**UTILIZAÇÃO DE PARÂMETROS DE DRENAGEM COM O AUXÍLIO
DE FOTOGRAFIAS AÉREAS, NA CARACTERIZAÇÃO DE SOLOS
DESENVOLVIDOS DE ROCHAS ERUPTIVAS, NO ESTADO DO PARANÁ**

JOSÉ ALEXANDRE MELO DEMATTÊ

Engenheiro Agrônomo

Orientador: Dr. Valdemar Antônio Demétrio

Dissertação apresentada à Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz" da Universidade de São Paulo, para obtenção do Título de Mestre em Agronomia - área de concentração: "Solos e Nutrição de Plantas"

**PIRACICABA
Estado de São Paulo - Brasil
Dezembro, 1992**

Ficha catalográfica preparada pela Seção de Livros da
Divisão de Biblioteca e Documentação - PCAP/USP

D372u Demattê, José Alexandre Melo
Utilização de parâmetros de drenagem com o auxílio de
fotografias aéreas, na caracterização de solos desenvolvi-
dos de rochas eruptivas, no Estado do Paraná. Piracicaba, 1992.

141p.

Diss.(Mestre) - ESALQ
Bibliografia.

1. Drenagem - Rede - Paraná 2. Fotografia aérea - Paraná 3. Rocha ígnea - Paraná 4. Solo - Fotointerpretação - Paraná 5. Solo - Levantamento - Paraná I. Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Piracicaba

CDD 631.47

UTILIZAÇÃO DE PARÂMETROS DE DRENAGEM COM O AUXÍLIO
DE FOTOGRAFIAS AÉREAS, NA CARACTERIZAÇÃO DE SOLOS
DESENVOLVIDOS DE ROCHAS ERUPTIVAS, NO ESTADO DO PARANÁ

JOSÉ ALEXANDRE MELO DEMATTÊ

Aprovada em: 22 / 12 / 1992

Comissão julgadora:

Prof. Dr. Valdemar Antônio Demétrio

ESALQ/USP

Prof. Dr. Rafael Roberto Aloisi

ESALQ/USP

Prof. Dr. Walter Politano

UNESP

Prof. Dr. Valdemar Antônio Demétrio
(Orientador)

A meus pais,
José Luiz e Rosalda Demattê

AGRADEÇO

A minha irmã Érica
e espôsa Teresa Cristina

DEDICO

AGRADECIMENTOS

Ao Prof. Dr. JOSÉ LUIZ IORIATTI DEMATTÊ, pelo incentivo, colaboração e apoio irrestrito em todos os momentos;

Ao Prof. Dr. VALDEMAR ANTÔNIO DEMÉTRIO, pela valiosa orientação;

Ao Prof. Dr. GERALDO VICTORINO DE FRANÇA, pelas sugestões dadas e por ter me iniciado nessa área;

À FUNDAÇÃO DE AMPARO A PESQUISA DO ESTADO DE SÃO PAULO - FAPESP, pelo auxílio financeiro prestado na execução deste trabalho e a atenção dispensada;

AO INSTITUTO DE TERRAS, CARTOGRAFIA E FLORESTAS DE CURITIBA - PR, por terem gentilmente cedido as fotografias aéreas, sem as quais este trabalho não poderia ser realizado e

À funcionária do Departamento de Ciência do Solo da ESALQ/USP, Marta Sueli de Campos Ferraz, pelo auxílio na digitação do trabalho e

A todos aqueles que direta ou indiretamente contribuíram para a realização deste trabalho.

SUMÁRIO

	Página
LISTA DE FIGURAS	vi
LISTA DE TABELAS	x
RESUMO	xvi
SUMMARY	xix
1. INTRODUÇÃO	1
2. REVISÃO DE LITERATURA	4
3. MATERIAL E MÉTODOS	13
3.1. Localização e descrição geral das áreas de estudo	13
3.2. Solos estudados	16
3.3. Geologia e fisiografia das áreas	18
3.4. Características climáticas	20
3.5. Mapa de solos e fotografias aéreas utili- zadas	21
3.6. Seleção das áreas de estudo e obtenção dos mapas de drenagem	24
3.7. Seleção preliminar das bacias hidrográficas e medições dos parâmetros dimensionais	26
3.8. Análise da rede de drenagem das bacias hi- drográficas	28
3.9. Características do padrão de drenagem	30
3.10. Amostras circulares	32
4. RESULTADOS	34
4.1. Características das bacias hidrográficas ..	34
4.2. Características das amostras circulares ...	36
5. DISCUSSÃO DOS RESULTADOS	99
5.1. Distribuição dos solos na paisagem	100
5.2. Características das bacias hidrográficas...	103
5.3. Características das amostras circulares ...	115

5.4. Características quantitativas dos padrões de drenagem das áreas de solos desenvolvidos de rochas ácidas	121
5.5. Comparação entre os resultados dos padrões de drenagem de solos originados de basalto e solos originados de rochas ácidas	124
5.6. Relações entre os índices de intemperismo e os padrões de drenagem	126
6. CONCLUSÕES	130
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	133

L I S T A D E F I G U R A S

FIGURA	Página
3.1. Regiões geográficas naturais do estado do Paraná, e a localização das principais regiões estudadas	14
3.2a. Tipos climáticos do Paraná (Adaptado de EMBRAPA, 1984)	22
3.2b. Carta do regime de chuvas (Adaptado de EMBRAPA, 1984), com a localização das regiões estudadas: 1 Jataizinho, 2 Formosa D'Oeste, 3 Corbélia e 4 Guarapuava	23
3.3. Método de designação das ordens de rios adaptados de STRAHLER (1957)	29
4.1. Bacias Hidrográficas 1, 2, 3, 4 e 6 (1º GRUPO) e bacia 10 (2º GRUPO), representativas dos solos da Área 1 (Brunizem Avermelhado)	38
4.2. Bacias Hidrográficas 11 e 30 (2º GRUPO); bacias 25, 26 e 27 (3º GRUPO), representativas dos solos da Área 1 (Brunizem Avermelhado) ...	39
4.3. Bacias Hidrográficas 7, 9 e 18 (1º GRUPO), representativas dos solos da Área 2 (Terra Roxa Estruturada)	40
4.4. Bacias Hidrográficas intermediárias da Área 2 representando: bacia 23 intermediária para Brunizem Avermelhado (34,9% TE; 65,1% BV) e bacia 17 intermediária para Latossolo Roxo (64,3% TE; 35,7% LR)	41
4.5. Bacias Hidrográficas intermediárias da Área 2 representando: bacia 16, 1º GRUPO para Latossolo Roxo (65,5% TE; 34,5% LR); bacia 34, 2º GRUPO para Latossolo Roxo (75,2% TE; 24,8% LR) e bacia 29, 2º GRUPO para Latossolo Roxo (36,5% TE; 63,5% LR)	42

FIGURA

Página

4.6.	Bacias Hidrográficas representativas dos solos da Área 3 (Latossolo Roxo): bacia 10 (1º GRUPO); bacia 3 (2º GRUPO) e bacia 14 (3º GRUPO).	43
4.7.	Bacia Hidrográfica representativa dos solos da Área 3 (Latossolo Roxo): bacia 13 (3º GRUPO)	44
4.8.	Bacia Hidrográfica representativa do solo da Área 3 (Latossolo Roxo): bacia 11 (4º GRUPO) .	45
4.9.	Bacias Hidrográficas 2, 7 e 11 (1º GRUPO), representativas dos solos da Área 4 (Latossolo Bruno)	46
4.10.	Bacias Hidrográficas 14 e 15 (2º GRUPO), representativas dos solos da Área 4 (Latossolo Bruno)	47
4.11.	Bacias Hidrográficas 4, 5 e 10 (3º GRUPO), representativas dos solos da Área 4 (Latossolo Bruno)	48
4.12.	Bacias Hidrográficas 13 e 16 (4º GRUPO), representativas dos solos da Área 4 (Latossolo Bruno)	49
4.13.	Bacias Hidrográficas 6, 9, 17, 19, 32 e 41 (1º GRUPO); bacias 34 e 37 (2º GRUPO) e bacias 13, 16 e 18 (3º GRUPO), representativas dos solos da Área 5 (Terra Bruna Estruturada)	50
4.14.	Amostras circulares (10 Km ²), representativas de solos da Área 1 (Brunizem Avermelhado): amostras nº 7 e 9 localizadas ao Norte	51
4.15.	Amostras circulares (10 Km ²), representativas de solos da Área 1 (Brunizem Avermelhado): amostras nº 2 e 4 localizadas ao Sul	52

FIGURA	Página
4.16. Amostras circulares (10 Km ²), representativas de solos da Área 2 (Terra Roxa Estruturada): amostras nº 1 e 2	53
4.17. Amostras circulares (10 Km ²), representativas de solos da Área 2 (Terra Roxa Estruturada): amostras nº 4 e 5	54
4.18. Amostras circulares (10 Km ²), representativas de solos da Área 2: amostra nº 7 representando 100% TE e amostra nº 3 representando 14,67% TE e 85,33% LR	55
4.19. Amostras circulares (10 Km ²), representativas de solos da Área 3 (Latossolo Roxo distrófico): amostras nº 2 e 3	56
4.20. Amostras circulares (10 Km ²), representativas de solos da Área 3 (Latossolo Roxo distrófico): amostras nº 4 e 5	57
4.21. Amostras circulares (10 Km ²), representativas de solos da Área 3 (Latossolo Roxo álico): amostras nº 9 e 11	58
4.22. Amostras circulares (10 Km ²), representativas de solos da Área 4 (Latossolo Bruno): amostras nº 1 e 2	59
4.23. Amostras circulares (10 Km ²), representativas de solos da Área 4 (Latossolo Bruno): amostras nº 3 e 5	60
4.24. Amostras circulares (10 Km ²), representativas de solos da Área 4 (Latossolo Bruno): amostras nº 6 e 8	61

FIGURA

Página

4.25.	Amostras circulares (10 Km^2), representativas de solos da Área 5 (Terra Bruna Estruturada): amostras nº 1 e 2	62
4.26.	Amostras circulares (10 Km^2), representativas de solos da Área 5 (Terra Bruna Estruturada): amostras nº 3 e 4	63
4.27.	Relações funcionais entre parâmetros que definem as características dos padrões de drenagem em Bacias Hidrográficas, obtidas para as unidades de solos das Áreas 1 (BV), 2 (TE) e 3 (LR): gráficos A, B e C; Áreas 4 (LB) e 5 (TB): gráficos D, E e F	64
4.28.	Relações funcionais entre parâmetros que definem as características dos padrões de drenagem em Amostras Circulares, obtidas para as unidades de solos das Áreas 1 (BV), 2 (TE) e 3 (LR): gráficos G e H; Áreas 4 (LB) e 5 (TB): gráficos I e J	65

L I S T A D E T A B E L A S

TABELA	Página
3.1. Localizações geográfica e fisiográfica dos principais municípios correspondentes aos solos estudados, e as respectivas áreas aproximadas.....	15
3.2. Principais características dos solos estudados de acordo com as Áreas selecionadas.....	17
3.3. Classes de textura topográfica com base nos valores de razão de textura média (FRANÇA, 1968)	32
4.1. Propriedades dimensionais das Bacias Hidrográficas selecionadas, representativas das unidades de solos da Área 1 (Brunizem avermelhado)	66
4.2. Propriedades dimensionais das Bacias Hidrográficas selecionadas, representativas das unidades de solos da Área 2 (Terra Roxa Estruturada)	67
4.3. Propriedades dimensionais das Bacias Hidrográficas selecionadas, representativas das unidades de solos da Área 3 (Latossolo Roxo)	68
4.4. Análise dimensional e semelhança geométrica aplicadas às Bacias Hidrográficas representativas das unidades de solos da Área 1 (Bruni-Avermelhado)	69
4.5. Análise dimensional e semelhança geométrica aplicadas às Bacias Hidrográficas representativas das unidades de solos da Área 2 (Terra Roxa Estruturada)	70

TABELA

Página

4.6.	Análise dimensional e semelhança geométrica aplicadas às Bacias Hidrográficas representativas das unidades de solos da Área 3 (Latossolo Roxo)	71
4.7.	Número de segmentos de rios observados em cada ordem de ramificação e o total para as Bacias Hidrográficas representativas de solos da Área 1 (Brunizem Avermelhado)	72
4.8.	Número de segmentos de rios observados em cada ordem de ramificação e o total para as Bacias Hidrográficas representativas de solos da Área 2 (Terra Roxa Estruturada)	73
4.9.	Número de segmentos de rios observados em cada ordem de ramificação e o total para as Bacias Hidrográficas representativas de solos da Área 3 (Latossolo Roxo)	74
4.10.	Comprimentos totais de segmentos de rios em cada ordem; comprimentos totais observados em cada Bacia Hidrográfica; médias ponderadas para as unidades de solo da Área 1 (Brunizem Avermelhado)	75
4.11.	Comprimentos totais de segmentos de rios em cada ordem; comprimentos totais observados em cada Bacia Hidrográfica; médias ponderadas para as unidades de solo da Área 2 (Terra Roxa Estruturada)	76
4.12.	Comprimentos totais de segmentos de rios em cada ordem; comprimentos totais observados em cada Bacia Hidrográfica; médias ponderadas para as unidades de solo da Área 3 (Latossolo Roxo)	77

TABELA

Página

4.13. Comprimento médio de canais (Lm), características quantitativas dos padrões de drenagem e as classes de textura topográfica das Bacias Hidrográficas representativas das unidades de solo da Área 1 (Brunizem avermelhado)	78
4.14. Comprimento médio de canais (Lm), características quantitativas dos padrões de drenagem e as classes de textura topográfica das Bacias Hidrográficas representativas das unidades de solo da Área 2 (Terra Roxa Estruturada)	79
4.15. Comprimento médio de canais (Lm), características quantitativas dos padrões de drenagem e as classes de textura topográfica das Bacias Hidrográficas representativas das unidades de solo da Área 3 (Latossolo Roxo)	80
4.16. Características descritivas das redes de drenagem (LUEDER, 1959 e Tipo segundo PARVIS, 1950) dos solos localizados nas Áreas estudadas	81
4.17. Características quantitativas dos padrões de drenagem, classes de textura topográfica das Bacias Hidrográficas representativas dos solos das Áreas estudadas	82
4.18. Relações funcionais entre parâmetros que definem as características dos padrões de drenagem, obtidas para as unidades de solos: coeficiente de determinação (r^2) e a regressão	83

TABELA

Página

4.19. Número de segmentos de rios de 1ª ordem; comprimento total de segmentos de rios; características quantitativas dos padrões de drenagem e as classes de textura topográfica das amostras circulares representativas das unidades de solos da Área 1 (Brunizem Avermelhado)	84
4.20. Número de segmentos de rios de 1ª ordem; comprimento total de segmentos de rios; características quantitativas dos padrões de drenagem e as classes de textura topográfica das amostras circulares representativas das unidades de solos da Área 2 (Terra Roxa Estruturada) ..	85
4.21. Número de segmentos de rios de 1ª ordem; comprimento total de segmentos de rios; características quantitativas dos padrões de drenagem e as classes de textura topográfica das amostras circulares representativas das unidades de solos da Área 3 (Latossolo Roxo)	86
4.22. Propriedades dimensionais das Bacias Hidrográficas selecionadas, representativas das unidades de solos da Área 4 (Latossolo Bruno)	87
4.23. Propriedades dimensionais das Bacias Hidrográficas selecionadas, representativas das unidades de solos da Área 5 (Terra Bruna Estruturada)	88
4.24. Análise dimensional e semelhança geométrica aplicadas às Bacias Hidrográficas representativas das unidades de solos da Área 4 (Latossolo Bruno)	89

TABELA

Página

4.25. Análise dimensional e semelhança geométrica aplicadas às Bacias Hidrográficas representativas das unidades de solos da Área 5 (Terra Bruna Estruturada)	90
4.26. Número de segmentos de rios observados em cada ordem de ramificação e o total para as Bacias Hidrográficas representativas das unidades de solos da Área 4 (Latosolo Bruno)	91
4.27. Número de segmentos de rios observados em cada ordem de ramificação e o total para as Bacias Hidrográficas representativas das unidades de solos da Área 5 (Terra Bruna Estruturada)	92
4.28. Comprimentos totais de segmentos de rios em cada ordem; comprimentos totais observados em cada Bacia Hidrográfica; médias ponderadas para as unidades de solo da Área 4 (Latosolo Bruno)	93
4.29. Comprimentos totais de segmentos de rios em cada ordem; comprimentos totais observados em cada Bacia Hidrográfica; médias ponderadas para as unidades de solo da Área 5 (Terra Bruna Estruturada)	94
4.30. Comprimento médio de canais (Lm), características quantitativas dos padrões de drenagem e as classes de textura topográfica das Bacias Hidrográficas representativas das unidades de solo da Área 4 (Latosolo Bruno)	95

TABELA

Página

4.31. Comprimento médio de canais (Lm), características quantitativas dos padrões de drenagem e as classes de textura topográfica das Bacias Hidrográficas representativas das unidades de solo da Área 5 (Terra Bruna Estruturada)	96
4.32. Número de segmentos de rios de 1ª ordem; comprimento total de rios; características quantitativas dos padrões de drenagem e as classes de textura topográfica das amostras circulares representativas das unidades de solos da Área 4 (Latosolo Bruno)	97
4.33. Número de segmentos de rios de 1ª ordem; comprimento total de rios; características quantitativas dos padrões de drenagem e as classes de textura topográfica das amostras circulares representativas das unidades de solos da Área 5 (Terra Bruna Estruturada)	97
4.34. Características quantitativas dos padrões de drenagem e as classes de textura topográfica das amostras circulares representativas dos solos das 5 Áreas estudadas	98
4.35. Densidade de drenagem de bacias e amostras circulares e índices de intemperismo das unidades de solos estudados	129

UTILIZAÇÃO DE PADRÕES DE DRENAGEM COM O AUXÍLIO
DE FOTOGRAFIAS AÉREAS, NA CARACTERIZAÇÃO DE SOLOS
DESENVOLVIDOS DE ROCHAS ERUPTIVAS, NO ESTADO DO PARANÁ

Autor: JOSÉ ALEXANDRE MELO DEMATTÊ

Orientador: Dr. VALDEMAR ANTÔNIO DEMÉTRIO

RESUMO

No presente trabalho foram estudados, com o auxílio de fotografias aéreas, a composição das redes de drenagem e as características do padrão de drenagem quantitativa e qualitativamente em áreas de solos desenvolvidos de rocha básica e rocha ácida no Estado do Paraná. Para isso se utilizou de fotos aéreas, escala 1:25.000, onde foram selecionadas, pelos princípios de semelhança geométrica, bacias hidrográficas de mesma ordem de ramificação (3ª ordem) e amostras circulares de 10 km². As regiões estudadas, assim como as unidades de mapeamento utilizados e as áreas correspondentes foram as seguintes: região de Jataizinho, representada pelo Brunizem Avermelhado (BV) com área estudada de 812,5 km²; região de Formosa D'Oeste, representada pela Terra Roxa Estruturada (TE), com área estudada de 780,9 km²; região de Corbélia, representada pelo Latossolo Roxo (LR) com área estudada de 717,6 km², todos eles desenvolvidos de rocha básica; região de Guarapuava, representado pelo Latossolo Bruno (LB), com área estudada de 520,3 km² e Terra Bruna Estruturada (TB) com 131,3 km² de área estudada, todos desenvolvidos de rocha ácida.

As principais conclusões foram as seguintes:

a) Os parâmetros que definem o padrão de drenagem utilizados, permitiram separar tanto os solos

originados de rocha eruptiva básica, como os solos originados de rocha ácida. A densidade de drenagem, frequência de rios e a razão de textura média, tanto para amostra circular como para bacia, foram as propriedades mais significativas na separação dos solos das áreas;

b) A densidade de drenagem, frequência de rios e a razão de textura média em amostras circulares, permitiram também constatar as variações dentro de cada unidade de solo, representado pelas diferentes inclusões, tendo sido portanto o método de amostragem mais sensível. Estes parâmetros foram sensíveis na separação dos grupos de solos designados de LR distrófico do LR álico e dos BV localizados ao norte e sul da região de Jataizinho no Paraná;

c) O comprimento médio de rios diferenciou as unidades de mapeamento; o número de segmentos de rios diferenciou parcialmente e o comprimento de rios não foi significativo;

d) A análise descritiva se mostrou útil no auxílio à diferenciação dos solos;

e) Os solos originados de rocha ácida, TB e LB, apresentam padrões de drenagem diferentes de seus pares originados de rocha básica, TE e LR respectivamente. Os valores dos parâmetros permitem colocar a TB na faixa do BV e o LB na faixa da TE e

f) Considerando os solos originados de rochas básicas ou ácidas, há estreita correlação entre a densidade de drenagem e os índices de intemperismo, tanto morfológico, como químico ou mineralógico. Os solos tendem a ficar mais intemperizados a medida que se dirige do Norte para o Sul do Estado, para um mesmo substrato rochoso, como a eruptiva básica. A sequência indo do menos intemperizado (maior valor da densidade de drenagem) para o mais intemperizado (menor

xviii.

valor da densidade de drenagem) foi a seguinte: BV → TE → LR para a rocha básica e TB → LB para a rocha ácida. Neste aspecto a densidade de drenagem pode ser considerada como índice de intemperismo.

DRAINAGE PATTERN BY USING AERIAL PHOTOS IN THE
CHARACTERIZATION OF SOILS DEVELOPED FROM IGNEOUS ROCKS,
IN PARANÁ STATE

Author: JOSÉ ALEXANDRE MELO DEMATTÊ

Adviser: Dr. VALDEMAR ANTÔNIO DEMÉTRIO

SUMMARY

Aerial photographs were used in a study of drainage network and its quantitative and descriptive characteristics were obtained in areas located in Paraná state, in soils developed from basic and acid rocks. In the aerial photo 1:25.000 scale, were selected by geometric similarity, watersheds of third order ramification and circular sampling with 10 km². The studying region, its dimensions and the soils mapping units, were the following: Jataizinho region with 812,5 km² is represented by Reddish Brunizen (BA) or an Argiudoll; Formosa D'Oeste region with 780,9 km² is represented by Terra Roxa Estruturada (TE) or a Rodudalf; Corbélia region represented by "Roxo" Latossol (LR) or an Acrortox with 717,6 km², all these soils are developed from basic rocks; Guarapuava region represented by Brown Latossol (LB), an Acrohumox, and "Terra Bruna Estruturada" (TB) an Tropohumult with a studied area of 520,3 km² and 131,3 km² respectively, all developed from acid rocks.

