representativas das 5 (cinco) associações de solos mapeadas na área de estudo. Foram selecionadas, portanto, 3 (três) bacias de cada unidade de mapeamento.

As propriedades dimensionais mensuradas das respectivas bacias estão apresentadas na TABELA 2.

Os números de segmentos de rios por unidade de área, em cada ordem de ramificação e o total, encontram-se na TABELA 3; o comprimento total por unidade de área, por ordem de ramificação e o total observado, constam na TABELA 4; e os comprimentos médios por unidade de área, por ordem de ramificação e total, na TABELA 5.

Pela TABELA 6 pode-se observar as equações monologarítmicas, ajustadas para número, comprimento total e comprimento médio de segmentos de rios por unidade de área.

Os valores observados e médios da razão de ramificação, encontram-se na TABELA 7.

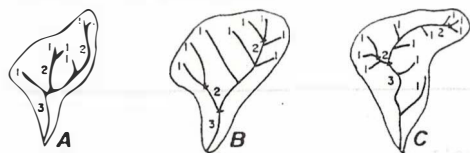
A TABELA 8 mostra os valores observados e médios da razão de comprimentos totais e a TABELA 9 demonstra os valores observados e médios da razão de comprimentos médios.

A TABELA 10 reúne os valores de razão de ramificação (Rb), razão de comprimentos (Rl) e razão de comprimentos totais (Rlw) por diferentes processos de obtenção.

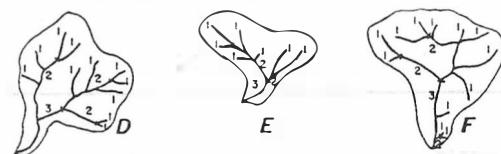
A TABELA 11 reúne os dados de número de segmento de rios, pelos diferentes processos de obtenção: média ponderada, segundo equação de Maxwell e segundo a lei de Horton.

Os comprimentos totais de segmentos de rios obtidos pela média ponderada, equação de França e segundo Strahler, encontram-se na TABELA 12.

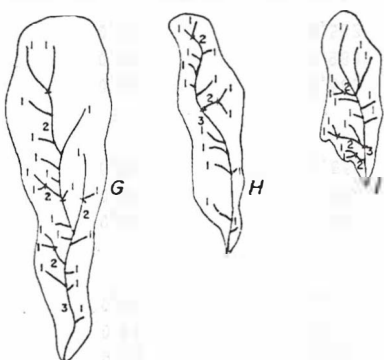
Unidade I (LVa + Ca + Ra)



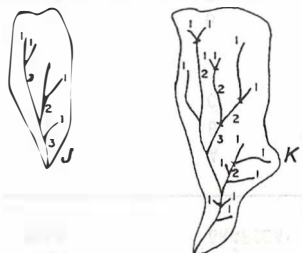
Unidade II (Ca + LVa)



Unidade III (LVa + Ca + Ra + PVa)



Unidade IV (Ca + LVa + Ra)



Unidade V (LVa + Ca)

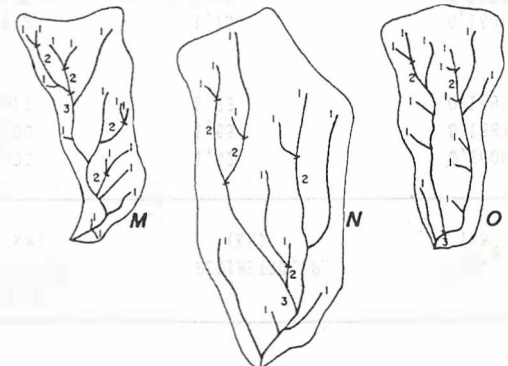


FIGURA 1 - Bacias hidrográficas de 3ª ordem de ramificação representativas das unidades de solo estudadas.

TABELA 2 - Propriedades dimensionais das bacias hidrográficas representativas das unidades de solo estudadas.

UNIDADE DE SOLO	BACIA HIDRO-GRÁFICA	MAIOR COMPRIMENTO, C (KM)	MAIOR LARGURA, L (KM)	COMPRIMENTO DE RIOS		PERÍMETRO, P (KM)	ÁREA, A (KM ²)
				PRINCIPAL, CP (KM)	REDE, CR (KM)		
I	A	0,60	0,28	0,580	0,933	1,42	0,1000
	B	0,64	0,37	0,658	1,500	1,65	0,1583
	C	0,62	0,36	0,700	1,417	1,73	0,1687
II	D	0,59	0,48	0,583	1,692	1,75	0,1604
	E	0,32	0,44	0,483	0,975	1,42	0,1052
	F	0,59	0,57	0,733	1,600	1,76	0,2187
III	G	1,44	0,44	1,333	2,992	3,22	0,4437
	H	1,01	0,28	1,000	1,792	2,25	0,2008
	I	0,72	0,24	0,666	1,750	1,60	0,1167
IV	J	0,66	0,25	0,583	1,000	1,58	0,2133
	K	1,01	0,38	0,983	2,658	2,65	0,4133
	L	0,72	0,29	0,592	1,675	1,75	0,2533
V	M	0,76	0,50	1,016	2,983	2,58	0,2812
	N	1,49	0,67	1,500	5,192	3,65	0,7625
	O	1,01	0,50	0,933	3,117	2,61	0,3312

TABELA 3 - Número de segmentos de rios observados em cada ordem de ramificação e o total por unidade de área das redes de drenagem de bacias hidrográficas representativas das unidades de solo.