The conclusions were the following:

a) The parameters of drainage pattern permits to separate the soils developed from basic rocks and soils developed from acid rocks. The drainage density, river frequency and texture ratio, in watersheds and circular

sampling were the best index for characterization of soils units;

b) With the datas of drainage density river frequency and texture ratio in circular sampling was posible to separate differents inclusions in the studied areas. These parameters were also usefull in the characterization of the soils units designated by dystrophic LR, allic LR and Reddish Brunizen located in North and South of Jataizinho region;

c) The parameters: mean length of river differentiate soil mapping units; number of river segments differentiate partially and length of river was not significative;

d) The descriptive analysis was useful to help to differentiate the soil units;

e) The soils developed from acid rocks, TB and LB have different drainage pattern when compared with similar soils developed from basic rocks, TE and LR, respectively. The drainage pattern of soils designated by TB is similar to BV soils and LB is similar to TE soils and

f) There is a close correlation between drainage density and weathering index for soils developed from basic rocks or acid rocks. For basic rocks the weathering sequence going from the less weathered soil (or soils with larger value for drainage density) to the most weathered soils (or soils with minor drainage density value) was the following for: basic rocks BA → TE → LR and TB → LB for acid rocks. On this aspect drainage density can be consider a weathering index.

1. INTRODUÇÃO

O Estado do Paraná, sendo um grande produtor de alimentos daí a sua importância no país, merece destaque para os trabalhos relacionados com solos e, em consequência, com a agricultura. Os levantamentos de solos existentes neste Estado, são regra geral regionalizados e publicados na escala aproximada de 1:300.000, onde se destacam as cartas de solos ao nível de reconhecimento das regiões Nordeste, Oeste, Sudeste, Leste e Centro Sul. A elaboração de cartas de solos mais detalhadas, não deixa de ser um valioso subsídio para o desenvolvimento de sistemas de manejo de solos mais adequado e compatível com o nível tecnológico da região, inclusive com a transferência de tecnologia da mesma maneira como tem ocorrido no Estado de São Paulo, com os trabalhos desenvolvidos pela equipe de Pedologia do Instituto Agronômico de Campinas.

Para a execução em si do levantamento de solos, pode-se utilizar de diversos meios que irão auxiliar a equipe técnica na obtenção de um melhor trabalho num menor tempo. Um destes meios é o uso de fotos aéreas, que através do estudo de seus parâmetros permite o diagnóstico de uma determinada área.

Dentre os parâmetros fotográficos utilizados na interpretação pedológica, entre eles a vegetação, tonalidade, relevo, destaca-se o estudo descritivo e quantitativo da rede de drenagem.

A intenção deste estudo é o de direcionar a obtenção dos parâmetros qualitativos e quantitativos da rede de drenagem, em fotos aéreas com escala 1:25.000, na área representada pelas rochas eruptivas do Estado do Paraná, que cobre grande área deste Estado.

Ao longo deste recobrimento rochoso, desenvolve-se solos específicos entre eles o Brunizem Avermelhado e Litossolos associados, a Terra Roxa Estruturada e o Latossolo Roxo, todos eles desenvolvidos de rochas básicas nas regiões norte - sudoeste respectivamente. Ao sul do estado ocorre as Terras Brunas (Latossolo Bruno e Terra Bruna Estruturada) desenvolvido de rochas ígneas ácidas. Nesta mesma sequência, vindo do norte do Estado para o sul, ocorre uma redução do déficit hídrico e consequentemente um possível aumento na taxa de intemperismo. Os principais objetivos pretendidos neste trabalho são os seguintes:

1. Caracterização dos solos aqui indicados, através do estudo quantitativo e qualitativo da rede de drenagem cujos parâmetros já foram devidamente testados por outros autores. Como hipótese de trabalho, assume-se que a densidade de drenagem decresce do Brunizem Avermelhado em direção ao Latossolo Roxo passando pela Terra Roxa Estruturada, isto é válido para as rochas ígneas básicas, e da Terra Bruna Estruturada para o Latossolo Bruno, isto válido para as ígneas ácidas.

2. Estudar as possíveis variabilidades da rede de drenagem dentro de cada grupo de solos como apoio na caracterização dos solos em possíveis trabalhos de levantamento de solos.
3. Correlacionar os valores quantitativos da rede de drenagem com os índices de intemperismo dos solos. Como hipótese de trabalho, assume-se que o intemperismo dos solos avança a medida que a da rede de drenagem diminua sua ramificação. Nesta hipótese, pretende-se incluir os solos originados tanto de rochas básicas como de rochas ácidas. Como apoio a esta hipótese, tem-se o fato de que o déficit hídrico decresce do norte do Estado para o sul, ou seja, aumento do intemperismo nesta direção.

2. REVISÃO DE LITERATURA

2.1. Fotografias aéreas na interpretação e mapeamento de solos

As fotografias aéreas são de grande utilidade no estudo de solos, e existe um grande número de trabalhos, ressaltando sua utilização, evidenciando as vantagens e restrições a que estão sujeitas. Elas foram utilizadas pela primeira vez, ao apoio dos estudos de solo, por Bushnell e colaboradores em 1929, segundo citação de SIMONSON (1950) e ROURKE & AUSTIN (1951), utilizadas como base cartográfica, uso que a seguir se generalizou, ampliado pela disponibilidade de informações de natureza correlata.

Segundo BURINGH (1960), nos levantamentos de solos efetuados sem a utilização de fotografias aéreas, gasta-se aproximadamente vinte por cento das observações de campo para identificação e classificação de solos; os outros 80% do tempo são gastos para localizar os limites de solos. Assim como ele, outros autores como AMARAL & AUDI (1972) e LUEDER (1959), apontam o ganho de tempo como importante vantagem no uso de fotografias aéreas no mapeamento de solos.

Ainda, segundo BURINGH (1960), outras vantagens são:

- a) maior precisão nos resultados de levantamento;
- b) redução do tempo na realização do trabalho;
- c) custo menor;
- d) o trabalho é realizado com maior economia e eficiência e
- e) novas possibilidades de estudo são criadas.

De acordo com as vantagens propostas por LUEDER (1959) e BURINGH (1960), trabalhos realizados por VINK (1963), vêm a confirmar o ganho de tempo, como grande vantagem em levantamentos de solos a níveis de semidetalhado e reconhecimento detalhado, onde o número de observações no campo a cada 100 ha, com o uso de fotografias aéreas, foi seis vezes menor que os métodos tradicionais.

Para muitos autores, entre eles AMARAL & AUDI (1972), a fotografia aérea apresenta-se como material de trabalho muito útil nos levantamentos de solos, proporcionando ganho de tempo, precisão de limites e visão global da paisagem, com riqueza de detalhes. A fotografia aérea pode ser utilizada como base cartográfica preliminar, auxiliando os trabalhos de campo no traçado dos roteiros mais interessantes, e possibilitando a separação das unidades de solos diretamente sobre as fotografias.

RABBEN (1960), RAY (1963), RICCI e PETRI (1965), afirmam que a interpretação de fotografias aéreas é um processo em duas etapas: a primeira inclui a observação, coleta de dados, medição e identificação de aspectos visíveis nas fotografias, o que corresponderia à interpretação

fotográfica; a segunda envolve processos mentais, dedutivos e/ou indutivos usando a informação obtida na solução de um problema. Este procedimento foi preconizado no Brasil, com sucesso, por FRANÇA (1968), para avaliar a significância das características de redes de drenagem, em termos de diferenças entre solos da região de Piracicaba, sendo seguido por outros trabalhos entre eles de AUDI (1972), GEVAERD (1974) e KOFFLER (1976).

FROST (1960) afirma que a interpretação fotográfica de solos pode ser conduzida à luz de três princípios básicos: a) solos semelhantes aparecem nas fotografias aéreas com padrões semelhantes; b) solos diferentes aparecem com padrões diferentes; c) desde que as características da imagem fotográfica tenham sido correlacionadas com as propriedades do solo observadas no campo e no laboratório, muitas propriedades importantes de solos semelhantes podem ser inferidas por meio de fotointerpretação.

COLWELL (1952) afirma que a interpretação fotográfica deve apoiar-se no princípio da convergência de evidências, segundo o qual vários elementos de reconhecimento levam a uma determinada conclusão, que provavelmente será correta.

Conforme advertiu SUMMERSON (1954), a interpretação fotográfica de solos é a previsão do que não pode ser visto, uma vez que as fotografias aéreas não mostram o corpo inteiro do solo, mas apenas a sua superfície e ainda quando esta não é camuflada pela cobertura vegetal.

Para BOMBERGER & DILL (1960), deve-se deixar claro, entretanto, que os trabalhos de campo não podem ser substituídos completamente pela utilização de fotografias aéreas, pois elas mostram apenas a superfície do solo, que

muitas vezes mal está visível. Salientam, no entanto, a presença de padrões tais como relevo, drenagem, erosão e vegetação, que permitem ao fotointérprete, tirar inferências sobre a natureza e distribuição dos solos e de seus materiais de origem.

Segundo LEPSCH (1985), a utilização maior das fotos aéreas, em levantamento de solos, está no levantamento morfopedológico, ou fisiopedológico, ainda pouco comum no Brasil, que se baseia na individualização de unidades de mapeamento, que são aparentes no decurso da fotointerpretação.

2.2. Estudos de bacias hidrográficas e da composição de redes de drenagem

O desenvolvimento de sistemas hidrográficos e suas bacias de drenagem foi explicado por HORTON (1945) através de processos de erosão hídrica que, para um dado ambiente, dependem principalmente das proporções de infiltração e deflúvio. Segundo o autor, para um dado terreno existe um comprimento mínimo de escoamento sobre a superfície, necessário para concentrar um certo volume de deflúvio para iniciar a formação de canais. Este "comprimento crítico" depende do declive da superfície, velocidade do deflúvio, capacidade de infiltração e resistência do solo à erosão. Para o mesmo autor, a resistência do solo à erosão é o mais importante fator envolvido no fenômeno da erosão e que, em períodos relativamente longos, exerce efeito dominante no desenvolvimento dos sistemas hidrográficos e suas bacias de drenagem.

Segundo LUEDER (1959), a justificativa principal para a análise da drenagem superficial é que

fornece indicações sobre a relação infiltração/deflúvio, capacidade de infiltração, permeabilidade e textura dos materiais presentes em uma área. Para o mesmo autor, em geral um padrão de drenagem bem desenvolvido implica na existência de materiais pouco permeáveis, enquanto uma escassa rede de drenagem superficial é indicativa de alta infiltração e boa permeabilidade.

Gravelius, citado por HORTON (1945), estabeleceu o sistema europeu de classificação de rios em ordens. Neste sistema, o rio principal ou tronco é designado como de 1ª ordem e seus tributários imediatos como de 2ª ordem e assim sucessivamente, sendo que os tributários menores, não ramificados, constituem a ordem mais elevada. HORTON (1945) inverteu esta sequência de numeração, considerando os tributários não ramificados como sendo de 1ª ordem, atribuindo a ordem mais elevada ao rio principal, o que facilitou a análise e comparação das redes de drenagem, pois somente são comparáveis entre si os elementos de mesma ordem de ramificação. Este sistema foi adotado dentre outros por STRAHLER (1952), SCHUMM (1956) e no Brasil por FRANÇA (1968), SOUZA (1975) e FREIRE (1977) entre outros.

HORTON (1945) afirma que a composição da rede de drenagem tem alto grau de significância hidrológica, enquanto o padrão isolado tem pouca significância hidrológica; reconhece, contudo, que o padrão de drenagem é altamente significativo como indicador de controle geológico.

Para expressar quantitativamente o grau de desenvolvimento da rede de drenagem de uma bacia hidrográfica, HORTON (1945) propôs duas relações: a densidade de drenagem e a frequência de rios. Segundo esse autor, a densidade de drenagem vem a ser o comprimento médio dos rios por unidade de área.

A frequência de rios se refere a relação entre o número total de rios das diversas ordens pela área da bacia de drenagem.

Segundo RAY (1963), a densidade de drenagem em um dado ambiente climático relaciona-se principalmente com a resistência à erosão dos materiais aí presentes: a densidade aumenta à medida que diminui a resistência à erosão.

Para HORTON (1945) e STRAHLER (1957), a densidade de drenagem e frequência de rios variam com o tamanho da área de drenagem, não podendo ser diretamente comparáveis, através dessas duas relações, as pequenas com as grandes bacias. Segundo STRAHLER (1957), é indispensável comparar bacias que tenham a mesma ordem de ramificação para que se obtenham dados significativos.

Considerando que os sistemas de drenagem podem ser melhor estudados em mapas básicos de drenagem obtidos pelo exame estereoscópio de fotografias aéreas, conforme recomendado por RICCI e PETRI (1965), FRANÇA (1968) fez a determinação da textura topográfica considerando N como sendo o número total de rios da bacia.

Segundo este autor, quando aumenta a ordem de ramificação da rede de drenagem há também um aumento da área de drenagem e variação das características quantitativas do padrão: aumenta a razão de textura e diminuem a densidade de drenagem e a frequência de rios, porque aumentando a área da bacia, o perímetro aumenta de um modo proporcionalmente menor.

RAY e FISCHER (1960) utilizaram para estudos litológicos, mapas básicos de drenagem decalcados de fotografias aéreas, testando a significância da densidade de drenagem de bacias hidrográficas e amostras circulares de 10 km²; concluíram que as determinações mais consistentes,

para qualquer tipo de rocha foram as obtidas em amostras circulares. FRANÇA (1968), aplicando para solos a metodologia preconizada por esses autores, obteve resultados significativos para a densidade de drenagem de amostras circulares.

SOUZA (1975) estendeu o método de amostragem circular para os outros índices de drenagem relacionados com área e perímetro (densidade de drenagem, frequência de rios, razão de textura e classe de textura topográfica), concluindo que todos eles podem ser utilizados por evidenciar diferenças entre solos. O mesmo autor observou uma correlação linear altamente significativa entre densidade de drenagem, frequência de rios e razão de textura média de bacias hidrográficas e amostras circulares.

No estudo realizado por DEMÉTRIO (1977) para amostras circulares de 10 km² e escala das fotografias aéreas de 1:25.000, o autor obteve os seguintes valores médios para solos podzolizados:

Densidade de drenagem	5,08 ± 0,10
Frequência de rios	18,03 ± 0,61
Razão de textura média.....	16,10 ± 0,54
Classe de textura topográfica...	fina

As características quantitativas das redes de drenagem, baseadas em bacias hidrográficas, encontradas por FREIRE (1977) para a unidade de mapeamento correspondente à Terra Roxa Estruturada, foram as seguintes:

Densidade de drenagem	6,03 ± 0,24
Frequência de rios	18,19 ± 0,84
Razão de textura média.....	4,89 ± 0,85
Classe de textura topográfica...	média

Por outro lado, as características quantitativas das redes de drenagem, baseadas em amostras circulares de 5 km², encontradas por FREIRE (1977) para a unidade de mapeamento correspondente à Terra Roxa Estruturada, foram as seguintes:

Densidade de drenagem	4,85 ± 0,07
Frequência de rios	12,33 ± 0,35
Razão de textura média.....	7,85 ± 0,22
Classe de textura topográfica...	fina

GEVAERD (1974), trabalhou com solos desenvolvidos de basalto, em amostras feitas nos blocos planálticos de Cambará e São Gerônimo da Serra e bloco do planalto de Apucarana, ambos integrantes do terceiro planalto. Caracterizou analiticamente o padrão da rede de drenagem natural, desenvolvido sobre três unidades de solo na região Nordeste do estado do Paraná. Essas unidades de solos foram o Latossolo Roxo eutrófico, Terra Roxa Estruturada eutrófica e o Brunizem Avermelhado, raso fase pedregosa. Obteve os seguintes resultados para a densidade de drenagem em bacias:

- Latossolo Roxo	1,70
- Terra Roxa Estruturada.....	3,49
- Brunizem Avermelhado.....	5,70

Por sua vez, CARVALHO (1977) encontrou os seguintes valores das densidades de drenagem para a Terra Roxa Estruturada, em bacias hidrográficas e amostras circulares respectivamente:

- Dd	0,72
- Ddc	0,77

GUIMARÃES (1984), por sua vez, também fez estudos no Nordeste do Paraná, avaliando o estágio de evolução de solos desenvolvidos de rochas eruptivas básicas com o estágio de desenvolvimento do relevo. Tal autor, avaliou os padrões fotográficos de três unidades de solos, sendo eles: Latossolo Roxo, Terra Roxa Estruturada e Litossolo fase substrato basaltito. Verificou que a classe de textura topográfica, não permitiu a distinção fotográfica entre a Terra Roxa Estruturada e o Litossolo fase substrato basáltico.

FRANÇA e DEMATTÊ (1990) trabalhando com diversos solos da região de Iracemápolis, em São Paulo, encontraram valores das densidades de drenagem para bacias em solos com horizonte argílico com valores de 2,75 a 4,25 e 3,63 a 4,53 para amostras circulares. Para os solos com horizonte óxico (onde se inclui o Latossolo Roxo) tais autores encontraram valores de 0,87 a 1,13 para as bacias e 1,00 a 1,15 para as amostras circulares. Posteriormente, em 1992, trabalhando com solos com horizonte argílico e óxico no Oeste do Estado de São Paulo, tais autores encontraram os seguintes valores para as densidades de drenagem para bacias:

- Solos com horiz. argílico: 3,40 a 5,27
- Solos com horiz. óxico : 1,06 a 1,61

3. MATERIAL E MÉTODOS

3.1. Localização e descrição geral das áreas de estudo

As áreas estudadas compreendem cinco regiões localizadas no Estado do Paraná (Figura 3.1). Cada área é representada por um determinado tipo de solo, todos originados de rochas ígneas.

A Tabela 3.1 ilustra as localizações geográfica e fisiográfica dos principais municípios correspondentes aos solos estudados, assim como a área aproximada, em km².

De acordo com a Fisiografia do Estado do Paraná (MAACK, 1947), citado por EMBRAPA, 1984, o município de Jataizinho está localizado nos blocos planálticos de Cambará e São Jerônimo da Serra, enquanto que as demais regiões localizam-se no Planalto de Guarapuava. Todas porém, fazendo parte do Terceiro Planalto ou Planalto de Trapp do Paraná. A Área 1 (município principal de Jataizinho) tem sua rede de drenagem localizada na bacia hidrográfica do rio Tibagi, pertencente ao sistema hidrográfico do estado do Paraná. A Área 2 (Formosa D'Oeste) pertencente ao mesmo sistema hidrográfico, faz parte da bacia hidrográfica do rio

Piquiri, e tem como rios secundários o rio Verde e rio do Jesuítas. Também cortada pelo rio Piquiri, na região de Corbélia (Área 3) ocorrem outros afluentes como rio Gritador, Central Santa Cruz, Neblina, Sapucaí, Rebouças e Boi Piguá. A região de Guarapuava tem como rios principais o rio Jordão e rio das Pedras, onde localizam-se as áreas 4 e 5.

TABELA 3.1. Localizações geográfica e fisiográfica dos principais municípios correspondentes aos solos estudados, e as respectivas áreas aproximadas.

Designação da Área	Município Principal	Localização Geográfica	Localização (Lat. e Long.)	Solos	Rocha	Área aproximada (km ²)
1	Jataizinho	Nordeste	50°42' a 51°07' 23°08' a 23°21'	Brunizem A-vermelhado + Litossolos associados	Básica	812.5
2	Formosa D'Oeste	Oeste	53°13' a 53°30' 24°13' a 24°30'	Terra Roxa Estruturada	Básica	780.9
3	Corbélia	Oeste	53°17' a 53°30' 24°38' a 24°50'	Latossolo Roxo	Básica	717.6
4	Guarapuava	Centro Sul	51°28' a 51°49' 25°9' a 25°24'	Latossolo Bruno	Ácida	520.3
5	Guarapuava	Centro sul	51°14' a 51°27' 25°11' a 25°19'	Terra Bruna Estruturada	Ácida	131.3

3.2. Solos estudados

As principais características dos solos estudados estão indicados no Tabela 3.2, dados estes obtidos através das análises dos Boletins das regiões Nordeste (DNPEA, 1971), Oeste (DNPEA, 1972) e Centro Sul (EMBRAPA, 1984b) do Estado.

O Brunizem Avermelhado é caracterizado por ter uma pequena profundidade, na faixa dos 80-100 cm, argiloso ou siltoso. É comum a ocorrência de fragmentos de rocha em todo o perfil. O relevo é forte ondulado. A cor do horizonte B, caracterizado por um câmbico ou argílico, é vermelho claro e no A normalmente é escuro, onde se identifica um epipedon mólico. A infiltração de água no solo (drenagem) não é boa, principalmente nas camadas mais inferiores, devido principalmente a mineralogia mais ativa caracterizada por minerais 2:1. De maneira geral é comum este solo estar associado a solos mais rasos, principalmente o cambissolo substrato basalto ou os Litossolos.

Por sua vez a Terra Roxa Estruturada já é mais profunda do que o solo anterior, na faixa de 100-150 cm (A+B), de textura argilosa. A cor é vermelho escuro no B, o horizonte A normalmente é caracterizado por um epipedon ócrico podendo ocorrer com mólico.

O horizonte B é um argílico. A drenagem já é melhor do que no Brunizem avermelhado e o relevo é forte ondulado a ondulado. Pode ocorrer fragmentos de rochas na massa do solo.

O Latossolo Roxo, de maior profundidade, (acima de 2,0 m para o solum A + B), também é argiloso, com teor de argila na faixa dos 60-70% no horizonte B, de cor vermelho escuro. No horizonte superficial ocorre normalmente

um epipedon ócrico e na subsuperfície um óxico. A drenagem interna é boa a excessiva, motivado pela abundância de micro agregados existente neste solo. O relevo já é suave ondulado a plano.

Na região sul do Estado, ocorrem extensas áreas de solos desenvolvidos de rochas ígneas ácidas (CLEMENTE, 1988), dando origem a solos de cor brunada (matiz 5 YR a 7,5 YR na carta de cor Munsell). Nas áreas mais dissecadas do relevo ocorre a Terra Bruna Estruturada e nas partes altas, em relevo suave ondulado a plano, ocorre o Latossolo Bruno. São solos argilosos, sendo a Terra Bruna pouco mais rasa do que o Latossolo Bruno. O epipedon para ambos os solos é o úmbrico e os horizontes de sub superfície argílico para a Terra Bruna e óxico para o Latossolo Bruno. A drenagem interna é moderada a boa para a Terra Bruna, e boa a excessiva para o Latossolo Bruno.

TABELA 3.2. Principais características dos solos estudados de acordo com as Áreas selecionadas.