UNIDADE DE SOLO	BACIAS HIDRO- GRÁFICAS	NÚMERO TOTAL DE SEGMENTOS DE RIOS POR UNIDADE DE ÁREA			TOTAL
		ORDENS			
		1ª	2ª	3ª	
I	A	60,00	20,00	10,00	90,00
	B	50,54	12,63	6,32	69,49
	C	65,20	11,85	5,93	82,98
	TOTAL	175,74	44,48	22,25	242,47
II	D	68,58	18,70	6,23	93,51
	E	65,91	18,83	9,42	94,16
	F	54,87	13,72	4,57	73,16
	TOTAL	189,36	51,25	20,22	260,83
III	G	47,33	9,01	2,25	58,59
	H	74,70	9,96	4,98	89,64
	I	119,97	25,71	8,57	154,25
	TOTAL	242,00	44,68	15,80	302,48
IV	J	23,44	9,38	4,69	37,51
	K	33,87	9,68	2,42	45,97
	L	35,53	11,84	3,95	51,32
	TOTAL	92,84	30,90	11,06	134,80
V	M	56,90	14,22	3,56	74,68
	N	15,74	5,25	1,31	22,30
	O	45,27	6,04	3,02	51,33
	TOTAL	114,91	25,51	7,89	148,31

TABELA 4 - Comprimento total de segmentos de rios observados em cada ordem de ramificação e o total por unidade de área das redes de drenagem de bacias hidrográficas representativas das unidades de solo.

UNIDADE DE SOLO	BACIAS HIDROGRÁFICAS	NÚMERO TOTAL DE SEGMENTOS DE RIOS POR UNIDADE DE ÁREA		
		ORDENS		
		1ª	2ª	3ª
I	A	2,75	4,83	1,75
	B	5,79	2,63	1,05
	C	4,45	1,98	1,98
	TOTAL	12,99	9,44	4,78
II	D	5,61	3,38	1,56
	E	5,41	2,75	1,49
	F	3,85	2,32	1,14
	TOTAL	14,87	8,45	4,19
III	G	3,57	1,67	1,50
	H	3,94	1,99	2,99
	I	10,00	3,64	1,36
	TOTAL	17,51	7,30	5,85
IV	J	2,15	1,64	0,90
	K	2,82	2,20	1,41
	L	3,88	1,45	1,28
	TOTAL	8,85	5,29	3,59
V	M	5,57	2,37	2,67
	N	4,04	1,64	1,13
	O	5,01	4,28	0,13
	TOTAL	14,62	8,29	3,93

TABELA 5 - Comprimento médio de segmentos de rios em cada ordem de ramificação e o total por unidade de área das redes de drenagem de bacias hidrográficas representativas das unidades de solo.

UNIDADE DE SOLO	BACIAS HIIDRO- GRÁFICAS	COMPRIMENTO MÉDIO DE SEGMENTOS DE RIOS POR UNIDADE DE ÁREA			
		ORDENS			TOTAL
		1 ^a	2 ^a	3 ^a	
I	A	0,46	2,41	1,75	4,62
	B	0,72	1,32	1,05	3,09
	C	0,40	0,99	1,98	3,37
	TOTAL	1,58	4,72	4,78	11,08
II	D	0,51	1,13	1,56	3,20
	E	0,77	1,14	1,49	3,40
	F	0,32	0,77	1,14	2,23
	TOTAL	1,60	3,04	4,19	8,83
III	G	0,17	0,42	1,50	2,09
	H	0,26	1,00	2,99	4,25
	I	0,71	1,21	1,36	3,28
	TOTAL	1,14	2,63	5,85	9,62
IV	J	0,43	0,82	0,90	2,15
	K	0,20	0,55	1,41	2,16
	L	0,43	0,48	1,28	2,19
	TOTAL	1,06	1,85	3,59	6,50
V	M	0,35	0,59	2,67	3,61
	N	0,34	0,41	1,13	1,88
	O	0,36	2,14	0,13	2,63
	TOTAL	1,05	3,14	3,93	8,12

TABELA 6 - Equações ajustadas para número, comprimento total e comprimento médio de segmentos de rios por unidade de área para as bacias hidrográficas das unidades de solo; coeficiente de correlação (r); coeficiente de determinação (r^2); teste t para r (tr); coeficiente de regressão (b); teste t para b (tb) e teste f para regressão (f).

UNIDADE DE SOLO	EQUAÇÃO	r	r^2	tr	b	tb	F
I	Log Nw/A= 2,17-0,45w	-0,9824	0,9651	- 51,25**	0,45	- 5,25**	27,52**
II	Log Nw/A= 2,26-0,49w	-0,9953	0,9906	- 10,26**	0,49	-10,26**	106,44**
III	Log Nw/A= 2,45-0,59w	-0,9907	0,9815	- 7,27**	0,59	- 7,27**	52,81**
IV	Log Nw/A= 1,95-0,46w	-0,9996	0,9992	- 37,74**	0,46	-37,74**	1.424,10**
V	Log Nw/A= 2,14-0,58w	-0,9974	0,9948	- 13,96**	0,58	-13,96**	193,58**
I	Log Lw/A= 0,88-0,22w	-0,9686	0,9577	- 4,76**	0,22	- 4,76**	22,67**
II	Log Lw/A= 0,98-0,27w	-0,9961	0,9962	- 16,12**	0,27	-16,12**	272,85**
III	Log Lw/A= 0,96-0,24w	-0,9456	0,8942	- 2,91*	0,24	- 2,91*	8,44*
IV	Log Lw/A= 0,66-0,20w	-0,9962	0,9924	- 11,36**	0,20	-11,36**	129,63**
V	Log Lw/A= 0,99-0,28w	-0,9967	0,9934	- 12,35**	0,28	-12,35**	156,74**
I	Log Lm/A=-0,44+0,24w	0,8710	0,7586	1,77NS	0,24	1,77NS	3,14NS
II	Log Lm/A=-0,46+0,21w	0,9820	0,9643	5,20**	0,21	5,20**	27,19**
III	Log Lm/A=-0,77+0,35w	0,9996	0,9992	34,50**	0,35	34,50**	1.190,37**
IV	Log Lm/A=-0,72+0,26w	0,9984	0,9968	17,83**	0,26	17,83**	318,07**
I	Log Lm/A=-0,68+0,29w	0,9944	0,8731	2,62*	0,29	2,62*	6,88*

(*) Significativa a nível de 5%

(**) Significativa a nível de 1%

(NS) Não Significativa

TABELA 7 - Valores observados e valores médios da razão de ramificação (Rb) das redes de drenagem representativas das unidades de solo.

UNIDADE DE SOLO	BACIA HIDRO- GRÁFI- CAS	RAZÃO DE RAMIFICAÇÃO (Rb)						MAXWELL (ANTILOG b)
		ORDENS RELACIONADAS				MÉDIA ARIT- MÉTICA	MÉDIA PONDE- RADA	
		W1/W2	W2/W3	W1p/Wp2*	W2p/W3p*			
I	A	3,00	2,00					
	B	4,00	2,00	4,36	2,00	3,11	3,16	2,951
	C	5,50	2,00					
II	D	3,67	3,00					
	E	3,50	2,00	3,16	2,78	3,14	2,97	2,951
	F	4,00	3,00					
III	G	5,25	4,00					
	H	7,50	2,00	5,52	3,32	4,41	4,42	4,266
	I	4,67	3,00					
IV	J	2,50	2,00					
	K	3,50	4,00	3,21	3,23	3,02	3,22	3,630
	L	3,00	3,00					
V	M	4,00	4,00					
	N	3,00	4,00	3,78	3,52	3,91	3,65	3,631
	O	7,00	2,00					

(*) Calculados através de médias ponderadas

TABELA 8 - Valores observados e valores médio da razão de comprimento totais (RLw) das redes de drenagem representativas das unidades de solo.

UNIDADE DE SOLO	BACIA HIDRO- GRÁFI- CAS	RAZÃO DE COMPRIMENTOS TOTAIS (RLw)						FRANÇA (ANTILOG b)
		ORDENS RELACIONADAS				MÉDIA ARIT- MÉTICA	MÉDIA PONDE- RADA	
		W1/W2	W2/W3	W1p/W2p*	W2p/W3p*			
I	A	0,569	2,760					
	B	2,200	2,500	1,754	1,703	1,842	1,728	1,728
	C	2,250	1,000					
II	D	1,662	2,167					
	E	2,379	1,526	1,741	2,005	1,896	1,673	1,862
	F	1,656	2,033					
III	G	2,135	1,112					
	H	1,979	0,667	2,173	1,056	1,819	1,614	1,514
	I	2,745	2,684					
IV	J	1,309	1,826					
	K	1,284	1,557	1,527	1,490	1,600	1,508	1,514
	L	2,682	1,128					
V	M	2,350	0,889					
	N	2,467	1,456	2,075	1,831	5,780	1,953	1,950
	O	1,171	34,005					

(*) Calculados através de médias ponderadas.

TABELA 9 - Valores observados e valores médios de razão de comprimentos médios (Rl) das redes de drenagens representativas das unidades de solo.

UNIDADE DE SOLO	BACIA HIDRO- GRAFI- CAS	RAZÃO DE COMPRIMENTOS MÉDIOS (RL)						
		ORDENS RELACIONADAS				MÉDIA ARIT- MÉTICA	MÉDIA PONDE- RADA	VASQUES FILHO (ANTILOG b)
		W2/W1	W3/W2	W2p/W1p*	W3p/W2p*			
I	A	5,273	0,724					
	B	1,818	0,800	2,491	1,174	2,090	1,832	1,698
	C	2,444	2,000					
II	D	2,207	1,385					
	E	1,471	1,310	2,120	1,415	1,725	1,767	1,738
	F	2,416	1,475					
III	G	2,459	3,596					
	H	3,790	3,000	2,584	3,129	2,672	2,856	2,818
	I	1,700	1,118					
IV	J	1,909	1,095					
	K	2,725	2,569	1,985	2,247	2,038	2,116	2,089
	L	1,119	2,659					
V	M	1,702	4,500					
	N	1,216	2,747	1,979	1,692	2,484	1,835	1,820
	O	5,980	0,059					

(*) Calculados através de médias ponderadas.

TABELA 10 - Valores médios calculados para as razões de armificação (Rb), de comprimentos totais (RLw) e de comprimentos médios (RL) das redes de drenagem representativas das unidades de solo.

UNIDADE DE SOLO		RAZÃO DE RAMIFICAÇÃO (Rb)	RAZÃO DE COMPRIMENTO TOTAL (RLw)	RAZÃO DE COMPRIMENTO MÉDIO (RL)
I	Média Pond. Equação	3,18	1,73	1,83
	(antilog b)	2,95	1,73	1,70
	Relação <u>a</u> /	2,94	1,73	1,70
II	Média Pond. Equação	2,97	1,87	1,77
	(antilog b)	2,95	1,86	1,74
	Relação <u>a</u> /	3,24	1,69	1,59
III	Média Pond. Equação	4,42	1,61	2,86
	(antilog b)	4,27	1,51	2,82
	Relação <u>a</u> /	4,26	1,51	2,83
IV	Média Pond. Equação	3,22	1,51	2,12
	(antilog b)	3,63	1,51	2,09
	Relação <u>a</u> /	3,16	1,74	2,40
V	Média Pond. Equação	3,65	1,95	1,83
	(antilog b)	3,63	1,95	1,82
	Relação <u>a</u> /	3,55	1,99	1,86

$$\underline{a} / \text{RL} = \frac{\text{Rb}}{\text{RLw}}$$

ROSSI, M. & PFEIFER, R. M. Pedologia do Parque Estadual da Serra do Mar III. Levantamento de reconhecimento dos solos.