Área	Profundidade de solum (cm)	Horiz. superf.	Diagnóstico subsuperf.	silte %		argila %		cor		Drenagem		Fragmentos de rocha
				A	B	A	B	A	B	A	B	
1	80-100	mólico	argílico câmbico	20	38	30	40	escura	vermelho claro	boa	moderada	abundante
2	100-150	ócrico mólico	argílico	15	25	40	50	escura	vermelho escuro	boa	moderada boa	pouco a comum
3	>200	ócrico	óxico	15	20	80	70	escura	vermelho escuro	boa	boa a excessiva	ausente
4	>200	úmbrico	óxico	18	20	60	75	escura	bruno	boa	boa a excessiva	ausente
5	100-200	úmbrico	argílico	18	25	50	70	escura	bruno	boa	moderada boa	pouco

3.3. Geologia e fisiografia das áreas

De acordo com o mapa geológico do Paraná, na escala 1:1.400.000, as regiões pretendidas para estudo, localizam-se na formação Serra Geral do Grupo São Bento. Tal formação é constituída por rochas correlacionadas com o Trapp basáltico, que cobre extensa área do Brasil meridional, e do Estado do Paraná. As rochas basálticas possuem relativa uniformidade de composição, sendo constituídas principalmente por plagioclásios cálcicos, sendo mais frequentes a labradorita, augita e pigeonita, ocorrendo subordinadamente, titano-magnetita, apatita, quartzo, e feldspato K e, biotita. A textura basáltica, rica em vidro intersticial, é característica.

Os diabásios que constituem a grande maioria dos diques e "sills", ocorrem com textura ofítica e constituídos dominantemente por plagioclásio e clinopiroxênio; como acessórios, encontram-se minerais opacos, apatita e quartzo; os dioritos são constituídos por plagioclásios (andesita), piroxênio, hornblenda, biotita, quartzo e opacos, além de apatita, zircão e titanita. Frequentemente essas rochas vulcânicas eram cartografadas comoderrames básicos. Entretanto, LEINZ, 1949 observou sucessivos derrames ácidos e intermediários, sobretudo na parte superior do pacote nos estados do sul do país. De acordo com BELLINI et al. (1986 a e b) as rochas vulcânicas de toda bacia do Paraná são representados por basalto (90% em volume) e subordinadamente por rochas intermediárias (7% em volume) e ácidas (3% em volume). As rochas ácidas são representadas por riocitos e riolitos granofíricos recobrando uma área de aproximadamente 150.000 km², onde abrange o sul do Paraná. As rochas são de coloração cinza-

esverdeado. Especificamente na área de Guarapuava, trabalhos recentes (NARDY, 1988) têm indicado 3 unidades vulcânicas particulares, a saber:

- unidade básica: representados pelo basalto e
- unidade ácida I: representado pelo riolito, cinza claros,
- unidade ácida II: representado pelo riodacito de coloração cinza-esverdeado.

Fisiografia

Devido aos seus grandes rios limítrofes e lineamentos orográficos, o estado do Paraná tem limites nítidos, marcados por zonas naturais de paisagem, as quais foram moldadas pelos sistemas hidrográficos, movimentos epigênicos e tectônicos e pela influência de alteração do clima (EMBRAPA, 1984a).

Os grandes rios limítrofes ortográficos, proporcionam limites geográficos marcantes, os quais demarcam a divisão do estado em cinco regiões de paisagens naturais.

1. Litoral
2. Serra do Mar
3. Primeiro Planalto ou Planalto de Curitiba
4. Segundo Planalto ou Planalto de Ponta Grossa
5. Terceiro Planalto ou Planalto do Trapp do Paraná ou de Guarapuava.

As regiões de estudo deste trabalho, estão inseridas no ítem cinco acima, e é a seguir caracterizada.

O terceiro planalto ou planalto de Guarapuava, representa a região de derrames de lavas básicas, e desenvolve-se a oeste da escarpa mesozóica e tem sido

considerada a região fisiográfica paranaense mais simples, tanto pelas suas formas como quanto pelas suas estruturas. Suas formas de superfície são esculpidas nos extensos derrames vulcânicos do Grupo São Bento e, na porção noroeste do estado, no arenito Caiuá, o qual documenta um clima árido durante a Era Mesozóica, do Triássico Superior até o Cretáceo.

As formas superficiais do terceiro planalto que mais chamam a atenção, são as que constituem as paisagens típicas, em mesetas estruturais, dando origem a uma topografia de aspecto tabuliforme, entremeada em diversas áreas pelas formas onduladas com chapadas de encostas mais suavizadas.

É neste trabalho que as mesetas são mais evidenciadas, existindo uma notável sucessão das mesmas. Convém salientar, que o caráter estrutural das mesetas, observadas nos blocos planálticos, deriva das estruturas tabulares dos derrames vulcânicos, de maneira que os degraus representam, via de regra, as superfícies entre os sucessivos empilhamentos de lavas.

3.4. Características climáticas

De acordo com a Carta Climática (EMBRAPA, 1984a) e com a Divisão Climática (MAACK, 1968) do estado do Paraná, ambas baseadas em Koeppen, verifica-se que as regiões a serem estudadas estão sob a influência de dois tipos climáticos a saber (Figura 3.2a):

- **Tipo climático Cfa:** é um clima mesotérmico, sem estação seca com verões quentes e com média do mês mais quente superior a 22°C , sendo as geadas frequentes.

É o clima predominante de todo o norte, oeste e sudoeste paranaense, em altitudes normalmente inferiores a 850-900 metros. Compreende as regiões de estudo: Jataizinho, Formosa D'Oeste e Corbélia, de ocorrência do Brunizem Avermelhado, Terra Roxa Estruturada e Latossolo Roxo.

Convém ressaltar que a zona limítrofe com o estado de São Paulo, em certos anos verifica-se um período mais seco no inverno, caracterizando o tipo climático Cwa, que se diferencia do Cfa pelo fato de apresentar estiagem no inverno.

- Tipo climático Cfb: é igualmente um clima mesotérmico, úmido e superúmido, sem estação seca, com verões frescos e com médias do mês mais quente inferior a 22°C. As geadas são severas e mais quentes em relação ao clima Cfa. Ocorre, principalmente nas regiões central, sul e centro-leste, em altitudes superiores a 850-900 metros. Compreende a região de estudo de Guarapuava de ocorrência da Terra Bruna Estruturada e Latossolo Bruno.

De acordo com o balanço hídrico destas regiões, o déficit hídrico é menor na região de Guarapuava, onde teoricamente teria maior possibilidade de aumento na taxa de intemperismo. Ver Figura 3.2b.

3.5. Mapa de solos e fotografias aéreas utilizadas

Para a execução do presente trabalho, utilizou-se de cartas pedológicas obtidas pelo Centro de Pesquisas Pedológicas do Estado do Paraná (boletins técnicos da EMBRAPA e DNPEA). Estes Centros obtiveram os mapas

FIGURA 3.2a. Tipos climáticos do Paraná (Adaptado de EMBRAPA, 1984).

FIGURA 3.2b. Carta do regime de chuvas (Adaptado de EMBRAPA, 1984), com a localização das regiões estudadas: 1 Jataizinho, 2 Formosa D'Oeste, 3 Corbélia e 4 Guarapuava.

de solos utilizando como mapa base as fotografias aéreas na escala 1:25.000. A região do nordeste do Estado do Paraná foi estudada e seu mapa de solos publicado em 1971, numa escala aproximada de 1:300.000 e corresponde a área de ocorrência típica dos Brunizem Avermelhado e solos rasos associados, Cambissolo substrato basalto e Litossolos (DNPEA, 1971).

A região oeste do Estado foi levantada pela mesma equipe (DNPEA, 1972) também na escala 1:300.000, e representa áreas típicas da Terra Roxa Estruturada e do Latossolo Roxo.

A região Centro Sul se caracteriza entre outros, pela ocorrência das Terras Brunas, cuja carta de solos utilizada foi publicada na escala 1:300.000 (EMBRAPA, 1984b).

Foram utilizadas fotografias aéreas pancromáticas (preto e branco) e verticais, provenientes da cobertura aerofotogramétrica do Estado do Paraná, na escala nominal aproximada de 1:25.000. O conjunto de fotografias é composto de pares estereoscópicos, apresentando recobrimentos longitudinais de 60% e laterais de 30%. As fotografias aéreas foram cedidas, para a execução do trabalho pelo INSTITUTO DE TERRAS, CARTOGRAFIA E FLORESTAS DE CURITIBA - PARANÁ.

3.6. Seleção das áreas de estudo e obtenção dos mapas de drenagem

De acordo com os mapas de solos de cada região, foi selecionado as maiores áreas de ocorrência para cada solo. Assim, na Área 1, domina o Brunizem Avermelhado com os solos rasos associados; na Área 2 domina a Terra Roxa Estruturada, na Área 3 o Latossolo Roxo e nas Áreas 4 e 5 o Latossolo Bruno e a Terra Bruna Estruturada respectivamente.

Dentro de cada área foram escolhidas áreas que fossem representativas das unidades de solos escolhidos, e que portanto, devem conter as informações desejadas.

Para a obtenção dos mapas de drenagem de cada região estudada, foi feita uma análise geral das áreas nas fotografias aéreas, procurando estabelecer limites para os pontos de maior incidência dos solos desejados.

Localizadas as áreas, utilizou-se com o auxílio de estereocopia as "marcas fiduciais" ou marcas centrais, localizando o ponto principal de cada fotografia e transferindo esse "centro" para as bordas direita e esquerda das fotografias adjacentes obtendo-se a linha de vôo da tomada das fotografias, facilitando a interpretação fotográfica. Posteriormente, fez-se as amarrações em papel transparente, pelo método dos pares alternados e delimitação da área útil das fotografias aéreas, conforme procedimento descrito por RABBEN et al. (1960).

Após a delimitação da área útil e com o auxílio de estereoscopia, a rede de drenagem foi cuidadosamente definida e decalcada em papel transparente, pela utilização de estereoscópios de espelhos. No traçado da rede de drenagem foram considerados canais de água permanentes e temporários, segundo sugestões de LUEDER (1959) e RAY (1963).

O mapa da rede de drenagem foi obtido após montagem dos "templetos" individuais e transferidos para um papel transparente definitivo, abrangendo toda a área estudada.

Uma vez obtido o mapa da rede de drenagem, utilizou-se do mapa de solos e procedeu-se a transferência das unidades de mapeamento de solos para o mapa de rede de drenagem. Neste processo de transferência, houve necessidade

de ajustes da linha de solos devido aos inconvenientes das diferentes escalas. Tais ajustes foram feitos com o auxílio da fotointerpretação.

3.7. Seleção preliminar das bacias hidrográficas e medições dos parâmetros dimensionais

No presente trabalho, as bacias hidrográficas foram delimitadas estereoscopicamente, traçando-se os divisores d'água que circundam as bacias hidrográficas de terceira ordem de ramificação. A escolha de bacias de tal ordem de ramificação, se devem ao fato de serem mais eficientes no estudo de solos (FRANÇA, 1968, PIEDADE, 1980).

Após o traçado das bacias de terceira ordem de cada área, foi feita uma seleção destas, para estudos posteriores de interpretação. Tal seleção foi realizada com base na aplicação do método de semelhança geométrica, proposto por STHRALER (1957) e modificada posteriormente por FRANÇA (1968), que permite comparar as bacias através de parâmetros dimensionais. 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, é 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, é a distância correspondente à maior largura que corta transversalmente o vale principal.
- Comprimento do rio principal (CP): medido com curvímeter, corresponde 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.
- Comprimento total da rede (CR): medido com curvímeter, corresponde às sinuosidades do rio principal e de seus tributários.
- O Perímetro (P): medido com curvímeter, corresponde ao comprimento da linha do divisor de águas que circunda a bacia.
- Área (A): medida com planímetro, corresponde à área circunscrita pela linha do divisor de águas que delimita a bacia.

Além destes aspectos, a representatividade, expressa em termos de porcentagem de área total da bacia, foi levada em consideração. Como um dos objetivos deste trabalho foi o de estudar a variação das propriedades mensuráveis dos padrões de drenagem para cada solo, a seleção das bacias de cada área também seguiu este mesmo raciocínio.

Assim na Área 1, dos Brunizem Avermelhado, foram delimitadas 32 bacias hidrográficas; área 2, 38 bacias; área 3, 15 bacias; área 4, 17 bacias e área 5, 42 bacias.

Dentre as propriedades não dimensionais foram estudados:

- forma aproximada: indicado pelo contorno da bacia.
- ordem da bacia: determinada pela ordem do rio principal nela contido e que vem a ser a do segmento de ordem mais elevada, de acordo com o sistema adotado, no caso, de terceira ordem. A importância deste item, reside no fato de que os dados de bacias de ordens diferentes não são diretamente comparáveis.

3.8. Análise da rede de drenagem das bacias hidrográficas

Os elementos da composição das redes de drenagem foram obtidos segundo a metodologia descrita na literatura.

- Ordem de ramificação (w): os segmentos de rios ou canais de drenagem foram classificados, segundo o sistema de HORTON (1945), ligeiramente modificado por STRAHLER (1957) e designado genericamente, segundo a literatura, com a letra w , e para clareza representado na Figura 3.3.

- Número de segmentos de rios: representados pelo número de segmentos de rios em cada ordem de ramificação (N_w) e pelo número total para cada bacia (N_t), sendo obtidos através da contagem de canais. Pode-se observar (Figura 3.3) que designando por w uma dada ordem de ramificação o número de segmentos de cada ordem é representado por N_w e o número total de segmentos da bacia por N_t .

Ordem (w)		Nº de segmentos de rios: (Nw)
N1	1a	29
N2	2a	7
N3	3a	1
Nº total de segmentos		Nt = 37

FIGURA 3.3. Método de designação das ordens de rios adaptados de STRAHLER (1957).

- Comprimentos totais de rios: designados por L_w e L_t , representam os comprimentos dos segmentos de rios de cada ordem e o comprimento total de segmentos de rios, respectivamente, medidos em todas as bacias. Os valores observados permitiram calcular, para cada área, os valores médios de comprimentos totais de segmentos de rios em cada ordem e o comprimento total.

- Comprimentos médios de segmentos de rios: representados por L_m , foram calculados pela relação entre os comprimentos de rios de cada ordem (L_w) e o número de segmentos de rios da respectiva ordem (N_w). Portanto:

$$L_m = \frac{L_w}{N_w}$$

3.9. Características do padrão de drenagem

O padrão de drenagem foi analisado da seguinte maneira:

a) Características descritivas: consistiu na observação e registro de informações relativas à rede de drenagem dos solos, LUEDER (1959), incluindo o tipo ou modelo segundo PARVIS (1950) e possíveis anomalias segundo RICCI e PETRI (1965).

Foram observados o grau de integração, densidade de drenagem, grau de uniformidade, orientação, angularidade, grau de controle, ângulo de junção e tipo ou modelo, para cada unidade de solo.

b) Características quantitativas: incluindo a frequência de rios e a densidade de drenagem, definidas por HORTON (1945) e a razão de textura, definida por SMITH (1950) e modificada para ser aplicada a fotogramas aéreos por FRANÇA (1968). Estas três características quantitativas, se referem a bacias hidrográficas individuais, para representar o padrão de drenagem como um todo.

- **Densidade de drenagem:** designada por Dd e calculada conforme HORTON (1945), com adaptação de RAY & FISHER (1960); como sendo a relação entre comprimento total de rios da bacia (L_t) dado em km, e a sua respectiva área em km^2 ; ou seja

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

- **Frequência de rios:** designado por Fr e corresponde a relação entre o número total de rios da bacia e a sua respectiva área segundo HORTON (1945), modificado por STRAHLER (1957). Para amostras circulares foi adaptado por SOUZA (1975) como sendo:

$$Fr = \frac{Nw1a}{A}$$

onde: $Nw1a$ = nº de segmentos de rios de primeira ordem e

A = área em km^2

- **Razão de textura:** designado por T, foi calculado através da relação entre o número total de segmentos de rios de 1ª ordem da bacia e seu respectivo perímetro (P) de acordo com SMITH (1950), com modificações de FRANÇA (1968).

$$T = \frac{Nw1a}{P}$$

onde: P = perímetro em km

- **Razão de textura média:** designada por Tm, foi calculada segundo SMITH (1950), com modificações de FRANÇA (1968), pela fórmula:

$$Tm = \sum (A.T) / \sum A$$

onde: T = razão de textura de cada bacia hidrográfica

A = área em km²

- **Classe de textura topográfica:** a classe de textura topográfica foi determinada obedecendo-se a proposição de SMITH (1950) e adaptação de FRANÇA (1968). As áreas estudadas, baseadas na razão de textura média de suas bacias, foram classificadas de acordo com os dados da Tabela 3.3.

TABELA 3.3. Classes de textura topográfica com base nos valores de razão de textura média (FRANÇA, 1968).

Classe de textura topográfica	Razão de textura média
	Perímetro expresso em km
grosseira	abaixo de 2,5
média	2,5 a 6,2
fina	acima de 6,2

3.10. Amostras circulares

Outro sistema de análise interpretativa, é a utilização de amostras circulares. Este método de amostragem, foi proposto por RAY e FISHER (1960) para interpretação litológica e por FRANÇA (1968) para interpretação pedológica, em fotografias aéreas. Consiste na tomada de amostras circulares, homogêneas, com área de 10 km², abrangendo a maior parte possível de cada unidade de solo.

Preliminarmente, foram escolhidas para a área 1, 9 amostras; na área 2, 10; na área 3, 12; na área 4, 8 e na área 5, 6 amostras circulares, que posteriormente foram selecionadas.

A metodologia aplicada, foi a mesma utilizada para as bacias hidrográficas, podendo-se fazer comparações com relação à eficiência. Nas amostras circulares, foram determinados o número de segmentos de rios de 1ª ordem e o comprimento total da rede, de vez que a área e o perímetro são conhecidos e constantes. Da comparação dessas medidas, resultaram os seguintes índices:

- Densidade de drenagem; (Ddc) - calculado conforme adaptação de RAY e FISHER (1960).

- Frequência de rios; (Frc) - determinado conforme a fórmula de HORTON (1945) e adaptado por SOUZA (1975).

- Razão de textura: (Tc) - determinado de acordo com SMITH (1950), com modificações de FRANÇA (1968).

- Classe de textura topográfica: foi determinada pela classificação de SMITH (1950), adaptada por FRANÇA (1968) ao sistema métrico.

4. RESULTADOS

Os resultados obtidos neste estudo estão apresentados em tabelas que contêm dados referentes as 5 unidades de solos estudados, assim como as figuras dos tipos de amostragem em Bacias Hidrográficas e Amostras Circulares.

4.1. Características das bacias hidrográficas

a. Representação gráfica das bacias

Os desenhos das bacias hidrográficas representativas dos solos BV encontram-se nas Figuras 4.1 e 4.2; TE nas Figuras 4.3; intermediárias de TE para BV e LR Figuras 4.4 e 4.5; LR Figuras 4.6, 4.7 e 4.8; LB Figuras 4.9, 4.10, 4.11 e 4.12; TB Figura 4.13.

b. Propriedades dimensionais

Os dados referentes às propriedades dimensionais das bacias hidrográficas estão representados nas Tabelas 4.1, 4.2, 4.3, 4.22 e 4.23.

c. Teste de semelhança geométrica

As Tabelas 4.4, 4.5, 4.6, 4.24 e 4.25 contém a análise dimensional e semelhança geométrica aplicada às bacias representativas dos solos: Brunizem Avermelhado, Terra Roxa Estruturada, Latossolo Roxo, Latossolo Bruno e Terra Bruna Estruturada, respectivamente.

d. Composição das redes de drenagem

- Análise do número de segmentos de rios

O número de segmentos de rios observados em cada ordem de ramificação, o número total e média aritmética, média ponderada para as bacias hidrográficas estão indicados nas Tabelas 4.7, 4.8, 4.9, 4.26 e 4.27.

- Análise dos comprimentos dos rios

Os comprimentos totais de segmentos de rios em cada ordem; comprimentos totais observados em cada bacia hidrográfica e suas respectivas médias aritmética e ponderada estão nas Tabelas 4.10, 4.11, 4.12, 4.28 e 4.29.

Os comprimentos médios de rios, as características quantitativas dos padrões de drenagem e as classes de textura topográfica e média aritmética estão nas Tabelas 4.13, 4.14, 4.15, 4.30 e 4.31.

A Tabela 4.17 contém um resumo das características quantitativas dos padrões de drenagem, classe de textura topográfica e comprimento médio de rios das 5 áreas estudadas.

e. Características dos padrões de drenagem
- Características descritivas

As características descritivas dos padrões de drenagem podem ser observadas na Tabela 4.16.

4.2. Características das amostras circulares

a. Representação gráfica

As amostras circulares que representam a unidade de mapeamento BV estão representadas nas Figuras 4.14 e 4.15; TE e intermediária para LR nas Figuras 4.16, 4.17 e 4.18; LR nas Figuras 4.19, 4.20 e 4.21; LB nas Figuras 4.22, 4.23 e 4.24; TB nas Figuras 4.25 e 4.26.

b. Características dimensionais e quantitativas

As características dimensionais das amostras circulares estudadas e os resultados dos parâmetros quantitativos dos padrões de drenagem, assim como as classes de textura topográfica estão indicados nas Tabelas 4.19, 4.20, 4.21, 4.32 e 4.33. A Tabela 4.34 contém um resumo dos principais resultados obtidos em amostras circulares.

c. Relações funcionais

As Figuras 4.27 e 4.28 contém os gráficos que definem as relações funcionais das características dos padrões de drenagem em bacias e amostras circulares.

A Tabela 4.18 contém as equações de regressão e o coeficiente de determinação (r^2) entre os parâmetros que definem as características dos padrões de drenagem, para amostras circulares e bacias hidrográficas.

FIGURA 4.1. Bacias Hidrográficas 1, 2, 3, 4 e 6 (1º GRUPO) e bacia 10 (2º GRUPO), representativas dos solos da Área 1 (Brunizem Avermelhado).

FIGURA 4.2. Bacias Hidrográficas 11 e 30 (2º GRUPO); bacias 25, 26 e 27 (3º GRUPO), representativas dos solos da Área 1 (Brunizem Avermelhado).

FIGURA 4.3. Bacias Hidrográficas 7, 9 e 18 (1º GRUPO),
representativas dos solos da Área 2 (Terra Roxa
Estruturada).

FIGURA 4.4. Bacias Hidrográficas intermediárias da Área 2 representando: bacia 23 intermediária para Brunizem Avermelhado (34,9% TE; 65,1% BV) e bacia 17 intermediária para Latossolo Roxo (64,3% TE; 35,7% LR).