TABELA 11 - Número de segmentos de rios de cada ordem e números totais calculados através da média ponderada; segundo MAXWELL (1955) e HORTON (1945), para as unidades de solo.

UNIDADE DE SOLO	ORDEM (w)	NÚMERO DE SEGMENTOS DE RIOS EM CADA ORDEM NW		
		MÉDIA PONDERADA	MAXWELL	HORTON
I	1 ^a	8,72	7,59	8,70
	2 ^a	2,00	2,57	2,95
	3 ^a	1,00	0,87	1,00
	TOTAL (N)	11,72	11,03	12,65
II	1 ^a	8,78	8,71	8,70
	2 ^a	2,78	2,95	2,95
	3 ^a	1,00	1,00	1,00
	TOTAL (N)	12,56	12,66	12,65
III	1 ^a	18,34	16,98	18,23
	2 ^a	3,32	3,98	4,27
	3 ^a	1,00	0,93	1,00
	TOTAL (N)	22,66	21,89	23,50
IV	1 ^a	10,38	10,23	13,18
	2 ^a	3,23	3,16	3,63
	3 ^a	1,00	0,98	1,00
	TOTAL (N)	14,61	14,37	17,81
V	1 ^a	13,30	13,18	13,18
	2 ^a	3,52	3,63	3,63
	3 ^a	1,00	1,00	1,00
	TOTAL (N)	17,82	17,81	17,81

Para os comprimentos médios de segmentos de rios, os valores foram obtidos pela média ponderada, equação de VASQUES FILHO, relação L_w/N_w e lei de Horton, que pode-se observar na TABELA 13.

A TABELA 14 demonstra as características quantitativas, a média e o erro padrão da média, bem como as classes de textura topográfica.

As equações de regressão linear entre os parâmetros que definem as características dos padrões de drenagem, juntamente com os coeficientes de correlação (r) e os testes de significância t para b e F para a regressão, encontram-se na TABELA 15. As representações gráficas destas equações, podem ser observadas nas FIGURAS 2 e 3.

TABELA 12 - Comprimentos totais de rios observados em cada ordem e comprimentos totais calculados; média ponderada; segundo FRANÇA (1968) e STRAHLER (1957), para as unidades de solo.

UNIDADE DE SOLO	ORDEM	COMPRIMENTOS TOTAIS DE SEGMENTOS DE RIOS EM CADA ORDEM Lw (km)		
		MÉDIA PONDERADA	FRANÇA	STRAHLER
I	1 ^a	0,70	0,69	0,69
	2 ^a	0,40	0,40	0,40
	3 ^a	0,23	0,23	0,23
	TOTAL (Lt)	1,33	1,32	1,32
II	1 ^a	0,80	0,83	0,80
	2 ^a	0,46	0,45	0,43
	3 ^a	0,23	0,24	0,23
	TOTAL (Lt)	1,49	1,52	1,46
III	1 ^a	1,31	1,17	1,30
	2 ^a	0,60	0,78	0,86
	3 ^a	0,57	0,51	0,57
	TOTAL (Lt)	2,48	2,46	2,73
IV	1 ^a	0,94	0,93	0,94
	2 ^a	0,62	0,62	0,62
	3 ^a	0,41	0,41	0,41
	TOTAL (Lt)	1,97	1,96	1,97
V	1 ^a	2,43	2,40	2,44
	2 ^a	1,17	1,23	1,25
	3 ^a	0,64	0,63	0,64
	TOTAL (Lt)	4,24	4,26	4,33

TABELA 13 - Média ponderada observada; média calculada segundo a equação de VASQUES FILHO; média obtida pela relação Lw/Nw e pela lei de HORTON (1945), para os comprimentos médios de rios das bacias hidrográficas das unidades de solo.

UNIDADE DE SOLO	ORDEM (w)	COMPRIMENTO MÉDIO DE RIOS EM CADA ORDEM, Lm (Km)			
		MÉDIA POND.	VASQUES FILHO	Lw/Nw*	HORTON
I	1ª	0,08	0,09	0,09	0,08
	2ª	0,20	0,15	0,15	0,14
	3ª	0,23	0,26	0,26	0,24
II	1ª	0,08	0,08	0,09	0,08
	2ª	0,16	0,14	0,15	0,14
	3ª	0,23	0,25	0,24	0,24
III	1ª	0,07	0,07	0,07	0,07
	2ª	0,18	0,19	0,19	0,20
	3ª	0,57	0,54	0,55	0,56
IV	1ª	0,09	0,09	0,09	0,09
	2ª	0,18	0,19	0,19	0,19
	3ª	0,41	0,39	0,42	0,40
V	1ª	0,19	0,19	0,18	0,19
	2ª	0,38	0,35	0,34	0,35
	3ª	0,64	0,65	0,63	0,64

$$(*) \text{ Lw/Nw} = \frac{\text{antilog } b \text{ (FRANÇA)}}{\text{antilog } b \text{ (MAXWELL)}}$$

TABELA 14 - Características quantitativas dos padrões de drenagem e as classes de textura topográfica das bacias hidrográficas de terceira ordem de ramificação.

CARACTERÍSTICAS QUANTITATIVAS OBSERVADAS	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O
FREQUÊNCIA DE RIOS (F)	90,0	69,49	82,99	93,52	94,16	59,44	51,84	89,64	154,24	37,50	45,97	51,32	74,68	22,29	51,33
MÉDIA		80,83			82,37			98,57			44,93			49,43	
ERRO PADRÃO DA MÉDIA		6,02			11,47			29,89			4,02			15,15	
DENSIDADE DE DRENAGEM (Dd)	9,33	9,47	8,40	10,55	9,18	7,32	6,74	8,92	14,99	4,69	6,43	6,61	10,61	6,81	9,41
MÉDIA		9,07			9,02			10,22			5,91			8,94	
ERRO PADRÃO DA MÉDIA		0,34			0,94			2,51			0,61			1,12	
RAZÃO DE TEXTURA (T)	6,34	6,67	8,09	8,57	7,04	7,39	7,14	8,00	11,25	5,06	7,17	7,43	8,14	4,66	6,51
MÉDIA		7,03			7,67			8,80			6,55			6,44	
ERRO PADRÃO DA MÉDIA		0,54			0,46			1,25			0,76			1,00	
RAZÃO DE TEXTURA MÉDIA (T _m)		7,15			7,70			8,00			6,73			5,82	
CLASSE DE TEXTURA TOPOGRÁFICA		fina			fina			fina			fina			média	
COMPRIMENTO MÉDIO DE RIOS (L _{mt})	0,104	0,137	0,101	0,113	0,097	0,123	0,130	0,099	0,097	0,125	0,140	0,129	0,142	0,305	0,183
MÉDIA		0,114			0,111			0,109			0,131			0,210	
ERRO PADRÃO DA MÉDIA		0,011			0,007			0,011			0,004			0,049	

TABELA 15 - Relações funcionais entre parâmetros que definem as características dos padrões de drenagem, obtidas para as unidades de solo, bacias hidrográficas; coeficiente de correlação (r); coeficiente de determinação (r^2); teste t para r (tr); coeficiente b da regressão (b); teste t para b (tb) e teste F para a regressão F.

	EQUAÇÃO DE REGRESSÃO	r	r^2	tr	b	tb	F
x - y	F = - 28,13 + 11,51 Dd	0,8802	0,77	6,69**	11,51	6,69**	44,88**
y - x	Dd = 3,83 + 0,07 F	0,8802	0,77				
x - y	F = - 56,96 + 17,57 T	0,8873	0,72	5,75**	17,57	5,75**	33,21**
y - x	T = 4,39 + 0,04 F	0,8473	0,72				
x - y	F = 123,41 - 386,55 Lm	-0,6321	0,40	-2,94*	-386,55	-2,82*	8,07*
y - x	Lm = 0,21 + 0,00 F	-0,6321	0,40				
x - y	Dd = -0,44 + 1,24 T	0,7829	0,61	4,54**	1,24	4,54**	20,59**
y - x	T = 3,04 + 0,49 Dd	0,7829	0,61				
x - y	Dd = 10,46 - 13,55 Lm	-0,2893	0,08	-1,09NS	-13,55NS	-1,08NS	1,18NS
y - x	Lm = 0,19 - 0,01 Dd	-0,2893	0,08				
x - y	T = 9,59 - 16,99 Lm	-0,5754	0,33	-2,54*	-16,99	-2,54*	6,44*
y - x	Lm = 0,28 - 0,02 T	-0,5754	0,33				