FIGURA 4.5. Bacias Hidrográficas intermediárias da Área 2 representando: bacia 16, 1º GRUPO para Latossolo Roxo (65,5% TE; 34,5% LR); bacia 34, 2º GRUPO para Latossolo Roxo (75,2% TE; 24,8% LR) e bacia 29, 2º GRUPO para Latossolo Roxo (36,5% TE; 63,5% LR).

FIGURA 4.6. Bacias Hidrográficas representativas dos solos da Área 3 (Latossolo Roxo): bacia 10 (1º GRUPO); bacia 3 (2º GRUPO) e bacia 14 (3º GRUPO).

FIGURA 4.7. Bacia Hidrográfica representativa dos solos da Área 3 (Latossolo Roxo): bacia 13 (3º GRUPO).

FIGURA 4.8. Bacia Hidrográfica representativa do solo da
Área 3 (Latossolo Roxo): bacia 11 (4º GRUPO).

FIGURA 4.9. Bacias Hidrográficas 2, 7 e 11 (1º GRUPO),
representativas dos solos da Área 4 (Latossolo
Bruno).

FIGURA 4.10. Bacias Hidrográficas 14 e 15 (2º GRUPO),
representativas dos solos da Área 4 (Latossolo
Bruno).

FIGURA 4.11. Bacias Hidrográficas 4, 5 e 10 (3º GRUPO),
representativas dos solos da Área 4 (Latossolo
Bruno).

FIGURA 4.12. Bacias Hidrográficas 13 e 16 (4º GRUPO),
representativas dos solos da Área 4 (Latossolo
Bruno).

FIGURA 4.13. Bacias Hidrográficas 6, 9, 17, 19, 32 e 41 (1º GRUPO); bacias 34 e 37 (2º GRUPO) e bacias 13, 16 e 18 (3º GRUPO), representativas dos solos da Área 5 (Terra Bruna Estruturada).

FIGURA 4.14. Amostras circulares (10 Km²), representativas de solos da Área 1 (Brunizem Avermelhado): amostras nº 7 e 9 localizadas ao Norte.

FIGURA 4.15. Amostras circulares (10 Km^2), representativas de solos da Área 1 (Brunizem Avermelhado): amostras nº 2 e 4 localizadas ao Sul.

FIGURA 4.16. Amostras circulares (10 Km^2), representativas de solos da Área 2 (Terra Roxa Estruturada): amostras nº 1 e 2.

FIGURA 4.17. Amostras circulares (10 Km²), representativas de solos da Área 2 (Terra Roxa Estruturada): amostras nº 4 e 5.

FIGURA 4.18. Amostras circulares (10 Km²), representativas de solos da Área 2 : amostra nº 7 representando 100% TE e amostra nº 3 representando 14,67%TE e 85,33% LR.

FIGURA 4.19. Amostras circulares (10 Km^2), representativas de solos da Área 3 (Latossolo Roxo distrófico): amostras nº 2 e 3.

FIGURA 4.20. Amostras circulares (10 Km^2), representativas de solos da Área 3 (Latossolo Roxo distrófico): amostras nº 4 e 5.

FIGURA 4.21. Amostras circulares (10 Km²), representativas de solos da Área 3 (Latossolo Roxo álico): amostras nº 9 e 11.

FIGURA 4.22. Amostras circulares (10 Km²), representativas de solos da Área 4 (Latossolo Bruno): amostras nº 1 e 2.

FIGURA 4.23. Amostras circulares (10 Km²), representativas de solos da Área 4 (Latossolo Bruno): amostras nº 3 e 5.

FIGURA 4.24. Amostras circulares (10 Km²), representativas de solos da Área 4 (Latossolo Bruno): amostras nº 6 e 8.

FIGURA 4.25. Amostras circulares (10 Km²), representativas de solos da Área 5 (Terra Bruna Estruturada): amostras nº 1 e 2.

FIGURA 4.26. Amostras circulares (10 Km²), representativas de solos da Área 5 (Terra Bruna Estruturada): amostras nº 3 e 4.

FIGURA 4.27. Relações funcionais entre parâmetros que definem as características dos padrões de drenagem em Bacias Hidrográficas, obtidas para as unidades de solos das Áreas 1 (BV), 2 (TE) e 3 (LR): gráficos A, B e C; Áreas 4 (LB) e 5 (TB): gráficos D, E e F.

FIGURA 4.28. Relações funcionais entre parâmetros que definem as características dos padrões de drenagem em Amostras Circulares, obtidas para as unidades de solos das Áreas 1 (BV), 2 (TE) e 3 (LR): gráficos G e H; Áreas 4 (LB) e 5 (TB): gráficos I e J.

TABELA 4.1. Propriedades dimensionais das Bacias Hidrográficas selecionadas, representativas das unidades de solos da Área 1 (Brunizem Avermelhado).

Bacia Hidrográfica número	Maior compri- mento (C)	Maior Largura (L)	Comprimento de rios		Perí- metro (P)	Área (A)
			Principal (Cp)	Rede (Cr)		
----- km -----						- km² -
Bacias Hidrográficas do 1o. Grupo						
1	0.7	0.4	0.25	1.25	1.75	0.16
2	0.7	0.5	0.25	1.78	2.00	0.22
3	0.7	0.4	0.30	1.30	1.81	0.19
4	0.6	0.5	0.25	1.89	1.98	0.24
6	0.8	0.3	0.50	1.23	1.75	0.16
Bacias Hidrográficas do 2o. Grupo						
10	1.20	0.60	0.35	3.10	2.98	0.56
11	1.30	0.90	0.63	3.83	3.50	0.58
12	1.20	0.70	0.88	4.00	3.25	0.66
30	1.10	0.90	0.50	3.75	3.30	0.64
31	1.00	0.70	0.28	2.75	2.65	0.44
Bacias Hidrográficas do 3o. Grupo						
24	1.4	0.9	0.70	6.38	4.06	0.87
25	1.8	0.7	1.25	5.74	4.38	0.77
26	1.4	0.6	0.98	5.60	3.38	0.61
27	1.3	0.6	0.68	4.95	2.95	0.52
Bacia Hidrográfica intermediária para TE (85,3% BV; 14,7% TE)						
14	1.6	1.0	1.0	5.68	4.45	1.06

TABELA 4.2. Propriedades dimensionais das Bacias Hidrográficas selecionadas, representativas das unidades de solos a Área 2 (Terra Roxa Estruturada).

Bacia Hidrográfica número	Maior compri- mento (C)	Maior Largura (L)	Comprimento de rios		Peri- metro (P)	Área (A)
			Principal (Cp)	Rede (Cr)		
			----- km -----		----- km ² -----	
Bacias Hidrográficas intermediárias para BV						
20	1.8	1.0	1.15	5.43	4.7	1.28
21	1.8	0.7	0.75	3.74	4.3	0.96
22	1.5	0.6	0.63	3.39	3.5	0.61
23	1.5	1.0	0.65	6.17	4.4	1.16
Bacias Hidrográficas do 1º Grupo						
7	2.0	1.0	1.25	6.04	6.0	1.58
9	2.4	1.3	1.50	7.00	6.4	2.17
18	2.0	1.4	1.15	6.13	5.4	1.98
19	2.2	1.1	1.25	6.31	6.0	1.83
32	2.2	1.3	1.03	5.11	5.6	1.81
Bacias Hidrográficas intermediárias para LR, 1º Grupo						
16	2.7	1.8	1.38	10.13	7.1	3.13
17	2.1	1.5	1.38	7.88	6.9	2.85
37	1.8	2.0	1.13	5.51	7.1	2.29
33	2.3	1.4	1.08	7.34	6.4	2.28
Bacias Hidrográficas intermediárias para LR, 2º Grupo						
34	1.5	1.8	0.68	4.28	5.4	1.72
13	1.6	1.3	0.65	4.50	5.8	1.87
28	1.8	1.6	0.90	5.65	6.0	1.91
29	2.0	1.6	0.80	5.93	6.1	1.89

TABELA 4.3. Propriedades dimensionais das Bacias Hidrográficas selecionadas, representativas das unidades de solos da Área 3 (Latossolo Roxo).

Bacia Hidrográfica número	Maior Compri- mento (C)	Maior Largura (L)	Comprimento de rios		Perí- metro (P)	Área (A)
			Principal (Cp)	Rede (Cr)		
			----- km -----		- km ² -	
Bacias Hidrográficas do 1o. Grupo						
6	2.3	1.7	1.4	3.0	6.5	2.62
10	1.8	1.8	1.0	3.3	6.3	2.45
Bacias Hidrográficas do 2o. Grupo						
3	2.3	1.8	0.8	4.6	6.9	3.34
4	2.2	2.1	0.7	3.8	7.3	3.37
Bacias Hidrográficas do 3o. Grupo						
1	3.1	2.4	1.5	4.9	9.0	4.67
14	2.7	2.3	1.1	5.4	8.1	4.12
13	3.3	2.3	1.50	5.2	9.0	4.31
Bacia Hidrográfica do 4o. Grupo						
11	6.0	3.2	4.9	19.4	16.5	15.84

TABELA 4.4. Análise dimensional e semelhança geométrica aplicadas às Bacias Hidrográficas representativas das unidades de solos da Área 1 (Brunizem Avermelhado).

Bacias Hidro- gráficas	Razão de Escala Linear (R)					Razão Média (Rm)	Razão de Escala Quadrática (R²)	
	-----						-----	
	C/C'	L/L'	Cp/Cp'	Cr/Cr'	P/P'		A/A'	Rm²

Bacias Hidrográficas do 1o. Grupo								
1/2	1.00	0.80	1.00	1.00	0.70	0.90	0.73	0.81
1/3	1.00	1.00	0.83	0.83	0.96	0.93	0.84	0.86
1/4	1.17	0.80	1.00	1.00	0.66	0.93	0.67	0.86
1/6	0.88	1.33	0.50	0.50	1.02	0.84	1.00	0.71
2/3	1.00	1.25	0.83	1.37	1.10	1.11	1.16	1.24
2/4	1.17	1.00	1.00	0.94	1.01	1.02	0.92	1.05
2/6	0.88	1.67	0.50	1.45	1.14	1.13	1.38	1.27
3/4	1.17	0.80	1.20	0.69	0.91	0.95	0.79	0.91
3/6	0.88	1.33	0.60	1.06	1.03	0.98	1.19	0.96
4/6	0.75	1.67	0.50	1.54	1.13	1.12	1.50	1.25
Bacias Hidrográficas do 2o. Grupo								
10/11	0.92	0.67	0.56	0.81	0.85	0.76	0.97	0.58
10/12	1.00	0.86	0.40	0.78	0.92	0.79	0.85	0.62
10/30	1.09	0.67	0.70	0.83	0.90	0.84	0.88	0.70
10/31	1.20	0.86	1.25	1.13	1.12	1.11	1.27	1.24
11/12	1.08	1.29	0.72	0.96	1.08	1.02	0.88	1.05
11/30	1.18	1.00	1.26	1.02	1.06	1.10	0.91	1.22
11/31	1.30	1.29	2.25	1.39	1.32	1.51	1.32	2.28
12/30	1.09	0.78	1.76	1.07	0.98	1.14	1.03	1.29
12/31	1.20	1.29	1.79	1.36	1.25	1.38	1.03	1.89
30/31	1.10	1.29	1.79	1.36	1.25	1.36	1.45	1.84
Bacias Hidrográficas do 3o. Grupo								
24/25	0.78	1.29	0.56	1.11	0.93	0.93	1.13	0.87
24/26	1.00	1.50	0.71	1.14	1.20	1.11	1.43	1.23
24/27	1.08	1.50	1.03	1.29	1.38	1.25	1.67	1.57
25/26	1.29	1.17	1.28	1.03	1.30	1.21	1.26	1.46
25/27	1.38	1.17	1.84	1.16	1.48	1.41	1.48	1.98
26/27	1.08	1.00	1.44	1.13	1.15	1.16	1.17	1.34

TABELA 4.5. Análise dimensional e semelhança geométrica aplicadas às Bacias Hidrográficas representativas das unidades de solos da Área 2 (Terra Roxa Estruturada).

Bacias Hidro- gráficas	Razão de Escala Linear (R)					Razão Média (Rm)	Razão de Escala Quadrática (R²)	
	C/C'	L/L'	Cp/Cp'	Cr/Cr'	P/P'		A/A'	Rm²
Bacias Hidrográficas intermediárias para BV								
20/21	1.00	1.43	1.53	1.45	1.09	1.30	1.33	1.69
20/22	1.20	1.67	1.83	1.60	1.34	1.53	2.10	2.33
20/23	1.20	1.00	1.77	0.88	1.07	1.18	1.10	1.40
21/22	1.20	1.17	1.19	1.10	1.23	1.18	1.57	1.39
21/23	1.20	0.70	1.15	0.61	0.98	0.93	0.83	0.86
22/23	1.00	0.60	0.97	0.55	0.80	0.78	0.53	0.61
Bacias Hidrográficas do 1º Grupo								
7/9	0.83	0.77	0.83	0.86	0.94	0.85	0.73	0.72
7/18	1.00	0.71	1.09	0.99	1.11	0.98	0.80	0.96
7/19	0.91	0.91	1.00	0.96	1.00	0.96	0.86	0.91
7/32	0.91	0.77	1.21	1.18	1.07	1.03	0.87	1.06
9/18	1.20	0.93	1.30	1.14	1.19	1.15	1.10	1.33
9/19	1.09	1.18	1.20	1.11	1.07	1.13	1.19	1.28
9/32	1.09	1.00	1.46	1.37	1.14	1.21	1.20	1.47
18/19	0.91	1.27	0.92	0.97	0.90	0.99	1.08	0.99
18/32	0.91	1.08	1.12	1.20	0.96	1.05	1.09	1.11
19/32	1.00	0.85	1.21	1.23	1.07	1.07	1.01	1.15
Bacias Hidrográficas intermediárias para LR, 1º Grupo								
16/17	1.29	1.20	1.00	1.29	1.03	1.16	1.10	1.35
16/37	1.50	0.90	1.22	1.84	1.00	1.29	1.37	1.67
16/33	1.17	1.29	1.28	1.38	1.11	1.25	1.37	1.55
17/37	1.17	0.75	1.22	1.43	0.97	1.11	1.24	1.23
17/33	0.91	1.07	1.28	1.07	1.08	1.08	1.25	1.17
Bacias Hidrográficas intermediárias para LR, 2º Grupo								
34/13	0.94	1.38	1.05	0.95	0.93	1.05	0.92	1.10
34/28	0.83	1.13	0.76	0.76	0.90	0.87	0.90	0.76
34/29	0.75	1.13	0.85	0.72	0.89	0.87	0.91	0.75
13/28	0.89	0.81	0.72	0.80	0.97	0.84	0.98	0.70
13/29	0.80	0.81	0.81	0.76	0.95	0.83	0.99	0.68
28/29	0.90	1.00	1.13	0.95	0.98	0.99	1.01	0.98

TABELA 4.6. Análise dimensional e semelhança geométrica aplicadas às Bacias Hidrográficas representativas das unidades de solos da Área 3 (Latossolo Roxo).

Bacias Hidro- gráficas	Razão de Escala Linear (R)					Razão Média (Rm)	Razão de Escala Quadrática (R²)	
	C/C'	L/L'	Cp/Cp'	Cr/Cr'	P/P'		A/A'	Rm²
Bacias Hidrográficas do 1o. Grupo								
6/10	1.28	0.94	1.40	0.91	1.03	1.11	1.07	1.24
Bacias Hidrográficas do 2o. Grupo								
3/4	1.05	0.86	1.14	1.21	0.95	1.04	0.99	1.08
Bacias Hidrográficas do 3o. Grupo								
1/14	1.15	1.04	1.36	0.91	1.11	1.11	1.13	1.24
1/13	0.94	1.04	1.00	0.94	1.00	0.99	1.08	0.97
14/13	0.82	1.00	0.73	1.04	0.90	0.90	0.96	0.81

TABELA 4.7. Número de segmentos de rios observados em cada ordem de ramificação e o total para as Bacias Hidrográficas representativas de solos da Area 1 (Brunizem A-vermelhado).

Bacia Hidrográfica número	Area (km²)	No segmentos de rios em cada ordem (w)			
		1a	2a	3a	Nt
Bacias Hidrográficas do 1o grupo					
1	0.16	8	2	1	11
2	0.22	11	2	1	14
3	0.19	8	3	1	12
4	0.24	8	2	1	11
6	0.16	7	2	1	10
Média ponderada		8.52	2.20		11.71
Média	0.19	8.40	2.20		11.60
Bacias Hidrográficas do 2o grupo					
10	0.56	12	3	1	16
11	0.58	14	3	1	18
12	0.66	17	4	1	22
30	0.64	11	3	1	15
31	0.44	19	5	1	25
Média ponderada		14.40	3.53		18.93
Média	0.58	14.60	3.60		19.20
Bacias Hidrográficas do 3o grupo					
24	0.87	22	5	1	28
25	0.77	27	4	1	32
26	0.61	30	8	1	39
27	0.52	27	4	1	32
28	0.66	22	2	1	25
Média ponderada		25.30	4.58		30.88
Média	0.69	25.60	4.60		31.20
Bacia Hidrográfica intermediária para TE (85,3% BV; 14,7% TE)					
14	1.06	19	5	1	25

TABELA 4.8. Número de segmentos de rios observados em cada ordem de ramificação e o total para as Bacias Hidrográficas representativas de solos da Área 2 (Terra Roxa Estruturada).

Bacia Hidrográfica número	Área (km ²)	No segmentos de rios em cada ordem (w)			
		1a	2a	3a	Nt
Bacias Hidrográficas intermediárias para BV					
20	1.28	19	2	1	22
21	0.96	16	2	1	19
22	0.61	13	2	1	16
23	1.16	19	3	1	23
Média ponderada		17.37	2.29		20.66
Média	1.00	16.75	2.25		20.00
Bacias Hidrográficas do 1o grupo					
7	1.58	10	3	1	14
9	2.17	17	3	1	21
18	1.98	12	4	1	17
19	1.83	16	4	1	21
32	1.81	11	2	1	14
Média ponderada		13.41	3.21		17.62
Média	1.87	13.20	3.20		17.40
Bacia Hidrográfica intermediária para LR, 1o grupo					
16	3.13	17	4	1	22
17	2.85	13	4	1	18
37	2.29	12	2	1	15
33	2.28	16	3	1	20
Média ponderada		14.62	3.35		18.97
Média	2.64	14.50	3.25		18.75
Bacias Hidrográfica intermediárias para LR, 2o grupo					
34	1.72	11	2	1	14
13	1.87	12	4	1	17
28	1.91	13	3	1	17
29	1.89	11	2	1	14
Média ponderada		11.77	2.76		15.53
Média	1.85	11.75	2.75		15.50

TABELA 4.9. Número de segmentos de rios observados em cada ordem de ramificação e o total para as Bacias Hidrográficas representativas de solos da Área 3 (Latossolo Roxo).

Bacia Hidrográfica número	Área (km ²)	No segmentos de rios em cada ordem (w)			
		1a	2a	3a	Nt
Bacias Hidrográficas do 1o. grupo					
6	2.62	5	2	1	8
10	2.45	4	2	1	7
Media Ponderada		4.52	2.00		7.52
Média	2.54	4.50	2.00		7.50
Bacias Hidrográficas do 2o. grupo					
3	3.34	4	2	1	7
4	3.37	6	2	1	9
Media ponderada		5.00	2.00		8.00
Média	3.36	5.00	2.00		8.00
Bacias Hidrográficas do 3o. grupo					
1	4.67	11	2	1	14
14	4.12	5	2	1	8
13	4.31	8	2	1	11
Media ponderada		8.13	2.00		11.13
Média	4.37	8.00	2.00		11.00
Bacia Hidrográfica do 4o. grupo					
11	15.84	23	6		30

TABELA 4.10. Comprimentos totais de segmentos de rios em cada ordem; comprimento totais observados em cada Bacia Hidrográfica; médias ponderadas para as unidades de solo da Área 1 (Brunizem Avermelhado).

Bacia Hidrográfica número	Área (km ²)	Comprimento total de rios em cada ordem - Lw (km)			
		1a	2a	3a	Lt
Bacias Hidrográficas do 1o grupo					
1	0.16	0.75	0.25	0.25	1.25
2	0.22	1.03	0.50	0.25	1.78
3	0.19	0.73	0.28	0.30	0.30
4	0.24	1.14	0.50	0.25	1.89
6	0.16	0.63	0.10	0.50	1.23
Média ponderada		0.89	0.35	0.30	1.34
Média	0.19	0.86	0.33	0.31	1.29
Bacias Hidrográficas do 2o grupo					
10	0.56	1.75	1.00	0.35	3.10
11	0.58	2.50	0.70	0.63	3.83
12	0.66	2.38	0.75	0.88	4.00
30	0.64	2.50	0.75	0.50	3.75
31	0.44	1.75	0.73	0.28	2.75
Média ponderada		2.21	0.79	0.55	3.54
Média	0.58	2.18	0.79	0.53	3.49
Bacias Hidrográficas do 3o grupo					
24	0.87	4.54	1.14	0.70	6.38
25	0.77	3.99	0.50	1.25	5.74
26	0.61	3.63	1.00	0.98	5.50
27	0.52	3.25	1.03	0.68	4.95
Média ponderada		3.94	0.91	0.91	5.74
Média	0.69	3.85	0.92	0.90	5.64
Bacia Hidrográfica intermediária para TE (85,3% BV; 14,7% TE)					
14	1.06	3.8	0.88	1.00	5.68

TABELA 4.11. Comprimentos totais de segmentos de rios em cada ordem; comprimentos totais observados em cada Bacia Hidrográfica; médias ponderadas para as unidades de solo da Área 2 (Terra Roxa Estruturada).

Bacia Hidrográfica número	Área (km²)	Comprimento total de rios em cada ordem - Lw (km)			
		1a	2a	3a	Lt
Bacias Hidrográficas intermediárias para BV					
20	1.28	3.78	0.50	0.15	5.43
21	0.96	2.24	0.75	0.75	3.74
22	0.61	1.88	0.88	0.63	3.39
23	1.16	4.24	1.28	0.65	6.17
Média ponderada		3.26	0.84	0.51	4.93
Média	1.00	3.04	0.85	0.55	4.68
Bacias Hidrográficas do 1o Grupo					
7	1.58	2.50	1.25	1.03	6.04
9	2.17	4.75	1.50	0.75	7.00
18	1.98	3.68	1.30	1.15	6.13
19	1.83	3.50	1.56	1.25	6.31
32	1.81	2.78	1.30	1.03	5.11
Média ponderada		3.52	1.39	1.03	6.15
Média	1.87	3.44	1.38	1.04	6.12
Bacias Hidrográficas intermediárias para LR, 1o Grupo					
16	3.13	6.50	2.25	1.38	10.13
17	2.85	5.25	1.25	1.38	7.88
37	2.29	3.25	1.13	1.13	5.51
33	2.28	5.38	0.88	1.08	7.34
Média ponderada		5.21	1.44	1.26	7.92
Média	2.64	5.10	1.38	1.24	7.72
Bacias Hidrográficas intermediárias para LR, 2o Grupo					
34	1.72	2.70	0.90	0.68	4.28
13	1.87	2.25	1.60	0.65	4.50
28	1.91	3.20	1.55	0.90	5.65
29	1.89	3.75	1.38	0.80	5.93
Média ponderada		2.98	1.37	0.76	5.11
Média	1.85	2.98	1.36	0.76	5.09

TABELA 4.12. Comprimentos totais de segmentos de rios em cada ordem; comprimentos totais observados em cada Bacia Hidrográfica; médias ponderadas para as unidades de solo da Área 3 (Latossolo Roxo).