(*) Significativo a nível de 5%

(**) Significativo a nível de 1%

(NS) Não significativo

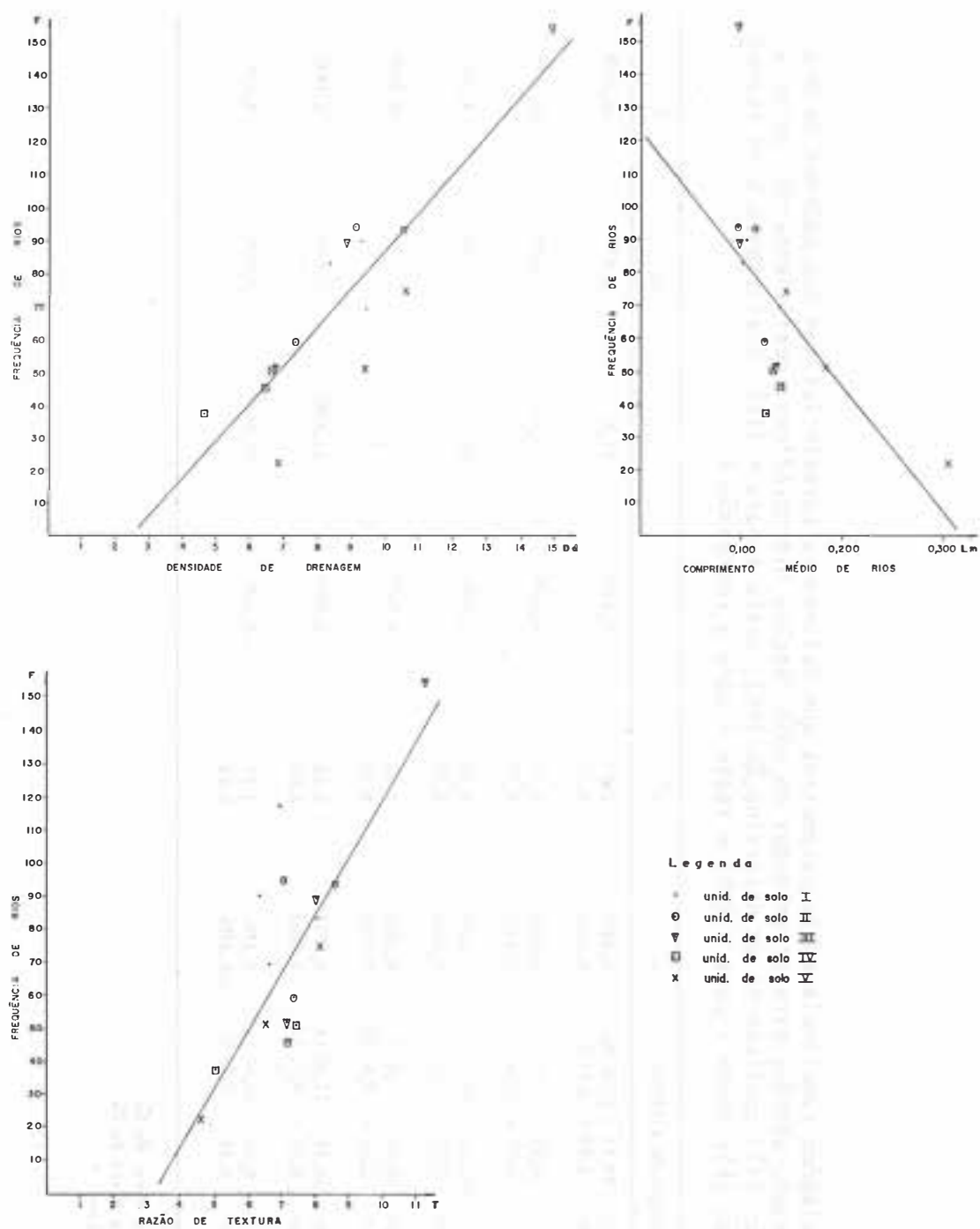


FIGURA 2 Relações Funcionais entre Parâmetros que caracterizam o Padrão de Drenagem de Bacias Hidrográficas de 3ª ordem de ramificação para as unidades de solo.

ROSSI, M. & PFEIFER, R. M. Pedologia do Parque Estadual da Serra do Mar III. Levantamento de reconhecimento dos solos.

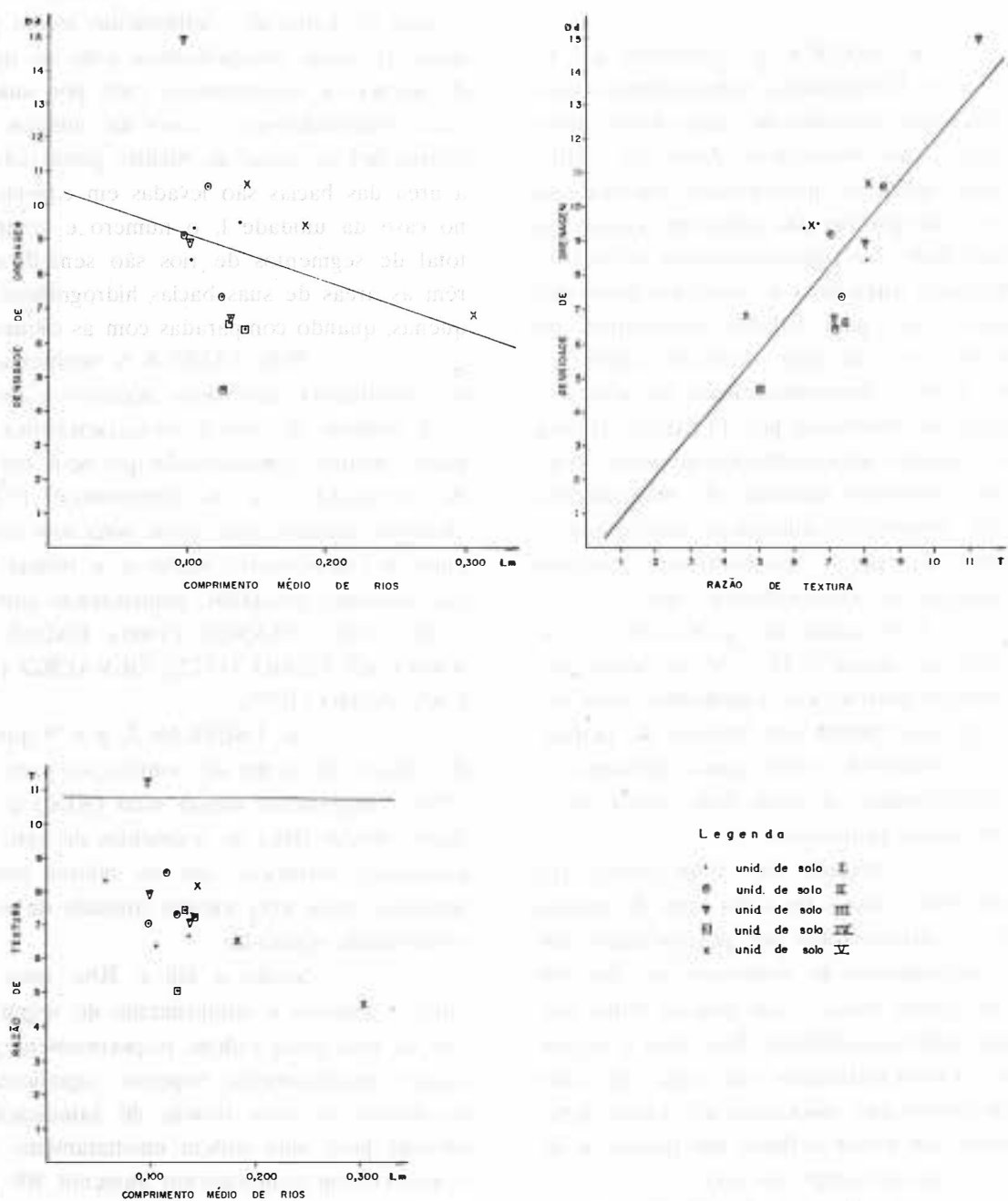


FIGURA 3 - Relações Funcionais entre Parâmetros que caracterizam o Padrão de Drenagem de Bacias Hidrográficas de 3ª ordem de ramificação para as unidades de solo.