Bacia Hidrográfica número	Área (km²)	Comprimento total de rios em cada ordem - Lw (km)			
		1a	2a	3a	Lt
Bacias Hidrográficas do 1o grupo					
6	2.62	1.30	0.40	0.40	3.00
10	2.45	1.50	1.00	0.80	3.30
Média ponderada		1.40	0.69	0.59	3.14
Média	2.54	1.40	0.70	0.60	3.15
Bacias Hidrográficas do 2o Grupo					
3	3.34	2.50	1.40	0.80	4.60
4	3.37	1.90	1.30	0.70	3.80
Média ponderada		2.20	1.35	0.75	4.20
Média	3.36	2.20	1.35	0.75	4.20
Bacias Hidrográficas do 3o Grupo					
1	4.67	2.00	1.50	1.50	4.90
14	4.12	1.80	2.50	1.10	5.40
13	4.31	2.10	1.60	1.50	5.20
Média ponderada		1.97	1.85	1.37	5.16
Média	4.37	1.97	1.87	1.37	5.17
Bacia Hidrográfica do 4o Grupo					
11	15.84	10.60	4.90	4.00	19.40

TABELA 4.13. Comprimento médio de canais (Lm), características quantitativas dos padrões de drenagem e as classes de textura hidrográficas das Bacias Hidrográficas representativas das unidades de solo da Área 1 (Brunizem Avermelhado).

Bacia Hidrog. número	Comprimento médio de canais (km)				Área da bacia (km²)	Densidade de drenagem (km rios/km²)	Frequência de rios (NW1a/km²)	Textura de drenagem (Nw1a/km)	Razão de textura média	Classe de textura topográfica
	1a	2a	3a	Lm						
Bacias Hidrográficas do 1o Grupo										
1	0.09	0.13	0.25	0.11	0.16	8.06	51.61	4.57	4.53	Média
2	0.09	0.25	0.25	0.13	0.22	7.98	49.44	5.50		
3	0.09	0.09	0.30	0.11	0.19	6.98	42.95	4.43		
4	0.14	0.25	0.25	0.17	0.24	7.96	33.68	4.05		
6	0.09	0.05	0.50	0.12	0.16	7.54	43.08	4.00		
Média	0.10	0.15	0.31	0.13	0.19	7.70	44.15	4.51		
Bacias Hidrográficas do 2o Grupo										
10	0.15	0.33	0.35	0.19	0.56	5.57	21.57	4.03	4.57	Média
11	0.18	0.23	0.63	0.21	0.58	6.61	24.19	4.00		
12	0.14	0.19	0.88	0.18	0.66	6.11	25.95	5.23		
30	0.14	0.25	0.50	0.17	0.64	5.83	27.96	5.45		
31	0.09	0.15	0.28	0.11	0.44	6.22	22.63	3.77		
Média	0.14	0.23	0.53	0.17	0.58	6.07	24.46	4.50		
Bacias Hidrográficas do 3o Grupo										
24	0.21	0.23	0.70	0.23	0.87	7.33	25.28	5.43	7.10	Fina
25	0.15	0.13	1.25	0.18	0.77	7.44	35.01	6.17		
26	0.12	0.13	0.98	0.14	0.61	9.14	48.98	8.89		
27	0.12	0.26	0.68	0.15	0.52	9.61	52.43	9.15		
Média	0.15	0.18	0.90	0.18	0.69	8.38	40.43	7.41		
Bacia Hidrográfica intermediária para TE (85,3% BV; 14,7% TE)										
14	0.20	0.18	1.00	0.23	1.06	5.34	17.88	4.27	4.27	Média

TABELA 4.14. Comprimento médio de canais (Lm), características quantitativas dos padrões de drenagem e as classes de textura topográfica das Bacias Hidrográficas representativas das unidades de solos da Área 2 (Terra Roxa Estruturada).

Bacia Hidrog. número	Comprimento médio de canais (km)				Área da bacia (km²)	Densidade de drenagem (km rios/km²)	Frequência de rios (NW1a/km²)	Textura de drenagem (Nw1a/km)	Razão de textura média	Classe de textura topográfica
	1a	2a	3a	Lm						
Bacias Hidrográficas intermediárias para BV										
20	0.20	0.25	0.15	0.25	1.28	4.23	14.83	4.04	4.01	Média
21	0.14	0.38	0.75	0.20	0.96	3.89	16.62	3.76		
22	0.14	0.44	0.63	0.21	0.61	5.57	21.44	3.71		
23	0.22	0.43	0.65	0.27	1.16	5.33	16.43	4.34		
Média	0.18	0.37	0.55	0.23	1.00	4.76	17.33	3.96		
Bacias Hidrográficas do 1o Grupo										
7	0.25	0.42	1.03	0.43	1.58	3.23	6.31	1.65	2.26	Grosseira
9	0.28	0.50	0.75	0.33	2.17	3.23	7.84	2.67		
18	0.31	0.33	1.15	0.36	1.98	3.10	6.08	2.20		
19	0.22	0.39	1.25	0.30	1.83	3.44	8.73	2.68		
32	0.25	0.65	1.03	0.37	1.81	2.81	6.07	1.96		
Média	0.26	0.46	1.04	0.36	1.87	3.16	7.01	2.23		
Bacias Hidrográficas Intermediárias para LR, 1o Grupo										
16	0.38	0.56	1.38	0.46	3.13	3.24	5.44	2.39	2.13	Grosseira
17	0.40	0.31	1.38	0.44	2.85	2.76	4.55	1.89		
37	0.27	0.62	1.13	0.37	2.29	2.40	5.24	1.70		
33	0.34	0.29	1.08	0.37	2.28	3.22	7.03	2.49		
Média	0.35	0.45	1.24	0.41	2.64	2.91	5.57	2.12		
Bacias Hidrográficas Intermediárias para LR, 2o Grupo										
34	0.25	0.45	0.68	0.31	1.72	2.49	6.41	2.05	2.03	Grosseira
13	0.19	0.40	0.65	0.26	1.87	2.41	6.42	2.09		
28	0.25	0.52	0.90	0.33	1.91	2.95	6.80	2.17		
29	0.34	0.69	0.80	0.42	1.89	3.13	5.82	1.80		
Média	0.26	0.51	0.76	0.33	1.85	2.75	6.36	2.03		

TABELA 4.15. Comprimento médio de canais (Lm), características quantitativas dos padrões de drenagem e as classes de textura topográfica das Bacias Hidrográficas representativas das unidades de solo da Área 3 (Latossolo Roxo).

Bacia Hidrog. número	Comprimento médio de canais (km)				Área da bacia (km ²)	Densidade de drenagem (km rios/km ²)	Frequência de rios (Nw1a/km ²)	Textura de drenagem (Nw1a/km)	Razão de textura média	Classe de textura topográfica
	1a	2a	3a	Lm						
Bacias Hidrográficas do 1o Grupo										
6	0.26	0.40	0.40	0.38	2.62	1.2	1.9	0.8	0.7	Grosseira
10	0.38	0.50	0.80	0.47	2.45	1.3	1.6	0.6		
Média	0.32	0.45	0.60	0.42	2.54	1.25	1.75	0.70		
Bacias Hidrográficas do 2o Grupo										
3	0.63	0.70	0.80	0.66	3.34	1.4	1.2	0.6	0.7	Grosseira
4	0.32	0.65	0.70	0.42	3.37	1.1	1.8	0.8		
Média	0.47	0.68	0.75	0.54	3.36	1.25	1.50	0.70		
Bacias Hidrográficas do 3o Grupo										
1	0.18	0.75	1.50	0.35	4.67	1.1	2.4	1.2	0.9	Grosseira
14	0.36	1.25	1.10	0.68	4.12	1.3	1.2	0.6		
13	0.26	0.80	1.50	0.47	4.31	1.2	1.9	0.9		
Média	0.27	0.93	1.37	0.50	4.37	1.20	1.83	0.90		
Bacia Hidrográfica do 4o Grupo										
11	0.46	0.82	4.00	0.65	15.84	1.2	1.5	1.4	1.4	Grosseira

TABELA 4.16. Características descritivas das redes de drenagem (LUEDE, 1959 e Tipo segundo PARVIS, 1950) dos solos localizados nas Áreas estudadas.

Características	Area / Solos estudados				
	1/BV + Li	2/TE	3/LR	4/LB	5/TB
Tipo ou Modelo	dendrítica	subparalelo	paralelo	subparalelo	dendrítica
Grau de integração	alto	médio/alto	baixo	médio/alto	alto
Densidade	alta	média	baixa	média	alta
Grau de uniformidade	não uniforme	pouco uniforme	uniforme	pouco uniforme	não uniforme
Orientação	pouco orientado	não orientado	não orientado	pouco orientado	não orientado
Angularidade	alta	média/alta	baixa	ausente	média/alta
Grau de controle	médio	médio/baixo	baixo	baixo	médio
Ângulos de confluência	agudos passando para retos	retos	retos	retos passando para agudos	agudos

TABELA 4.18. Relações funcionais entre parâmetros que definem as características dos padrões de drenagem, obtidas para as unidades de solo: coeficiente de determinação (r^2) e a regressão.

Equação	r^2
Bacias Hidrográficas: Areas 1, 2 e 3	
$Dd = 1,8109 + 0,1490 Fr$	0.9100
$Dd = 0,7180 + 1,1298 Text$	0.8500
$Fr = -5,0649 + 6,8824 Text$	0.7706
Bacias Hidrográficas: Areas 4 e 5	
$Dd = 2,6705 + 0,1633 Fr$	0.9690
$Dd = 0,4491 + 1,6501 Text$	0.8577
$Fr = -13,6714 + 10,1214 Text$	0.8841
Amostras Circulares: Areas 1, 2 e 3	
$Ddc = 1,0988 + 0,2424 Frc$	0.9334
$Ddc = 1,1042 + 0,2707 Textc$	0.9345
Amostras Circulares: Areas 4 e 5	
$Ddc = 2,2715 + 0,2049 Frc$	0.9840
$Ddc = 2,2700 + 0,2292 Textc$	0.9842

TABELA 4.19. Número de segmentos de rios de 1ª ordem; comprimento total de segmentos de rios; características quantitativas dos padrões de drenagem e as classes de textura topográfica das amostras circulares representativas das unidades de solos da Área 1 (Brunizem Avermelhado).
Área 10 km²; Perímetro 11.18 km.

Amostra Circular número	Nº de segmentos de rios de 1ª ordem	Comprimento total de segmentos de rios (km)	Dd (km rios/km²)	Fr (Nw1a/km²)	T (Nw1a/km)	Classe de textura topográfica
Amostras circulares localizadas ao Norte						
6	274	81.42	8.14	27.4	24.5	
7	330	79.22	7.92	33.0	29.5	
8	241	73.34	7.33	24.1	21.6	
9	228	72.18	7.22	22.8	20.4	
Média	268.25	76.54	7.65	26.83	24.00	Fina
Amostras circulares localizadas ao Sul						
1	263	64.50	6.45	26.3	23.5	
2	194	54.67	5.47	19.4	17.4	
3	203	60.72	6.07	20.3	18.2	
4	94	40.11	4.01	9.4	8.4	
Média	188.50	55.00	5.50	18.85	16.88	Fina

TABELA 4.20. Número de segmentos de rios de 1ª ordem; comprimento total de segmentos de rios; características quantitativas dos padrões de drenagem e as classes de textura topográfica das amostras circulares representativas das unidades de solos da Área 2 (Terra Roxa Estruturada).
Área 10 km²; Perímetro 11.18 km.

Amostra Circular número	Nº de segmentos de rios de 1ª ordem	Comprimento total de segmentos de rios (km)	Dd (km rios/km²)	Fr (Nw1a/km²)	T (Nw1a/km)	Classe de textura topográfica
Amostras circulares com 100% TE						
1	66	32.00	3.20	6.6	5.9	
2	79	38.80	3.88	7.9	7.1	
4	77	36.25	3.63	7.7	6.9	
5	88	38.16	3.82	8.8	7.9	
6	67	36.20	3.62	6.7	6.0	
7	66	36.05	3.61	6.6	5.9	
8	51	28.63	2.86	5.1	4.6	
9	61	31.93	3.20	6.1	5.5	
10	65	28.28	2.84	6.5	5.8	
Média	68.89	34.03	3.41	6.89	6.18	Média
Amostra circular intermediária (14,67% TE e 85,33% LR)						
3	25.00	14.28	1.43	2.50	2.20	Grosseira

TABELA 4.21. Número de segmentos de rios de 1ª ordem; comprimento total de segmentos de rios; características quantitativas dos padrões de drenagem e as classes de textura topográfica das amostras circulares representativas das unidades de solos da Área 3 (Latossolo Roxo).
Área 10 km²; Perímetro 11.18 km.

Amostra Circular número	Nº de segmentos de rios de 1ª ordem	Comprimento total de segmentos de rios (km)	Dd (km rios/km²)	Fr (Nw1a/km²)	T (Nw1a/km)	Classe de textura topográfica
Amostras circulares com 100% LR distrófico						
1	30	14.20	1.40	3.0	2.7	
2	18	9.40	0.90	1.8	1.6	
3	16	11.30	1.10	1.6	1.4	
4	24	13.80	1.40	2.4	2.1	
5	13	9.00	0.90	1.3	1.2	
Média	20.20	11.54	1.14	2.02	1.80	Grosseira
Amostras circulares com 100% LR álico						
6	10	6.7	0.7	1.0	0.9	
7	15	10.6	1.1	1.5	1.3	
9	10	6.4	0.6	1.0	0.9	
11	10	8.3	0.8	1.0	0.9	
12	15	11.1	1.1	1.9	1.3	
Média	12.00	8.62	0.86	1.28	1.06	Grosseira

TABELA 4.22. Propriedades dimensionais das Bacias Hidrográficas selecionadas, representativas das unidades de solos da Área 4 (Latossolo Bruno).

Bacia Hidrográfica número	Maior Compri- mento (C)	Maior Largura (L)	Comprimento de rios		Peri- metro (P)	Área (A)
			Principal (Cp)	Rede (Cr)		
			----- km -----		----- km ² -----	
Bacias Hidrográficas do 1o. Grupo						
2	1.62	0.85	0.50	5.85	5.50	1.27
7	2.00	0.88	1.25	6.90	5.87	1.46
11	1.38	1.00	0.75	5.67	4.90	1.28
Bacias Hidrográficas do 2o. Grupo						
14	2.90	1.13	0.90	7.65	7.00	2.45
15	3.60	1.28	1.23	8.22	8.50	2.80
Bacias Hidrográficas do 3o. Grupo						
4	2.18	1.53	1.45	7.07	6.13	2.01
5	2.70	1.50	1.13	9.88	6.98	2.68
10	2.25	1.35	1.53	8.90	6.50	2.09
Bacias Hidrográficas do 4o. Grupo						
13	3.75	1.25	2.68	12.22	9.13	3.55
16	4.63	1.08	4.75	15.88	12.15	4.70

TABELA 4.23. Propriedades dimensionais das Bacias Hidrográficas selecionadas, representativas das unidades de solos da Área 5 (Terra Bruna Estruturada).

Bacia Hidrográfica número	Maior Compri- mento (C)	Maior Largura (L)	Comprimento de rios		Perí- metro (P)	Área (A)
			Principal (Cp)	Rede (Cr)		
----- km -----						- km² -
Bacias Hidrográficas do 1o. Grupo						
6	0.58	0.60	0.25	2.65	2.00	0.26
9	0.63	0.45	0.25	2.33	1.88	0.22
17	0.63	0.60	0.25	2.08	2.23	0.21
19	0.78	0.60	0.48	2.85	2.25	0.27
32	0.65	0.55	0.35	2.10	2.13	0.22
41	0.85	0.53	0.40	2.30	2.38	0.29
Bacias Hidrográficas do 2o. Grupo						
34	0.68	0.58	0.50	3.13	2.53	0.34
36	0.80	0.63	0.60	3.40	2.53	0.33
37	0.95	0.73	0.55	3.60	2.75	0.39
Bacias Hidrográficas do 3o. Grupo						
13	1.33	0.68	0.83	4.90	3.55	0.49
16	1.60	0.58	1.05	4.75	3.90	0.56
18	1.13	0.65	0.88	4.48	3.13	0.54

TABELA 4.24. Análise dimensional e semelhança geométrica aplicadas as Bacias Hidrográficas representativas das unidades de solos da Área 4 (Latossolo Bruno).

Bacias Hidro- gráficas	Razão de Escala Linear (R)					Razão Média (Rm)	Razão de Escala Quadrática (R²)	
	C/C'	L/L'	Cp/Cp'	Cr/Cr'	P/P'		A/A'	Rm²
Bacias Hidrográficas do 1o. Grupo								
2/ 7	0.81	0.97	0.40	0.85	0.94	0.79	0.87	0.63
2/11	1.18	0.85	0.67	1.03	1.12	0.97	0.99	0.94
7/11	1.45	0.88	1.67	1.22	1.20	1.28	1.14	1.64
Bacias Hidrográficas do 2o. Grupo								
14/15	0.81	0.88	0.73	0.93	0.82	0.83	0.88	0.70
Bacias Hidrográficas do 3o. Grupo								
4/ 5	0.81	1.02	1.29	0.72	0.88	0.94	0.75	0.89
4/10	0.97	1.13	0.95	0.79	0.94	0.96	0.96	0.92
5/10	1.20	1.11	0.74	1.11	1.07	1.05	1.28	1.09
Bacias Hidrográficas do 4o. Grupo								
13/16	0.81	1.16	0.56	0.77	0.75	0.81	0.76	0.66

TABELA 4.26. Número de segmentos de rios observados em cada ordem de ramificação e o total para as Bacias Hidrográficas representativas das unidades de solos da Área 4 (Latossolo Bruno).

Bacia Hidrográfica número	Área (km²)	No segmentos de rios em cada ordem (w)			
		1a	2a	3a	Nt
Bacias Hidrográficas do 1o grupo					
2	1.27	13	3	1	17
7	1.46	11	3	1	15
11	1.28	12	2	1	15
Média Ponderada		11.95	2.68		15.63
Média	1.34	12.00	2.67		15.67
Bacias Hidrográficas do 2o. grupo					
14	2.45	16	2	1	19
15	2.80	12	2	1	15
Média Ponderada		13.87	2.00		16.87
Média	2.63	14.00	2.00		17.00
Bacias Hidrográficas do 3o. grupo					
4	2.01	13	4	1	18
5	2.68	18	4	1	23.00
10	2.09	18	4	1	23
Média Ponderada		16.52	4.00		21.52
Média	2.26	16.33	4.00		21.33
Bacias Hidrográficas do 4o. grupo					
13	3.55	21	4	1	26
16	4.70	26	4	1	31
Média Ponderada		23.85	4.00		28.85
Média	4.13	23.50	4.00		28.50

TABELA 4.27. Número de segmentos de rios observados em cada ordem de ramificação e o total para as Bacias Hidrográficas representativas das unidades de solos da Área 5 (Terra Bruna Estruturada).

Bacia Hidrográfica número	Área (km²)	Nº segmentos de rios em cada ordem (w)			
		1a	2a	3a	Nt
Bacias Hidrográficas do 1o grupo					
6	0.26	11	3	1	15
17	0.29	11	3	1	15
19	0.27	11	3	1	15
32	0.22	10	2	1	13
41	0.29	10	2	1	13
Media Ponderada		10.62	2.62		14.23
Média	0.27	10.60	2.60		14.20
Bacias Hidrográficas do 2o. grupo					
34	0.34	14	3	1	18
36	0.33	14	3	1	18
37	0.39	17	3	1	21
Media Ponderada		15.10	3.00		19.10
Média	0.35	15.00	3.00		19.00
Bacias Hidrográficas do 3o. grupo					
13	0.49	21	6	1	28
16	0.56	21	7	1	29
18	0.54	18	3	1	22
Media Ponderada		19.98	5.33		26.31
Média	0.53	20.00	5.33		26.33

TABELA 4.28. Comprimentos totais de segmentos de rios em cada ordem; comprimentos totais observados em cada Bacia Hidrográfica; médias ponderadas para as unidades de solo da Área 4 (Latossolo Bruno).

Bacia Hidrográfica número	Área (km²)	Comprimento total de rios em cada ordem - Lw (km)			
		1a	2a	3a	Lt
Bacias Hidrográficas do 1o Grupo					
2	1.27	3.23	2.13	0.50	5.85
7	1.46	4.20	1.45	1.25	6.90
11	1.28	4.05	0.88	0.75	5.67
Média ponderada		3.84	1.48	0.85	6.17
Média	1.34	3.83	1.48	0.83	6.14
Bacias Hidrográficas do 2o Grupo					
14	2.45	5.00	1.75	0.90	7.65
15	2.80	4.37	2.62	1.23	8.22
Média ponderada		4.66	2.21	1.08	7.95
Média	2.63	4.69	2.19	1.07	7.94
Bacias Hidrográficas do 3o Grupo					
4	2.01	4.13	1.50	1.45	7.07
5	2.68	6.75	2.00	1.13	9.88
10	2.09	5.38	2.00	1.53	8.90
Média ponderada		4.75	3.50	0.91	6.64
Média	2.26	5.42	1.83	1.37	8.62
Bacias Hidrográficas do 4o Grupo					
13	3.55	8.25	1.10	2.88	12.22
16	4.70	9.62	1.50	4.75	15.88
Média ponderada		9.03	1.33	3.94	14.30
Média	4.13	8.94	1.30	3.81	14.05

TABELA 4.29. Comprimentos totais de segmentos de rios em cada ordem; comprimentos totais observados em cada Bacia Hidrográfica; médias ponderadas para as unidades de solo da Área 5 (Terra Bruna Estruturada).

Bacia Hidrográfica número	Área (km²)	Comprimento total de rios em cada ordem - Lw (km)			
		1a	2a	3a	Lt
Bacias Hidrográficas do 1o grupo					
6	0.26	1.68	0.73	0.25	2.65
9	0.22	1.33	0.75	0.25	2.33
17	0.21	1.05	0.78	0.25	2.08
19	0.27	1.98	0.40	0.48	2.85
32	0.22	1.25	0.50	0.35	2.10
41	0.29	1.15	0.75	0.40	2.30
Média ponderada		1.42	0.65	0.34	2.41
Média	0.25	1.41	0.65	0.33	2.39
Bacias Hidrográficas do 2o Grupo					
34	0.34	2.08	0.55	0.50	3.13
36	0.33	2.00	0.80	0.60	3.40
37	0.39	2.53	0.53	0.55	3.60
Média ponderada		2.22	0.62	0.55	3.39
Média	0.35	2.20	0.63	0.55	3.38
Bacias Hidrográficas do 3o Grupo					
13	0.49	3.00	1.08	0.83	4.90
16	0.56	2.20	1.50	1.05	4.75
18	0.54	2.93	0.68	0.88	4.48
Média ponderada		2.69	1.09	0.92	4.70
Média	0.53	2.71	1.09	0.92	4.71

TABELA 4.30. Comprimento médio de canais (Lm), características quantitativas dos padrões de drenagem e as classes de textura topográfica das Bacias Hidrográficas representativas das unidades de solos da Área 4 (Latossolo Bruno).

Bacia Hidrog. número	Comprimento médio de canais (km)				Área da bacia (km²)	Densidade de drenagem (km rios/km²)	Frequência de rios (Nw1a/km²)	Textura de drenagem (Nw1a/km)	Razão de textura média	Classe de textura topográfica
	1a	2a	3a	Lm						
Bacias Hidrográficas do 1o Grupo										
2	0.25	0.71	0.50	0.34	1.273	4.59	10.20	2.36	2.21	Grosseira
7	0.38	0.48	1.25	0.46	1.458	4.73	7.54	1.87		
11	0.34	0.44	0.75	0.38	1.281	4.43	9.36	2.44		
Média	0.32	0.54	0.83	0.39	1.34	4.58	9.03	2.22		
Bacias Hidrográficas do 2o Grupo										
14	0.31	0.88	0.90	0.40	2.45	3.12	6.52	2.28	1.82	Grosseira
15	0.36	1.31	1.23	0.55	2.80	2.92	4.27	1.41		
Média	0.34	1.09	1.07	0.48	2.63	3.02	5.40	1.85		
Bacias Hidrográficas do 3o Grupo										
4	0.32	0.38	1.45	0.39	2.01	3.51	6.45	2.12	2.50	Média
5	0.38	0.50	1.13	0.43	2.68	3.69	6.72	2.58		
10	0.30	0.50	1.53	0.39	2.09	4.25	8.60	2.76		
Média	0.33	0.46	1.37	0.40	2.26	3.82	7.26	2.49		
Bacias Hidrográficas do 4o Grupo										
13	0.39	0.28	2.88	0.47	3.55	3.43	5.90	2.30	2.21	Grosseira
16	0.37	0.38	4.75	0.51	4.70	3.37	5.52	2.14		
Média	0.38	0.33	3.81	0.49	4.13	3.40	5.71	2.22		

TABELA 4.31. Comprimento médio de canais (Lm), características quantitativas dos padrões de drenagem e as classes de textura topográfica das Bacias Hidrográficas representativas das unidades de solos da Área 5 (Terra Bruna Estruturada).

Bacia Hidrog. número	Comprimento médio de canais (km)				Área da bacia (km²)	Densidade de drenagem (km rios/km²)	Frequência de rios (Nwla/km²)	Textura de drenagem (Nwla/km)	Razão de textura média	Classe de textura topográfica
	1a	2a	3a	Lm						
Bacias Hidrográficas do 1o Grupo										
6	0.15	0.24	0.25	0.18	0.26	10.10	41.90	5.50	4.94	Média
9	0.11	0.25	0.25	0.15	0.22	10.63	54.86	6.40		
17	0.12	0.39	0.25	0.17	0.21	10.06	43.64	4.04		
19	0.18	0.13	0.48	0.19	0.27	10.48	40.46	4.89		
32	0.13	0.25	0.35	0.16	0.22	9.60	45.71	4.71		
41	0.12	0.38	0.40	0.18	0.29	8.00	34.78	4.21		
Média	0.13	0.27	0.33	0.17	0.25	9.81	43.56	4.96		
Bacias Hidrográficas do 2o Grupo										
34	0.15	0.18	0.50	0.17	0.34	9.19	41.18	5.54	5.78	Média
36	0.14	0.27	0.60	0.19	0.33	10.36	42.67	5.54		
37	0.15	0.18	0.55	0.17	0.39	9.19	43.38	6.18		
Média	0.15	0.21	0.55	0.18	0.35	9.58	42.41	5.75		
Bacias Hidrográficas do 3o Grupo										
13	0.14	0.18	0.83	0.18	0.49	9.92	42.53	5.92	5.68	Média
16	0.10	0.21	1.05	0.16	0.56	8.44	37.33	5.38		
18	0.16	0.23	0.88	0.20	0.54	8.33	33.49	5.76		
Média	0.14	0.21	0.92	0.18	0.53	8.90	37.78	5.69		

TABELA 4.32. Número de segmentos de rios de 1ª ordem; comprimento total de segmentos de rios; características quantitativas dos padrões de drenagem e as classes de textura topográfica das amostras circulares representativas das unidades de solos da Área 4 (Latosolo Bruno).

Área 10 km²; Perímetro 11.18.

Amostra Circular número	Nº de segmentos de rios de 1ª ordem	Comprimento total de segmentos de rios (km)	Dd (km rios/km²)	Fr (NW1a/km²)	T (NW1a/km)	Classe de textura topográfica
Amostras circulares com 100% LB						
1	71	39.60	3.96	7.1	6.4	
2	64	34.80	3.55	6.4	5.7	
3	78	38.90	3.90	7.8	6.9	
4	60	30.40	3.03	6.0	5.4	
5	63	32.90	3.30	6.3	5.6	
6	77	39.40	3.90	7.7	6.9	
7	56	34.30	3.40	5.6	5	
8	71	39.00	3.90	7.1	6.4	
Média	67.50	36.16	3.62	6.75	6.04	Média

TABELA 4.33. Número de segmentos de rios de 1ª ordem; comprimento total de segmentos de rios; características quantitativas dos padrões de drenagem e as classes de textura topográfica das amostras circulares representativas das unidades de solos da Área 5 (Terra Bruna Estruturada).

Área 10 km²; Perímetro 11.18 km.

Amostra Circular número	Nº de segmentos de rios de 1ª ordem	Comprimento total de segmentos de rios (km)	Dd (km rios/km²)	Fr (NW1a/km²)	T (NW1a/km)	Classe de textura topográfica
Amostras circulares com 100% TB						
1	225	73.00	7.30	22.5	20.1	
2	281	84.64	8.46	28.1	25.1	
3	287	85.16	8.52	28.7	25.7	
4	303	84.48	8.45	30.3	27.1	
5	366	94.53	9.45	36.6	32.7	
6	319	82.38	8.24	31.9	28.5	
Média	296.83	84.03	8.40	29.68	26.53	Fina

5. DISCUSSÃO DOS RESULTADOS

A partir do estudo pioneiro feito por FRANÇA em 1968 no Brasil sobre o uso de parâmetros fotográficos como recurso no auxílio da interpretação fotográfica para solos, uma série de pesquisas foi direcionada buscando mais interpretações, e principalmente índices que permitissem uma boa caracterização dos solos. Assim, surgiram uma série de trabalhos entre os quais de FADEL (1972), GEVAERD (1974) e DEMÉTRIO (1977), apenas para citar alguns.

No caso deste trabalho, o direcionamento para a obtenção e discussão dos resultados foi o de utilizar os parâmetros já devidamente testados, por outros autores como ferramenta na distinção dos solos. Portanto, não houve aqui interesse de se determinar uma série de correlações e empregos de equação apenas para constatar sua validade ou não. Convém lembrar que o objetivo número 2 deste trabalho, foi o de tentar separar possíveis inclusões de solos dentro de cada unidade de mapeamento.

5.1. Distribuição dos solos na paisagem

a. Solos desenvolvidos de rocha eruptiva básica

Os solos originados de rocha básica ocupam posições específicas na paisagem, vindo refletir os processos de formação. As topossequências têm indicado que nas posições altas e planas ocorre o Latossolo Roxo (LR). Ao longo da encosta aparece a Terra Roxa Estruturada (TE), já em relevo ondulado. Na parte mais acidentada com relevo forte ondulado aparece solos mais rasos, entre eles o Brunizem Avermelhado (BV) associado com os Cambissolos de basalto (Cb) e/ou Litossolos. Nas depressões, de drenagem impedida, pode ocorrer o Vertissolo (DEMATTE et al., 1992).

A ação dos processos de formação, principalmente nas áreas mais planas, é dominado pela intensa lixiviação e perda de material. As áreas de captação das bacias são grandes e devido ao relevo plano a maior parte desta água é drenada pelo solo. As consequências deste fato são as seguintes: solos argilosos profundos, de mineralogia oxidica, com dominância de microagregados o que reflete num solo de excelente drenagem interna; regra geral distróficos ou álicos (MONIZ e JACKSON, 1967). A infiltração domina sobre o deflúvio.

Nas encostas longas ocorre a Terra Roxa Estruturada ou então a Terra Roxa Latossólica, de transição entre o LR e a TE (MONIZ e BUOL, 1982). O relevo já é suave ondulado a ondulado, porém os interflúvios são ainda grandes. As características dos solos são as seguintes: profundidade mediana, argilosos, mineralogia caolinítica e rico em óxidos (MONIZ e JACKSON, 1967); no horizonte argílico a drenagem

ainda é boa, porém menor do que no LR. Sendo assim, há um equilíbrio entre deflúvio e drenagem interna. As perdas internas não são tão acentuadas e o solo tem regra geral um caráter eutrófico (Comissão de Solos, 1960).

Seguindo na mesma sequência, nas áreas mais movimentadas, em relevo forte ondulado, ocorre o Brunizem Avermelhado com os solos rasos associados (DNPEA, 1971). Devido às condições de relevo, o deflúvio é superior a infiltração. Sendo assim, o processo de perda é superficial e muito acentuado, havendo também certa porcentagem dos processos de transformação e translocação de material. Os solos, devido a estes processos, exibem as seguintes características: argilosos ou siltosos, rasos, de mineralogia 2:1 o que irá condicionar uma drenagem moderada a restrita. São predominantemente eutróficos.

Através dos exames feitos nas áreas de trabalho, pode-se evidenciar justamente tais características. A área 1, de aproximadamente 812,5 km² é dominada pelo Brunizem Avermelhado (BV) e solos associados. A análise através das fotografias aéreas evidenciou ser uma área bem dissecada, com interflúvios curtos, muito movimentada. Devido ao relevo acidentado o tamanho das bacias de 3ª ordem não é grande. Apesar da excelente fertilidade natural destes solos, regra geral eutróficos, o uso agrícola é dominado por pastagens, Culturas perenes (café no caso), ocorre em pequenas áreas onde o relevo permite atividade agrícola. Culturas anuais ocorrem apenas ou em pequena escala, nos BV ou então aparecem quando a topografia fica menos movimentada, nas partes altas do relevo, neste caso o solo já tende para uma TE ou então para um LR.

A área 2 de estudo, caracterizada pela dominância de TE, com uma área analisada em torno de 780,9

km², também é movimentada mas bem menos do que a área 1. Os interflúvios são maiores da mesma maneira que o tamanho das bacias. Apesar do relevo ser ainda ondulado ou mesmo forte ondulado ele é mais homogêneo, permitindo um uso agrícola mais pronunciado. Nas transições para solos mais rasos, BV ou mesmo Litossolos, o uso agrícola é reduzido. Nas partes altas e mais planas das bacias ocorre o LR.

Por sua vez, a área 3 (LR), de 717,6 km² é caracterizada por apresentar um relevo suave ondulado a plano, com interflúvios longos, pouco dissecado. Apesar dos solos serem dessaturados a atividade agrícola, em termos de culturas anuais, é intensa, representado principalmente pela soja e trigo. Nas encostas, ou fundo dos vales, quando estes são pronunciados, pode ocorrer a TE. Na maioria das vezes o LR faz parte isolado de toda a paisagem.

b. Solos desenvolvidos de rochas ígneas ácidas

Na região de Guarapuava, Sul do Estado do Paraná, desenvolve-se as Terras Brunas, classificadas como Latossolo Bruno, e a Terra Bruna Estruturada e os solos rasos associados (EMBRAPA, 1984b).

Devido ao caráter mais ácido do Riolito, assim como da heterogeneidade litológica da área de Guarapuava (CLEMENTE, 1988), o relevo do Latossolo Bruno assim como da Terra Bruna Estruturada é mais movimentado do que os seus similares LR e TE desenvolvidos de basalto. Em termos morfológicos o Latossolo Bruno é semelhante ao LR diferindo apenas na cor, mais brunada (CAMARGO et al., 1987). Também são solos profundos, argilosos a muito argilosos, de drenagem interna excessiva. Quimicamente são predominantemente álicos (EMBRAPA, 1984b). As características mineralógicas e

micromorfológicas destes solos foram detalhadamente estudadas por CLEMENTE, 1988, que notou estarem estes solos sofrendo intensa alitização, dando um caráter gibbsítico a sua fração argila.

Nas posições de encosta em relevo ondulado a forte ondulado, ocorre a Terra Bruna Estruturada (TB) e solos rasos associados. Este solo é semelhante morfológicamente a Terra Roxa Estruturada, inclusive com horizonte argílico, diferindo entretanto no que se refere a cor mais brunada (CAMARGO et al., 1987).

5.2. Características das bacias hidrográficas

a. Seleção das bacias

Através dos dados referentes a área e perímetro das bacias, associados às demais propriedades dimensionais, entre elas número e comprimento de rios, para cada área estudada foram selecionados diversos grupos de bacias. Posteriormente e novamente para cada área, foi aplicado o teste de semelhança geométrica que permitiu, dentro de cada grupo, nova seleção de bacias, descartando aquelas cujos resultados do teste estavam muito díspares. No caso da Área 1, dos Brunizens Avermelhado foram selecionados quatro grupos de bacias a saber:

Área 1: bacias hidrográficas do 1º grupo - bacias nºs 1, 2, 3, 4 e 6
bacias hidrográficas do 2º grupo - bacias nºs 10, 11, 12, 30 e 31
bacias hidrográficas do 3º grupo - bacias nºs 24, 25, 26 e 27.

bacia hidrográfica intermediária para TE - bacia nº14

O grupo da bacia intermediária, representa um grupo de transição, da área 1 (BV) para a área 2, Terra Roxa Estruturada.

Área 2: bacias hidrográficas intermediárias para BV; nºs 20, 21, 22 e 23

bacias hidrográficas do 1º grupo - nºs 7, 9, 18, 19 e 32

bacias hidrográficas intermediárias para LR, 1º grupo - nºs 16, 17, 37 e 33

bacias hidrográficas intermediárias para LR, 2º grupo - nºs 34, 13, 28 e 29.

Área 3: bacias hidrográficas do 1º grupo - nºs 6 e 10

bacias hidrográficas do 2º grupo - nºs 3 e 4

bacias hidrográficas do 3º grupo - nºs 1, 14 e 13

bacias hidrográficas do 4º grupo - nº 11

Área 4: bacias hidrográficas do 1º grupo - nºs 2, 7 e 11

bacias hidrográficas do 2º grupo - nºs 14 e 15

bacias hidrográficas do 3º grupo - nºs 4, 5 e 10

bacias hidrográficas do 4º grupo - nº 13 e 16

Área 5: bacias hidrográficas do 1º grupo - nºs 6, 9, 17, 19, 32 e 41

bacias hidrográficas do 2º grupo - nºs 34, 36 e 37

bacias hidrográficas do 3º grupo - nºs 13, 16 e 18

Desta maneira, a seleção das bacias possibilitou uma maior abrangência das características

dimensionais, permitindo assim uma melhor caracterização das unidades de mapeamento estudadas. Além disso, e devido a grande área estudada, permitiu também a seleção de bacias intermediárias para outros solos. As Figuras 4.1 e 4.2 ilustram as diferentes bacias selecionadas da unidade BV. Por outro lado as Figuras 4.3 e 4.4 mostram as bacias selecionadas da área 2, representante da TE assim como das bacias intermediárias, com inclusões de outros solos (Fig. 4.4 e 4.5). As bacias da área 3 (LR) estão ilustradas nas Fig. 4.6 a 4.8 enquanto que as bacias das áreas 4(TB) e 5(TB) estão ilustradas pelas Figuras 4.9 a 4.12 e Figura 4.13 respectivamente.

As bacias estudadas são de terceira ordem, devido ao fato delas permitirem inferências fotointerpretativas, mais relacionadas com o substrato rochoso do que com o solo propriamente dito (PARVIS, 1950). Tal autor observou que a medida que aumenta a ordem de ramificação, o rio escava mais profundamente o seu vale, atingindo o substrato rochoso. Tais inferências no contexto geral, podem mostrar diferenças litológicas ou influências de controles estruturais.

Tendo como apoio estas observações de PARVIS, outros autores, entre eles SMITH (1950) e STHRALER (1952) e no Brasil, FRANÇA (1968) utilizaram para estudos de solos bacias de mesma ordem de ramificação.

b. Propriedades dimensionais e semelhança geométrica das áreas de solos desenvolvidos de rochas eruptiva básica

Para uma apresentação mais didática, as áreas estudadas foram divididas em 2 grupos, a saber, áreas 1, 2 e

3, que representam as bacias cujos solos foram desenvolvidos de rochas ígneas básicas, representados pelo BV, TE e LR e as áreas 4 e 5 com solos desenvolvidos de rochas ígneas ácidas, representado pelo LB e TB.

Os dados das Tabelas 4.1, 4.2 e 4.3 indicam diferenças no tamanho das áreas das bacias e conformação, refletidas através do maior comprimento e maior largura das bacias. Nas bacias do BV do 1º grupo o maior comprimento está na faixa de 0,7 km e a maior largura 0,4 km, aumentando para 1,4 km e 0,7 km respectivamente para os demais grupos, atingindo um valor máximo de 1,6 km para o maior comprimento e de 1,0 km para a maior largura no caso da bacia 14, transitória para TE.

Por sua vez as bacias da TE já apresentam maior comprimento e maior largura, quando comparadas com as bacias do BV. As bacias típicas da TE (bacias hidrográficas do 1º grupo) na Tabela 4.2, indicam valores de 2,2 km para o maior comprimento e 1,3 km para a maior largura. As bacias intermediárias de TE para LR tendem a apresentar valores de maior comprimento e maior largura um pouco superior as bacias típicas. As bacias do LR (área 3) apresentam maior largura, assim como uma tendência de maior comprimento do que os solos das bacias da área 2 (TE). O teste de semelhança geométrica aplicado as bacias hidrográficas (Tabelas 4.4, 4.5 e 4.6), reflete maior grau de homogeneidade de solo para a unidade LR.

Numa análise conjunta dos resultados, levando-se em consideração as três áreas estudadas, nota-se um aumento significativo do maior comprimento e maior largura das bacias indo do BV para o LR, sendo a TE considerada área intermediária.

c. Análises do número de segmentos de rios

O número de segmentos de rios, pode refletir as diferenças entre as unidades de solos, como já salientava HORTON em 1945. As conclusões deste autor, foram confirmadas posteriormente por STHRALER (1957) e FRANÇA (1968) este trabalhando com solos do Brasil, mais particularmente de São Paulo, onde estudou a aplicação da lei de Horton para solos.

A lei de Horton (modificado posteriormente por Sthraler), indica que os números de segmentos de rios de cada ordem tende a formar uma série geométrica inversa àquela do número de ordem. Os dados a respeito do número de rios da área 1 (Tabela 4.7) têm indicado valores crescentes para os rios de 1ª ordem, indo das bacias do 1º grupo para as bacias do 3º grupo com valores ponderados de 8,5; 14,4 e 26,0. No caso das bacias da área 3, do LR (Tabela 4.9), o número de rios de 1ª ordem é inferior ao número de rios das demais bacias estudadas da área 1, com exceção da bacia nº11 do grupo 4, cujo N_t está na faixa de 30. Resultado semelhante também se aplica ao nº de rios de 2ª ordem, onde o seu número é ligeiramente menor nas bacias do LR quando comparado com as bacias do BV. O número total de rios, pela média ponderada indica valores de 7,5; 8,0 e 11,1, bem inferiores ao do BV. Aparentemente os valores médios dos números totais de rios da área 2 (Tabela 4.8), são intermediários entre os valores médios das bacias da área 1 e área 3. As Figuras 4.1 a 4.8 ilustram tais casos.

Proporcionalmente, a área 1 apresenta um maior nº de rios com menor extensão quando comparado com a área 3.

No caso das bacias da área 1, os solos apresentam uma mineralogia de alta atividade, (DNPEA, 1971) no caso dominância de minerais de argila 2:1, que condiciona

uma drenagem lenta no perfil, que associado ao relevo forte ondulado e a pouca profundidade do solo, faz com que o deflúvio seja superior a infiltração, causando com isso um elevado nº de rios e uma bacia de pequena área com valores inferiores a $0,87 \text{ km}^2$ (Tabela 4.7). Por outro lado, as bacias da área 3, na faixa de $2,45$ a $15,84 \text{ km}^2$ (incluindo a bacia 11, grupo 4), Tabela 4.9, caracterizadas por apresentarem solos profundos e bem drenados, o que associado a um relevo plano permite uma maior infiltração, ocasionando com isso uma redução no nº de rios. Por sua vez, a TE apresenta característica intermediária no que se refere as suas propriedades. Sua drenagem não é tão boa quanto ao do LR, porém é melhor do que a do BV; em virtude deste fato, o dessecamento de relevo é menor do que no BV e maior do que no LR.

d. Análise dos comprimentos dos rios

Os dados que representam o comprimento total de rios da área 1 (Tabela 4.10), indicam valores médios ponderados crescentes de $1,34$; $3,54$ e $5,74 \text{ km}$ indo das bacias do 1º grupo ao do 3º grupo respectivamente, onde a mesma proporção é verificada nos rios de 1ª ordem com valores de $0,89$; $2,21$ e $3,94 \text{ km}$. Por outro lado, em relação as bacias da área 2 (Tabela 4.11), os valores médios ponderados do comprimento total de rios apresenta valores $4,93 \text{ km}$ que são as bacias intermediárias para BV, com valor bastante próximo aos $5,68 \text{ km}$ (Tabela 4.10) das bacias do BV intermediário para TE. As bacias típicas de TE (1º grupo), apresentam valores ponderados médios de $6,15 \text{ km}$ superiores as bacias do BV. Isto se explica porque houve um aumento proporcional no tamanho das bacias da TE aumentando o comprimento dos canais,

apesar do nº de segmentos de rios ser ainda elevado neste solo.