5 DISCUSSÃO

A FIGURA 1, apresenta as 15 (quinze) bacias hidrográficas, representativas (três a três) das cinco unidades de mapeamento estudadas, com a qual obteve-se os dados da TABELA 2. Esta, reúne as propriedades dimensionais das bacias hidrográficas das diferentes classes de solos, cujos dados, se considerados em valores totais, conseguem diferenciar as unidades taxonômicas. Nota-se que para valores semelhantes do comprimento total da rede, ocorrem valores semelhantes para o comprimento do rio principal, discordando do observado por PFEIFER (1984), fato este explicado pela ocorrência de solos semelhantes nas diferentes unidades de mapeamento, porém em proporções diferentes, sendo que o comprimento da rede, é um dado que evidencia bem a distinção das classes desses solos.

Pelo exame das TABELAS 3 e 4, nota-se que nas áreas I, II e V, os solos possuem condições hidrológicas semelhantes, uma vez que a expressão comum em unidade de mapeamento é o cambissolo, solos pouco profundos e pouco desenvolvidos, o qual, nas outras áreas ocorre em menor proporção.

A unidade de mapeamento III, constituída pelas classes de solos com B textural e Litólicos é caracterizada por possuir maior número e comprimento de segmentos de rios em relação às demais áreas, o que implica numa baixa relação infiltração/deflúvio. Esse fato é decorrente da representatividade em área de solos pouco profundos que associados ao relevo íngreme, permite um maior deflúvio em relação a infiltração de água no corpo do solo.

A unidade de mapeamento IV, com dados menores de número e comprimento de segmentos de rios, caracteriza uma relação infiltração/deflúvio elevada, determinando classes de solos bem desenvolvidas e possuidoras de boa permeabilidade.

Observando-se a TABELA 5, nota-se que os dados de comprimento médio por unidade de área, assemelham-se com as discussões de número e comprimento total por unidade de área, excetuando-se o caso da unidade I. Isto ocorre por se tratar de médias ponderadas, onde a área das bacias são levadas em consideração e no caso da unidade I, o número e comprimento total de segmentos de rios são semelhantes, porém as áreas de suas bacias hidrográficas são pequenas, quando comparadas com as demais.

Pela TABELA 6, verifica-se que a não significância dos dados manteve-se apenas para a unidade de solo I, na característica comprimento médio. Considerando que seus coeficientes de correlação (r) e de determinação (r^2) foram elevados, aceita-se que existe uma alta correlação entre o comprimento médio e a ordem de rios das unidades estudadas, concordando com HORTON (1945), FRANÇA (1968), FADEL (1972), VASQUES FILHO (1972), GEVAERD (1974) e CARVALHO (1977).

As TABELAS 7, 8 e 9 que tratam do cálculo da razão de ramificação para número (R_b), comprimento médio total (RL_w) e comprimento médio (RL) de segmentos de rios, quando analisadas, verifica-se que os valores estão bem próximos, para uma mesma unidade de solo, não conseguindo separá-las.

Sendo a R_b e RL_w , uma relação entre o número e comprimento de segmentos de rios de uma dada ordem, respectivamente, e o da ordem imediatamente superior, significando que ao passar de uma ordem de ramificação mais elevada para uma ordem imediatamente inferior, o número ou comprimento aumenta R_b ou RL_w vezes.

No caso, tanto as equações de MAXWELL, FRANÇA quanto de VASQUES FILHO, não são significativas, isto é, não há interdependência entre os parâmetros comparados, implicando que não seguem a lei de HORTON e a

rede hidrográfica é controlada pela rocha subjacente: litológico ou estrutural.

A TABELA 10 que apresenta os valores médios calculados para as razões de ramificação (Rb), de comprimento total (RLw) e comprimento médio (RL) dos segmentos de rios comprovam que os critérios de obtenção das razões são, praticamente, equivalentes dentro de uma mesma unidade de solo, o que concorda com MAXWELL (1955), STRAHLER (1957), FRANÇA (1968), VASQUES FILHO (1972) e CARVALHO (1977).

Reunindo processos diferentes de obtenção dos valores estudados, a TABELA 11 mostra o número de segmentos de rios por ordem de ramificação e total; a TABELA 12 indica o comprimento de segmentos de rios por ordem de ramificação e total e a TABELA 13 demonstra o comprimento médio de segmentos de rios por ordem de ramificação, as quais sugerem que os diferentes métodos utilizados resultam em valores muito semelhantes, indicando que qualquer um desses processos podem ser adotados no estudo de bacias.

A análise da TABELA 14 revela as maiores médias de densidade de drenagem e frequência de rios para a área III, que apresenta os Podzólicos e Litólicos, implicando numa baixa relação infiltração/deflúvio. Menores médias, para a área IV, que apresenta uma grande expressão de Latossolos, o que implica numa alta relação infiltração/deflúvio. E valores intermediários para as áreas I, II e V, que apresentam os Cambissolos como fator comum.

Em decorrência da área estudada possuir valores elevados de razão de textura média, as classes de textura topográfica preconizadas na literatura e utilizadas neste trabalho, não permitem a distinção das unidades de mapeamento, enquadrando-se na classe de textura topográfica fina, com exceção da área V que enquadra-se na classe de textura média, concordando com FRAN-

ÇA (1968) e comprovando PFEIFER (1984).

Para verificação conjunta dos parâmetros do padrão de drenagem na diferenciação das unidades de mapeamento, foram obtidas relações funcionais entre esses parâmetros. Pela análise da TABELA 15, pode-se constatar que o coeficiente de correlação r é elevado para as correlações, F vs Dd; F vs T e Dd vs T e os valores obtidos para essas correlações são respectivamente: 0,8802; 0,8473; 0,7829, indicando uma alta interdependência e uma relação diretamente proporcional entre os parâmetros. Os valores do teste F para a regressão, são significativos ao nível de 1% de probabilidade, demonstrando um bom ajuste das equações para as unidades de mapeamento estudadas, concordando com CARVALHO (1977).

As representações gráficas das regressões gerais obtidas a partir dos valores de Dd vs F, F vs T e Dd vs T (FIGURAS 2 e 3), não permitem estabelecer na reta, posições características para cada unidade de mapeamento, provavelmente em decorrência de ocorrerem nas bacias os mesmos tipos de solo, porém em proporções de área diferentes.

As relações entre os parâmetros do padrão de drenagem com o comprimento médio dos segmentos de rios, mostram-se significativos à nível de 1% e 5% de probabilidade, com exceção da Dd vs Lm, onde o coeficiente de correlação é baixo (-0,2873) e os dados não significativos.

6 CONCLUSÃO

De acordo com a metodologia de trabalho empregada e às condições do desenvolvimento pode-se concluir que o maior número e comprimento de segmentos de rios, implica em uma relação infiltração/deflúvio menor, conferindo maior densidade de drenagem à área III com Podzólicos e Litossolos, menor à área IV com Latossolos e valores intermediários para as áreas

I, II e V com Cambissolos.

A análise quantitativa dos padrões de drenagem mostra-se eficiente para a diferenciação entre os solos, com significância estatística.

O parâmetro número de segmentos de rios correlacionados com a ordem de ramificação, apresenta sensibilidade na diferenciação das unidades de solo.

Quando o comprimento total de segmentos de rios, das ordens de ramificação, não seguem a lei de HORTON e não se ajustam à equação proposta por FRANÇA, sugere-se a presença de controle geológico.

Os parâmetros quantitativos que definem os padrões de drenagem mostram-se significativos para diferenciar as unidades de solo, sendo que a razão de textura é o índice mais eficiente nesse tipo de amostragem.

Dado o mapeamento de solos utilizado estar a nível de associação e o número de amostragens ter sido reduzido, deve ter ocorrido áreas com predomínio de um dos tipos de solos, mascarando algumas conclusões.

7 AGRADECIMENTOS

A PETRÓLEO BRASILEIRO S/A, pela oportunidade oferecida através do auxílio financeiro prestado à pesquisa.

À Prof^a Dr^a Wolmar Aparecida Carvalho, pela amizade e colaboração na discussão dos resultados.

À Arquiteta Ida Helena del Cali, pela dedicação e destreza na confecção das figuras.

Às Escriturárias Neide Capocci e Helena de Oliveira Barretta, pelo carinho e dedicação na datilografia.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BURINGH, P. 1960. The applications of aerial

photographs in soil surveys. In: AMERICAN SOCIETY OF PHOTOGRAMMETRY.

Manual of Photographic Interpretation Washington, Chap. 11, appendix A, p. 633-666.

CARVALHO, W.A. 1977. *Fotointerpretação de Bacias Hidrográficas e Amostras Circulares de Redes de Drenagem de Solos com Horizonte B Textural* Piracicaba, ESALQ/USP. 126p. (Tese de Doutorado).

FADEL, H. 1972. *Fotointerpretação de Bacias e de Redes de Drenagem de Três Séries de Solos da Fazenda Ipanema, Município de Araçoiaba da Serra (SP)*. Piracicaba, ESALQ/USP. 92p. (Dissertação de Mestrado).

FRANÇA, G.V. de, 1968. *Interpretação Fotográfica de Bacias e de Redes de Drenagem Aplicada a Solos da Região de Piracicaba*. Piracicaba, ESALQ/USP. 151p. (Tese de Doutorado).

FROST, R.E. 1960. Photointerpretation of soils. In: AMERICAN SOCIETY OF PHOTOGRAMMETRY. *Manual of Photographic Interpretation* Washington, Chap. 5, p. 343-402.

GEVAERD, I. 1974. *Parâmetros Fotoanalíticos de Três Unidades de Solo da Região Nordeste Paranaense*. Piracicaba, ESALQ/USP. 110p. (Dissertação de Mestrado).

GOMES, F.P. 1960. *Curso de Estatística Experimental* São Paulo, Supertipo Ltda. 229p.

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

LUEDER, D.R. 1959. *Aerial Photographic Interpretation: Principles and applications*. New York, McGraw-Hill Book Co. Inc. 462p.

MAXWELL, J.C. 1955. The bifurcation ratio in Horton's law of stream number (abstract). *Trans. Amer. Geophys. Union*, Washington, 36 : 520.

ROSSI, M. & PFEIFER, R. M. Pedologia do Parque Estadual da Serra do Mar III. Levantamento de reconhecimento dos solos.

MONIZ, A.C., Coord. 1975. *Elementos de Pedologia*. Rio de Janeiro, Livros Técnicos e Científicos. 459p.

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).

PIEDADE, G.C.R. 1980. *Evolução de Voçorocas em Bacias Hidrográficas do Município de Botucatu, SP*. Botucatu, FCAB/UNESP. 161 p. (Tese de Livre-Docência).

RAY, R.G. 1963. *Fotografias aéreas na interpretação e mapeamento geológico*. São Paulo, Inst. Geogr. e Geol. 88 p. (Trad. de J. Felcissimo).

SMITH, K.G. 1950. Standards for grading texture of erosional topography. *Amer. J. Sci., New Aveni*, 248: 655-668.

STRAHLER, A.N. 1957. Quantitative analyses of watershed geomorphology transaction american geophysical. *Union*, New Haven, 38: 913-920.

VASQUES FILHO, J. 1972. *Crítérios Morfométricos Aplicados à Fotointerpretação de Redes de Drenagem em Três Unidades de Solos no Município de Piracicaba*. Piracicaba, ESALQ/USP. 113p. (Tese de Doutorado).