Entretanto, quando se examina os valores do comprimento total das bacias do LR (Tabela 4.12), observa-se que os valores da média ponderada (3,14; 4,20 e 5,16 km), excluindo a bacia 11 do grupo 4, são inferiores aos da unidade TE e um pouco superior aos valores do BV.

Isto se deve ao fato das áreas das bacias do LR serem bem maiores do que do BV, ao mesmo tempo que o número de segmentos de rios destas bacias ser bem inferior as bacias do BV, fazendo com que houvesse uma compensação quanto ao comprimento total de rios.

Sendo assim, o comprimento de rios visto como um valor isolado não é suficiente para separar adequadamente os BV dos LR, fato que ocorreu parcialmente com o nº de rios, concordando com STRAHLER, 1957.

Outro fato a ser levado em consideração, se relaciona com o comprimento dos rios de acordo com as ordens de ramificação (Tabelas 4.10, 4.11 e 4.12). Tem ocorrido alguns casos onde o comprimento dos rios de 3ª ordem são maiores do que os de 2ª ordem. Neste caso e para estas bacias, os comprimentos totais de segmentos de rios não formam uma série geométrica inversa em relação a ordem para esta unidade de solo. Isto se deve ao fato de rios de terceira ordem serem mais sujeitos à imposição estrutural do material geológico subjacente, com consequente aumento do controle da rede de drenagem, LUEDER em 1959, já havia confirmado este fato assim como GEVAERD (1974) trabalhando em solos originados de diabásio. Nos casos ocorridos, para os solos das áreas 1 e 2 (solos mais rasos), o controle da rocha é mais evidente, explicando assim as alterações verificadas no comprimento dos rios de 3ª ordem.

As Tabelas 4.10, 4.11 e 4.12 e as Figuras 4.1, 4.2, 4.6 a 4.8 mostram que a unidade LR, com amplos divisores de água resultantes de seu relevo plano a suave ondulado, têm uma maior área de captação de bacia, enquanto que a unidade BV por se encontrar em relevo forte ondulado, possui pequenas bacias e estreitos divisores de água, o que lhe confere pequenas áreas de captação. A maior velocidade e o maior fluxo de água, associados a menor profundidade dos solos, contribuem para maior capacidade de erosão, que se reflete através de um maior número de canais. Essas relações se compensam numericamente e, nessas condições, os comprimentos totais não diferenciaram claramente as unidades BV das LR.

O comprimento médio dos rios (Tabelas 4.13, 4.14, 4.15) obtidos pela soma dos comprimentos de rios de cada ordem, dividida pelo número de segmentos da respectiva ordem, têm indicado valores crescentes vindo das bacias do BV as bacias do LR. Neste caso, os valores encontrados para o BV, de 0,13 a 0,18 e para o LR de 0,42 a 0,65 são mais sensíveis na separação destes grupos de solos do que o comprimento total isolado.

e. Características descritivas

De maneira geral, a análise descritiva do padrão de drenagem determinado através dos elementos propostos por PARVIS (1950) e LUEDER (1959), mostrou-se útil principalmente na abordagem de alguns aspectos que a análise quantitativa desenvolvida por HORTON (1945) e STHRALER (1957) não considera, ao menos expressamente.

O padrão de drenagem se resume no resultado do trabalho erosivo das águas. A Tabela 4.16, indica as características descritivas do padrão de drenagem das

unidades de solos estudados segundo LUEDER (1959) e o tipo segundo PARVIS (1950). Através dela, pode-se observar uma diferenciação entre as unidades de solos.

A unidade de mapeamento BV apresenta alto grau de integração dos rios e alta densidade de drenagem, explicada pela sua baixa relação infiltração/deflúvio, já comentado anteriormente, resultante da pouca profundidade do perfil, presença de mineralogia 2:1, o que dificulta a sua drenagem interna. Além disso, é necessário lembrar que esta unidade de mapeamento apresenta-se associada com solos mais rasos, e com presença de rocha, que é evidenciado através das variações locais na densidade de drenagem, indicando um provável controle litológico. O tipo ou modelo do padrão é dendrítico, principalmente nas partes mais elevadas do relevo, onde os rios se distribuem sem direção preferencial, refletindo as características do solo. Por outro lado, nas partes mais baixas do relevo os rios de ordens mais elevadas apresentam alguma orientação, um certo grau de controle, angularidade alta e ângulos agudos passando a retos, possivelmente indicando que estão correndo sobre a rocha.

A unidade de mapeamento LR, apresenta um baixo grau de integração dos rios e baixa densidade de drenagem, o que é explicado pela elevada relação infiltração/deflúvio. Isto se deve ao fato de ser o LR, um solo muito profundo e por apresentar uma drenagem interna boa a excessiva, motivado principalmente pela mineralogia oxídica que proporciona elevada quantidade de microagregados. Além disso, tal solo ocupa as posições altas da paisagem com relevo plano a suave ondulado. O tipo ou modelo do padrão é paralelo, uniforme com orientação praticamente ausente. A angularidade é baixa, assim como o grau de controle, com ângulos de confluência retos.

Por sua vez a unidade de mapeamento TE (área 2) como já foi salientado anteriormente, é um solo transitório entre o BV e o LR. Portanto suas características descritivas, de maneira geral, também são intermediárias. O grau de integração é médio a alto e a densidade média, refletindo uma relação infiltração/deflúvio mediana. Isto se deve a ter este solo, um horizonte argílico de mineralogia caolinítica fazendo com que a drenagem seja boa, mas não tão acentuada como no LR, porém melhor do que no BV. O relevo já é ondulado a forte ondulado em determinadas áreas (transitórias para BV), ou suave ondulado (transitório para LR) o que lhe confere um tipo ou modelo de drenagem subparalelo e pouco uniforme. O padrão de drenagem é pouco a não orientado, média a alta angularidade, apresentando médio/baixo grau de controle com ângulos de junção retos. As características do BV e TE com médio e médio/baixo grau de controle respectivamente, associado ao tipo e extensão dos rios de 2ª e 3ª ordens (já comentadas anteriormente) levam a crer que a rede de drenagem dessas unidades de solos estão sujeitas a um controle estrutural. Observa-se nas Tabelas 4.10, 4.11 e 4.12 que cinco bacias dos BV apresentam comprimento dos rios de 3ª ordem maior que os de 2ª; duas na área de TE para LR (área 2) e nenhuma na área de LR, concordando com a análise descritiva onde têm-se um grau de controle alto, médio/baixo e baixo para o BV, TE e LR respectivamente. Os rios de 2ª e principalmente os de 3ª ordem com a diminuição do perfil do solo, pela própria posição destes (BV e TE) no relevo (encosta), sofrem a ação da rocha no que se refere ao controle estrutural que apresentam fraturas longitudinais as quais determinam a direção preferencial e extensão dos rios de 2ª e 3ª ordens, o que concorda com as observações iniciais feitas por PARVIS

(1950) e LUEDER (1959). Tais resultados vêm a confirmar os obtidos por GEVAERD (1974) que trabalhou com solos de basalto, SOUZA (1975) e CARVALHO (1977) que trabalharam com LR e TE respectivamente, no Paraná e Estado de São Paulo.

f. Características quantitativas

Um resumo dos dados das características quantitativas indicados na Tabela 4.17, obtidos através dos dados das Tabelas 4.13 a 4.15, indica que os parâmetros estudados forneceram índices que permitem uma diferenciação entre as unidades BV, TE e LR, indicando inclusive uma proximidade de valores para as bacias que apresentam inclusões de solos, tais como do BV para TE e TE para LR.

A frequência de rios, relacionando o número total de segmentos de rios de 1ª ordem com a área, mostrou-se um dado consistente (Tabela 4.17), evidenciando diferenças entre as unidades estudadas com valores de 24,4 a 44,1 no BV 17,88 intermediária para TE (área 1), passando na área 2, para 17,33 nas intermediárias para TE e 7,0 nas típicas de TE, caindo para 6,3 e 5,5 nas intermediárias para LR e finalmente 1,5 a 1,83 nas bacias da área 3 LR. Resultado semelhante ocorreu com a densidade de drenagem, que relaciona comprimento total de segmentos de rios com a área da bacia hidrográfica. A densidade de drenagem para as bacias do BV foi de 6,07 a 8,38; passando para 5,34 (bacia com 85,3% de BV) e 4,75 (bacias com média de 35% de TE) nas intermediárias para TE; 3,16 nas bacias típicas de TE; 2,9 (bacias com média de 66% de TE) e 2,74 (bacias com média de 61% de TE) nas bacias intermediárias para LR e 1,20 a 1,25 nas bacias com 100% de LR. Tais resultados confirmam o que HORTON (1945) já salientava, no sentido de se utilizar a frequência de rios e

a densidade de drenagem, com a finalidade de caracterizar quantitativamente as redes de drenagem de bacias hidrográficas, pois tais características relacionam a composição da rede (comprimento total e número de segmentos de rios) à área da bacia.

Os valores obtidos para a razão de textura média, mostraram também uma boa diferenciação entre as unidades estudadas. O valor da razão de textura média para o BV encontra-se na faixa de 4,5 a 7,1 o que permite classificá-la como pertencente a classe de textura topográfica média a fina; para a unidade intermediária BV/TE o valor foi de 4,27 e 4,01 média; bacia de TE 2,26; intermediárias para LR 2,13 e 2,03 grosseira e 0,7 a 1,4 para o LR, classificando-a como grosseira.

Outra característica quantitativa cujos resultados permitiu diferenciação das áreas estudadas, se refere ao comprimento médio de rios (Tabela 4.17). No caso das bacias do BV, o comprimento médio dos rios variou de 0,13 a 0,18 km; nas intermediárias para TE 0,23; na TE 0,35 e nas intermediárias para LR 0,33 a 0,4 e no LR de 0,42 a 0,53. Tomando-se os dados da densidade de drenagem, frequência de rios e razão de textura média, nota-se que os resultados são sequenciais passando de uma área para a outra como um continuum. O comprimento médio dos rios do grupo intermediário do BV (bacia 14: 85,3% BV e 14,7% TE) de 0,23 km, é igual ao grupo de bacias de TE intermediárias para BV (média da porcentagem de solos: 35% TE e 65% de BV), também com valor de 0,23 km. Esse parâmetro portanto, não diferenciou esses dois grupos, apesar das diferenças de porcentagem de solos existentes nas bacias.

Através dos dados das Tabelas 4.13 a 4.15, determinou-se diversas correlações cujas equações estão

indicadas na Tabela 4.18 ilustrado na Figura 4.27. Observa-se através destes dados a boa correlação com os dados examinados.

5.3. Características das amostras circulares

a. Seleção das amostras circulares

Em 1960, RAY e FISHER apresentaram o critério de amostras circulares para ser empregado no estudo de redes de drenagem para fins de caracterização litológica. No caso da caracterização de solos, o mesmo método foi aplicado por FRANÇA (1968) obtendo resultados significativos para a densidade de drenagem de amostras circulares, indicando uma série de vantagens, entre elas: a eliminação da influência da área; possibilidade de deslocamento da área circular dentro da área de ocorrência de uma unidade de solo, procurando aí uma maior abrangência e homogeneidade de área a ser amostrada.

Uma vez obtido as amostras circulares de todas as áreas estudadas, estas foram selecionadas e agrupadas de forma que possibilitasse dar uma maior abrangência possível, aos objetivos pretendidos neste trabalho.

Um cuidado especial foi tomado no caso da seleção destas amostras, quanto a sua localização no relevo. Assim, é que as amostras circulares foram quase sempre localizadas na parte mais alta do relevo, de modo a incluir os rios de cabeceira, que melhor representam as condições hidrológicas do perfil do solo.

Assim, na Área 1, foram selecionados dois grupos de amostras, sendo um grupo com as amostras 6, 7, 8 e 9 de ocorrência na região Norte da área e o outro grupo,

representado pelas amostras 1, 2, 3 e 4 localizadas ao Sul da área.

Para a Área 2 das TE, também foram selecionados dois grupos de amostras, sendo um grupo representado pelas amostras 1, 2, 4, 5, 6, 7, 8, 9 e 10, todas com 100% de ocorrência de TE, e o grupo representado pela amostra nº 3 com 85,33% de inclusão de LR.

Na Área 3 dos LR, obteve-se dois grupos, sendo eles LRd e LRa, representados pelas amostras 1, 2, 3, 4, 5 e 6, 7, 9, 11, 12, respectivamente.

b. Características dimensionais das amostras circulares

Os dados relacionados às características dimensionais das amostras circulares (Tabela 4.19, 4.20 e 4.21 e Figuras 4.14 a 4.21) são suficientes para permitirem diferenciação hidrológica das unidades de solos. Quanto ao número de segmentos de rios de 1ª ordem e o comprimento total de segmentos para as amostras da área 1, indicam valores elevados para ambos os casos quando comparados com as demais áreas 2 e 3. Particularmente em relação a área 1, os dados indicam que as amostras localizadas ao norte da área com valores de 268,2 e 76,5 km para nº de segmentos de rios de 1ª ordem e comprimento total respectivamente, são mais dissecadas do que as bacias localizadas mais ao sul com valores de 188 e 55 km. A densidade de drenagem evidencia também este fato, com um valor médio de 7,65 para as amostras da região norte contra um valor médio de 5,5 para as amostras da região sul. As Figuras 4.14 e 4.15 ilustram tal caso. A frequência de rios e a razão de textura média também mostraram bons resultados semelhantes, o que não ocorreu com

a classe de textura topográfica, cujos resultados não diferenciaram essas áreas.

Por ocasião dos estudos de fotointerpretação destas áreas, pôde-se observar que a região norte é mais movimentada do que a região sul, apesar das duas terem um relevo forte ondulado. Possivelmente na região norte a contribuição de solos rasos é maior do que a região sul.

Por sua vez, os dados quantitativos das amostras circulares da área 2 (TE) são ligeiramente inferiores aos da área 1 (BV). O nº médio de segmentos de rios das amostras ao norte da área 1, assim como o comprimento total dos rios passou de 268,2 e 76,5 km respectivamente da área 1 para 68,8 e 34,0 respectivamente na área 2. A densidade de drenagem de 7,65 (Norte) a 5,5 (Sul), valores médios da área 1 passou para 3,4 na área 2.

A medida que vai aumentando as inclusões de LR na área 2, de TE, os valores mencionados decrescem. A classe de textura topográfica, fina para as amostras do BV tende a média nas áreas de TE e grosseira nas áreas de transição para LR. Examinando-se os dados quantitativos da área 3, verifica-se a mesma tendência de redução dos valores médios, tanto no número de segmentos como no de comprimentos de rios que passou para 20,2 e 11,5 respectivamente. A densidade de drenagem que era de 3,4 para a TE, passou para valores na faixa de 1,1 no LR. A classe de textura topográfica neste caso é predominantemente grosseira.

Na área 3 foram diagnosticadas duas unidades de mapeamento, o LR distrófico e o LR álico (Tabela 4.21). Por ocasião dos estudos de estereoscopia auxiliado pelo mapa de solos, constatou-se que a unidade LR álico sempre ocorria nas áreas mais planas e mais altas dos vales. Apesar dos valores dimensionais contidos na Tabela 4.21 serem bem

próximos para estes conjuntos de solos, os dados do LR álico são ligeiramente inferiores ao do LR distrófico. Os números de segmentos de rios de 1ª ordem e o comprimento total dos segmentos passou de 20 e 11,5 respectivamente do LR distrófico (Figuras 4.19 e 4.20), para 12 e 8,6 respectivamente para o LR álico (Figura 4.21). A densidade de drenagem pode também diferenciar tais grupos de solos, passando de 1,14 no caso do LRd para 0,86 no LRa. A frequência de rios e a razão de textura média também diferenciaram essas unidades. A classe de textura topográfica não foi sensível na diferenciação destes dois grupos de solos.

A textura de drenagem foi suficiente para diferenciar os solos com horizonte câmbico, dos solos com horizonte argílico e destes dos solos com horizonte óxico. Neste particular, os dados aqui obtidos são concordantes com os obtidos por MANECHINI (1981), que concluiu ser este parâmetro um bom índice para diferenciação entre Latossolo e Solos Podzólicos. No caso da área 1 (Tabela 4.19), os valores da textura de drenagem estão na faixa de 24,0 e 16,9; na área 2 de 6,18 a 2,2 e na área 3 de 1,8 a 1,0.

A densidade de drenagem se mostrou um parâmetro sensível na separação dos solos, permitindo inclusive diferenciação entre classes de solos dentro de uma mesma área. No caso da área 1 (BV), possibilitou a separação do grupo de amostras da região norte com o grupo de amostras da região sul; possibilitou diferenciar amostras de TE com as amostras de inclusões com LR na área de TE (área 2) e a separação dos LRd dos LRa (área 3).

Neste caso em particular, o LR álico ocupando as posições mais elevadas do relevo tem condições de ser mais intemperizado do que o LRd.

A frequência de rios e a razão de textura também foram parâmetros sensíveis na diferenciação dos solos contidos nas diversas áreas estudadas.

Os resultados obtidos a respeito das características quantitativas por outros pesquisadores que trabalharam com solos desenvolvidos de rochas básicas, têm indicado uma variação de resultados. No caso de CARVALHO (1977), trabalhando com TE, verificou que o nº médio de segmentos de rios de 1ª ordem em amostras circulares está na faixa dos 13,5 contra 68,8 aos aqui encontrados na área 2, assim como disparidade nos resultados do comprimento de rios. Os resultados obtidos por tal pesquisador, se aproxima mais dos resultados do LR do que da TE. Quanto a densidade de drenagem o mesmo fato ocorreu, com valores médios de 0,72 contra 3,40 nas amostras da área 2 de TE. Aliás, valores inferiores a 1,0 na densidade de drenagem foram encontrados nos solos da área 3, do LR. Em relação aos trabalhos de GEVAERD, em 1974 no nordeste do Paraná, onde obteve dados a respeito de solos originados de basalto e SOUZA em 1975, onde obteve dados a respeito do Latossolo Vermelho Escuro na região de Ponta Grossa, as tendências metodológicas são as mesmas realizadas por CARVALHO (1977). Entretanto, no caso destes dois pesquisadores as densidades de drenagem para as amostras circulares do LR (Gevaerd) e do LE (Souza) se enquadram no valor médio aqui obtido para o LR. Os dados obtidos por Gevaerd (para esse mesmo tipo de amostragem) para TE (6,3) e BV (1,8), são discordantes dos aqui encontrados.

Se considerar que a área trabalhada na região 2 da TE, de 780,9 km² abrangeu todas as variações da TE inclusive as inclusões para BV e LR, tudo leva a crer que a área escolhida por Carvalho não era de TE e sim de LR ou mais

possivelmente de TRL, o mesmo ocorrendo com Gevaerd em relação ao tamanho da área para obtenção de amostras.

Em relação às bacias hidrográficas de Terra Roxa Estruturada, FREIRE (1977), obteve uma frequência de rios de 18,1 e densidade de drenagem 6,0; discordando portanto, da frequência de 7,0 aqui obtido.

Como já foi salientado anteriormente, um dos objetivos pretendidos neste trabalho foi o de tentar obter as variações de valores dos diversos parâmetros das amostras para cada solo estudado, assim como para as inclusões. Assim é que a densidade de drenagem da área 1 apresenta valores extremos de 8,14 a 4,01; para a área 2 as variações são bem menores, de 3,88 a 2,84 isto para as amostras com 100% de TE e em torno de 1,43 para área intermediária com 85,3% de inclusão do LR; para as amostras do LR (área 3) as variações vão de 1,4 a 0,6.

Como se observa, através deste parâmetro foi possível enquadrar as variações dos solos, desde os mais rasos até os mais profundos, e destes diferenciando inclusive os solos distróficos dos álicos e os BV localizados ao Norte (onde a precipitação é menor) e Sul (onde a precipitação é maior) da região de Jataizinho, conforme se observa na Tabela 4.34 que mostra um resumo dos resultados quantitativos obtidos em amostras circulares.

Através dos dados obtidos e incluídos nas Tabelas 4.19 a 4.21 foi determinado as equações de correlação (Tabela 4.18) entre a Ddc e a Frc.; Ddc e a Textc, equações estas ilustradas pela Figura 4.28. Observe novamente a estreita correlação entre as propriedades estudadas.

5.4. Características quantitativas dos padrões de drenagem das áreas de solos desenvolvidos de rochas ácidas

Usando os mesmos critérios para os solos desenvolvidos de rocha básica foram selecionadas as seguintes bacias:

- Área 4: Bacias Hidrográficas do 1º grupo: 2, 7 e 11;
Bacias Hidrográficas do 2º grupo: 14 e 15;
Bacias Hidrográficas do 3º grupo: 4, 5 e 10
Bacias Hidrográficas do 4º grupo: 13 e 16
- Área 5: Bacias Hidrográficas do 1º grupo: 6, 9, 17, 19, 32 e 41;
Bacias Hidrográficas do 2º grupo: 34, 36 e 37
Bacias Hidrográficas do 3º grupo: 13,16 e 18

Para as amostras circulares foram selecionadas as seguintes: para o LB amostras nº 1 a 8 e para a TB amostras nº 1 a 6.

Os resultados relacionados ao maior comprimento e a maior largura das bacias, tanto do LB (Tabela 4.22), como da TB (Tabela 4.23) têm indicado valores crescentes indo da TB a LB. Assim, os valores médios do maior comprimento de rios da TB dos três grupos de bacias estudadas são 0,68; 0,81 e 1,35 enquanto que a maior largura vai de 0,55 no 1º grupo para 0,64 no 3º grupo de bacias. Para o caso do LB, os valores são respectivamente 1,66 a 4,18 km do 1º ao 4º grupo e na largura varia de 0,90 a 4,18 km entre os 4 grupos. As áreas das bacias tendem a aumentar dos grupos de bacias da TB ao LB. As Figuras 4.9 a 4.13 ilustram tais casos.

Os testes de semelhança geométrica aplicado às bacias hidrográficas (Tabelas 4.24 e 4.25) refletem maior grau de homogeneidade entre bacias para a unidade LB, onde as diferenças da razão quadrática para este solo apresentou uma menor amplitude. Considera-se que teoricamente quanto menor a diferença da razão quadrática, maior será a semelhança entre as bacias hidrográficas.

Quanto ao número de segmentos de rios, (Tabelas 4.26 e 4.27), os valores médios ponderados para o Nt nas bacias da TB apresentam valores de 14,23; 19,10 e 26,31 para os três grupos de bacias estudadas e de 15,63; 16,87; 21,52 e 28,85 para os 4 grupos de bacias estudados do LB. Como se observa, o Nt como valor isolado não possibilita a diferenciação entre as bacias das áreas de TB e do LB.

Por outro lado, o comprimento total dos segmentos de rios Lt, apresenta valores médios ponderados de 2,41 a 4,70 nos três grupos de bacias da TB (Tabela 4.29), enquanto que nas bacias do LB tais valores são bem mais altos, de 6,17 a 14,3 (Tabela 4.28). Os dados referentes a densidade de drenagem das bacias (Tabela 4.31) indicam valores para o TB na faixa de 8,9 a 9,81 e para o LB na faixa de 3,02 a 4,58 (Tabela 4.30). Para a frequência de rios os valores da TB estão na faixa de 37,78 a 43,56 e para o LB de 5,71 a 9,03. O comprimento médio dos rios está na faixa dos 0,17 km para o TB e de 0,39 a 0,49 para o LB.

Como se pode observar através dos dados destes parâmetros, é perfeitamente possível separar as bacias hidrográficas das TB das bacias do LB. Além deste fato, tais parâmetros também se mostraram sensíveis na separação dos grupos de bacias dentro de uma mesma unidade de solo.

Tais resultados refletem as características dos próprios solos. A TB está localizada em relevo ondulado

a forte ondulado e o caráter argiloso associado ao horizonte argílico, assim como a menor profundidade faz com que a drenagem interna seja moderada. Nesta situação, o deflúvio superficial é superior a infiltração e em consequência a área de captação da bacia é pequena.

Esta unidade de mapeamento, apresenta alto grau de integração dos rios (Tabela 4.16) e alta densidade de drenagem, o que é explicada pela sua baixa relação infiltração/deflúvio.

Além dos fatores já salientados anteriormente relacionados a infiltração deste solo, é necessário lembrar que por ocasião dos estudos de fotointerpretação, observou-se que esta unidade de mapeamento apresenta-se associado com solos mais rasos e em certos casos com a presença de rochas, o que foi evidenciado através das variações locais na densidade de drenagem, indicando um provável controle litológico. O tipo ou modelo do padrão é dendrítico principalmente nas áreas mais elevadas do relevo, onde os rios se distribuem sem direção preferencial, refletindo as características do solo. Por outro lado, nas partes mais baixas do relevo os rios de ordens mais elevadas apresentam alguma orientação, um certo grau de controle, angularidade média a alta e ângulos agudos, possivelmente indicando que está correndo sobre as rochas.

Por sua vez a unidade LB se localiza em relevo suave ondulado e ondulado, mais uniforme. Apesar de ser um solo também argiloso, a presença do horizonte óxico associado a maior profundidade e a maior bacia de captação, faz com que a infiltração seja melhor do que a unidade anterior. Isto faz com que a densidade de drenagem seja menor do que na TB, apresentando um grau de integração médio a alto com um modelo subparalelo, pouco uniforme com uma orientação pequena. A

angularidade é ausente com baixo grau de controle e ângulos de confluência retos passando para agudos, indicando ainda neste caso um pequeno controle estrutural sofrendo ainda a ação da rocha.

Os dados relacionados as características dimensionais das amostras circulares (Tabelas 4.32 e 4.33), permitem uma diferenciação hidrológica das unidades de solos. As Figuras 4.22 a 4.26 ilustram dois casos. Quanto ao número de segmentos de rios de 1ª ordem e o comprimento total dos segmentos para as amostras da TB, indicam valores bastante elevados quando comparado ao LB. A densidade de drenagem mostra também este fato com valores médios de 8,4 para a TB e de 3,6 para o LB, sendo seguido pela mesma tendência de dados da frequência de rios e da textura de drenagem. Quanto a este último dado, valor de 26,53 permite classificar as áreas como tendo uma classe de textura topográfica fina para a TB e no caso do LB, com um valor de 6,04 permite a classificação como média.

As correlações entre as características dimensionais, tanto das amostras de bacias como das áreas circulares se encontram na Tabela 4.18, Figuras 4.27 e 4.28. Note-se a estreita correlação entre as propriedades estudadas.

5.5. Comparação entre os resultados dos padrões de drenagem de solos originados de basalto e solos originados de rochas ácidas

Numa análise conjunta dos dados obtidos dos padrões de drenagem tanto dos solos originados de basalto, como dos solos originados da rocha ácida, pode-se notar que os padrões testados foram suficientes para separar os solos.

Dentre os padrões mais sensíveis destacam-se: a densidade de drenagem, tanto para bacia como para amostras circulares; a frequência de rios e a razão de textura, resultados estes concordantes com SOUZA (1975) e FREIRE (1977) que normalmente recomendam o uso de tais parâmetros na separação dos solos. Esses parâmetros foram sensíveis na separação de solos distróficos dos álicos como no caso da unidade LR da área 3. Além disso possibilitaram, através de uma sequência contínua de resultados, enquadrar os solos típicos, como BV, TE e LR assim como as transições (inclusões) entre elas facilitando o seu emprego na utilização de levantamento de solos.

Tomando-se os dados da densidade de drenagem (Tabela 4.17) e fazendo-se uma análise conjunta, verifica-se valores médios de 9,43 para a área 5 (TB) bem superior ao valor médio de 7,38 para os solos de área 1 (BV). Por sua vez os dados do LB (área 4) estão na faixa média de 3,7 semelhante ao valor de 3,16 da área 2 (bacias do 1º Grupo, típicas de TE).

Teoricamente os valores da TB deveriam ser próximos aos valores da TE, assim como do LB ser próximo do LR. Entretanto, isto não ocorreu apesar de serem solos com as mesmas características morfológicas. No caso da TB e TE, são solos argilosos, de mineralogia caolinítica, com horizonte argílico e de drenagem moderada, enquanto que o LB e o LR são solos também argilosos com dominância de óxidos, de drenagem boa contendo horizonte óxico.

Entretanto, a rocha originária dos solos BV, TE e LR, eruptiva básica, apresenta menor resistência ao intemperismo do que a rocha ígnea ácida que deu origem aos solos TB e LB. O controle estrutural no caso da rocha ácida é muito maior do que da rocha básica. Esta maior resistência

ao intemperismo de rocha ácida, está relacionada a maior presença de minerais resistentes.

Sendo assim, e por ocasião de um levantamento de solos, é importante ter noção da natureza do substrato rochoso que associado às demais características dos padrões de drenagem permite separação entre o BV da TB, assim como do LB da TE.

Pela observação estereoscópica, nota-se diferenças no padrão de caminhamento dos canais entre o BV e TB, de difícil diferenciação pela análise descritiva, conforme Tabela 4.16.

Nos BV, ocorre uma rede de drenagem do tipo dendrítica nas áreas de cabeceira, tendo um certo paralelismo entre os canais nas áreas mais baixas. As TB apresentam uma rede também dendrítica, de conformação diversa dos BV tendo um paralelismo entre canais em áreas mais baixas, mais evidente. Essa rede de drenagem, desenvolve-se de forma não uniforme, apresentando numa mesma bacia, canais de 1ª ordem com diferentes tamanhos, ângulos de confluência e orientação. Essa falta de orientação dos canais é maior nas TB. De todas as áreas ou solos analisados as TB tiveram um padrão totalmente diferente.

A maior parte da área das TB está coberta por vegetação densa, o que dificultou a delimitação da rede, o que não ocorreu na área dos BV.

5.6. Relações entre os índices de intemperismo e os padrões de drenagem

Uma das maneiras de se comparar o intemperismo entre solos, é o uso de índices de intemperismo ou mesmo o

uso de determinadas características do solo. Dentre os índices se destacam os seguintes:

- . **índices mineralógicos:** relações entre minerais leves sobre minerais pesados; minerais intemperizáveis sobre minerais resistentes ao intemperismo (BIRKELAND, 1984); índice de intemperismo médio para minerais de argila (JACKSON, 1969); relação molar $\text{SiO}_2/\text{Al}_2\text{O}_3$ ou relação Ki (MONIZ, 1973).
- . **índices químicos:** saturação das bases (SANCHES, 1975); capacidade de troca catiônica da fração argila (BIRKELAND, 1984); desenvolvimento químico de horizontes cálcicos (BIRKELAND, 1984).
- . **índices físicos:** teor de silte em relação teor de argila (van VAMBEK, 1962).
- . **índice morfológico:** desenvolvimento de horizontes diagnósticos de subsuperfície, na sequência: câmbico → argílico → óxico (BIRKELAND, 1984); desenvolvimento da cor vermelha (RUHE, 1975); relação entre ordem de solo e o tempo (MAIGNIEN, 1966).

Os solos originados de basalto apresentam posições relativamente constantes na paisagem formando um continuum. Assim, é que o LR ocupa as posições mais altas e planas; as TE as encostas em relevo ondulado e o BV as áreas mais movimentadas (MONIZ e JACKSON, 1967; COMISSÃO DE SOLOS, 1960; DEMATTÊ et al., 1992). A transformação mineralógica $2:1 \rightarrow 1:1 \rightarrow$ óxidos indo do BV ao LR também já foi constatado por diversos autores (MONIZ e JACKSON, 1967); a transformação argílico → óxico nestes solos também tem sido observado

(MONIZ e BUOL, 1982). Sendo assim, a comparação dos índices de intemperismo aqui salientados com os padrões de drenagem é perfeitamente válido.

A Tabela 4.35 resume os valores das densidades de drenagem das bacias e amostras circulares dos solos desenvolvidos de basalto e de rocha ácida, assim como os principais índices de intemperismo mineralógicos, químicos e morfológicos.

Através dos dados, pode-se observar a correlação entre tais índices com os valores das densidades de drenagem. A medida que a densidade de drenagem fica menor, os valores dos demais índices também decrescem.

Os elevados valores de densidade de drenagem do BV se relacionam com o horizonte câmbico; enquanto que os menores valores se relacionam com o horizonte óxico para o caso do LR e valores intermediários se relacionam com o horizonte argílico, no caso da TE.

Tais resultados vêm mostrar que os padrões de drenagem para solos desenvolvidos de rochas básicas, também podem ser utilizadas como índices de intemperismo.

Em relação aos solos desenvolvidos de rocha ácida, a TB e o LB também há uma correlação entre os índices de intemperismo e os padrões de drenagem. Assim, é que a densidade de drenagem em amostras circulares para a TB é de 8,4 e para o LB de 3,62 enquanto que o índice Ki passa de 1,6 - 1,7 para 1,1 - 1,2, vindo do menos intemperizado para o mais intemperizado.

TABELA 4.35. Densidade de drenagem de bacias e amostras circulares e índices de intemperismo das unidades de solos estudados.

Solo	Horizontes Diagnósticos	Densidade de drenagem		Ki	CTC meq/100g	Mineralogia	V %	Referência

		Bacia	A.circular					

Solos desenvolvidos de rocha básica								
BV	mólico câmbico	7,70 a 8,38	5.50 a 7.65	3,1	35	2:1	> 70	EMBRAPA, 1971
				3,2	42			
TE	ócrico argílico	3,16	3,41	2,1	14	1:1+2:1	50-70	DNPEA, 1972
				2,3	12			
LRd	ócrico óxico	1,20 a 1,25	1,14	1,2	8	1:1+óxido	20-50	DNPEA, 1972
				1,4	7			
LRa	ócrico óxico	-	0,86	1,0	9	óxido+1:1	< 20	DNPEA, 1972
				0,8	6			

Solos desenvolvidos de rocha ácida								
TB	úmbrico argílico	8,89 a 9,81	8,4	1,6	16	1:1+óxido	20-50	CLEMENTE, 1988
				1,7	12			
LB	úmbrico óxico	3,02 a 4,58	3,62	1,1	10	óxido+1:1	< 20	CLEMENTE, 1988
				1,2	3			

6. CONCLUSÕES

- a. Os parâmetros que definem o padrão de drenagem utilizados, permitiram separar tanto os solos originados de rocha eruptiva básica como os solos originados de rocha ácida. Dentre os padrões, a densidade de drenagem, tanto para amostra circular como para bacia, a frequência de rios assim como a razão de textura média foram as propriedades mais significativas na separação das áreas;
- b. A densidade de drenagem, frequência de rios e a razão de textura média em amostras circulares foram os parâmetros mais sensíveis que possibilitaram constatar, além das separações das unidades de mapeamento, as variações dentro de cada unidade de solo representado pelas diferentes inclusões. Além disso, estes parâmetros permitiram também separar os grupos de solos designados de Latossolo Roxo distrófico do Latossolo Roxo álico, assim como os Brunizem Avermelhados localizados ao norte e sul na região de Jataizinho;

- c. O comprimento médio de rios diferenciou as unidades de mapeamento; o número de segmentos de rios diferenciou parcialmente e o comprimento de rios não foi significativo na separação das unidades de mapeamento estudadas;
- d. A análise descritiva se mostrou útil no auxílio à diferenciação dos solos;
- e. Os solos originados de rocha ácida, Terra Bruna Estruturada e Latossolo Bruno apresentam padrões de drenagem diferentes de seus pares originados de rocha básica, Terra Roxa Estruturada e Latossolo Roxo respectivamente. Os valores dos parâmetros estudados correlacionam a Terra Bruna Estruturada na faixa do Brunizem Avermelhado e o Latossolo Bruno na faixa da Terra Roxa Estruturada . Isto se deve ao fato de ser a rocha ácida mais resistente ao intemperismo do que a rocha básica.
- f. Considerando os solos originados de rocha básica ou ácida, há uma estreita correlação entre a densidade de drenagem e os índices de intemperismo, tanto morfológico como químico ou mineralógico. Entretanto, a hipótese de que os solos tendem a ficar mais intemperizados a medida que se dirige do Norte do Estado para o Sul, somente se aplica quando se considera o mesmo substrato rochoso, no caso a eruptiva básica ou ácida. A sequência estabelecida, indo do menos intemperizado (maior valor de densidade de drenagem) para o mais intemperizado (menor valor de densidade de drenagem) foi a seguinte: Brunizem Avermelhado → Terra Roxa Estruturada → Latossolo Roxo para a rocha básica e Terra Bruna Estruturada → Latossolo Bruno

para a rocha ácida. Neste aspecto a densidade de drenagem pode ser considerada como índice de intemperismo.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AMARAL, A.C. & AUDI, R. Fotopedologia, In: MONIZ, A., coord., Elementos de pedologia. São Paulo, Polígono, 1972. p. 429-42.

AUDI, R. Fotointerpretação de atributos dos canais de drenagem em solos da Região Noroeste do Estado de São Paulo. Piracicaba, 1972. 182 p. (Doutorado - Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz"/USP).

BELLIENI, G.; COMIN-CHIARAMONTI, P.; MARQUES, L.S.; MARTINEZ, L.A.; MELFI, A.J.; NARDY, A.J.R.; PICCIRILLO, E.M.; STOLFA, D. Continental flood basalts from the Central-Western regions of the Paraná plateaus (Paraguay and Argentina): petrology and pedogenetic aspects. Neues Jahr. Miner. Abh., 154: 111-39, 1986a.

BELLIENI, G.; COMIN-CHIARAMONTI, P.; MARQUES, L.S.; MELFI, A.J.; NARDY, A.J.R.; PAPATRECHAS, C.; PICCIRILLO, E.M.; ROISENBERG, A.; STOLFA, D. Petrogenetic aspects of acid and basaltic lavas from the Paraná plateau (Brazil): geological, mineralogical and petrochemical relationships. Journal of Petrology, London, 27: 915-44, 1986b.

- BIRKELAND, P.W. **Soils and geomorphology**. New York, Oxford University Press, 1984. 372 p.
- BOMBERGER, E.H. & DILL JÚNIOR, H.W. Photointerpretation in agriculture. In: American Society of Photogrammetry. **Manual of photographic interpretation**. Washington, 1960. cap. 11, p. 561-632.
- BURINGH, P. The Applications of aerial photographs in soil surveys. In: American Society of Photogrammetry. **Manual of photographic interpretation**. Washington, 1960. ap. A, cap. 11, p. 633-66.
- BRASIL. Ministério da Agricultura. Centro Nacional de Ensino e Pesquisas Agronômicas. Serviço Nacional de Pesquisas Agronômicas. **Levantamento de reconhecimento dos solos do Estado de São Paulo**. Rio de Janeiro, 1960. 634 p. (Boletim, 12).
- CAMARGO, M.N.; KLAMT, Z.; KANFFORMAN, J.H. Sistema brasileiro de classificação de solo. **Boletim Informativo da Sociedade Brasileira de Ciência do Solo**, Campinas, 12(1): 11-33, 1987.
- CARVALHO, W.A. Fotointerpretação de bacias hidrográficas e amostras circulares de redes de drenagem de solos com horizontes B textural. Piracicaba, 1977. 126p. (Doutorado - Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz"/USP).

- CLEMENTE, C.A. Alterações e Solos Desenvolvidos sobre Rochas Vulcânicas Ácidas da Formação Serra Geral nos Planaltos de Guarapuava e Palmas, Região Centro Sul do Estado do Paraná. Piracicaba, 1988. 211 p. (Doutorado - Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz"/USP).
- COLWELL, R.N. Photographic interpretation for civil purposes. In: American Society of Photogrammetry. **Manual of photogrammetry**. 2.ed. Washington, 1952. p. 535-602.
- DEMATTE, J.L.I.; VIDAL TORRADO, P.; SPAROVEK, G. Influência da drenagem na morfogênese de solos desenvolvidos de rochas básicas no município de Piracicaba. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Campinas, 16: 241-7, 1992.
- DEMÉTRIO, V.A. Variação de Características de redes de drenagem em função da escala das fotografias aéreas verticais. Piracicaba, 1977, 107 p. (Mestrado - Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz"/USP).
- DEPARTAMENTO NACIONAL DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. DNPEA. Levantamento de reconhecimento dos solos do Nordeste do Estado do Paraná (Área 2). Bol. téc. nº 16, Curitiba-PR. 1971, 144p.
- DEPARTAMENTO NACIONAL DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. DNPEA. Levantamento de reconhecimento dos solos do Oeste do Estado do Paraná (Área 3). Bol. téc. nº 39, Curitiba-PR. 1972, 97 p.

- EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. SNLCS.
Levantamento de reconhecimento dos solos do Estado do
Paraná, Tomo I. Bol. Téc. nº57. Londrina-PR. 1984a, 412 p.
- EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. SNLCS.
Levantamento de Reconhecimento dos solos do Centro Sul do
Paraná (Área 9). Bol. téc. nº 56. Curitiba-PR. 1984b.
- FADEL, H. Fotointerpretação de bacias e de redes de drenagem
de três séries de solos da Fazenda Ipanema, Município de
Araçoiaba da Serra (SP). Piracicaba, 1972. 92 p. (Mestrado
- Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz"/USP).
- FRANÇA, G.V. de. Interpretação fotográfica de bacias e de
redes de drenagem aplicada a solos da região de
Piracicaba. Piracicaba, 1968. 151 p. (Doutorado - Escola
Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz"/USP).
- FRANÇA, G.V. & DEMATTÊ, J.A.M. Parâmetros da rede de drenagem
de solos da região de Itacemópolis (SP). *Anais da Escola
Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz"*, Piracicaba, 47
(pt 2): 541-55, 1990.
- FRANÇA, G.V. & DEMATTÊ, J.A.M. Levantamento de solos e
interpretação fotográfica dos padrões desenvolvidos em
solos originados do Arenito Bauru. *Scientia Agrícola*,
Piracicaba, v. 50, 1993. (no prelo).
- FREIRE, J.C. Fotointerpretação de redes de drenagem de três
solos da região de Alpinópolis, Minas Gerais. Piracicaba,
1977, 136 p. (Doutorado - Escola Superior de Agricultura
"Luiz de Queiroz"/USP).

FROST, R.E. Photointerpretation of soils. In: American society of Photogrammetry. Manual of photographic interpretation. Washington, 1960. cap. 5, p. 343-402.

GEVAERD, I. Parâmetros fotoanalíticos de três unidades de solos da região nordeste Paranaense. Piracicaba, 1974. 110 p. (Mestrado - Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz"/USP).

GUIMARÃES, M.F. Relação entre relevo e solos provenientes de rochas eruptivas básicas. Piracicaba, 1984. 101 p. (Mestrado - Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz"/USP).

HORTON, R.E. Erosional development of streams and their drainage basins: hydrophysical approach to quantitative morphology. Bulletin of the Geological Society of America, Washinton, 56: 275-370, 1945.

JACKSON, M.L. Soil chemical analysis; advanced course, 2. ed. Madison, University of Wisconsin, 1973. 895 p.

KOFFLER, N.F. Utilização de imagens aerofotográficas e orbitais no estudo do padrão de drenagem em solos originados do arenito bauru. São José dos Campos, 1976. 150 p. (Mestrado - Instituto de Pesquisas Espaciais).

LEINZ, V. Contribuição à geologia dos derrames basálticos do Sul do Brasil. Bol. Fac. Fil. Cien. Lt. USP, 1949. 103 p.

- LEPSCH, I.F. O inventário de solos como base ao planejamento racional do uso da terra. In: FUNDAÇÃO CARGILL. **Aspectos de manejo do solo**. Campinas, 1985. p. 1-42.
- LUEDER, D.R., 1959. **Aerial photographic interpretation: principles and applications**. New York, McGraw-Hill, 1959. 462 p.
- MAACK, R. **Geografia física do Estado do Paraná**. Curitiba, Universidade Federal do Paraná/UFP. Inst. de Biol. e Pesq. Tecnol., 1968. 350 p.
- MAIGNIEN, R. Review of research on laterites: UNESCO, natural resourcer research, IV, 1966.
- MARCHETTI, D.A.B. Fotointerpretação de atributos de relevo aplicada a solos da região de Piracicaba. Piracicaba, 1969. 58 p. (Doutorado - Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz"/USP).
- MONIZ, A.C. Sequência de evolução de solos derivados de arenito bauru e de rochas básicas da região nordeste do Estado de São Paulo. **Bragantia**, Campinas, São Paulo, 22: 309-35, 1973.
- MONIZ, A.C. & JACKSON, M.C. Quantitative mineralogical analysis of Brazilian soils derived from basic rocks and slate. **Wisconsin Soil Sci. Report**. 1967. 212 p.

- MONIZ, A.C.& BUOL, S.W. Formation of an oxissol-ultissol transition in São Paulo, Brazil, II. Lateral Dynamics of chemical weathering. *Soil Science Society of America* 46: 1234-39, 1982.
- NARDY, A.J.R. Petrologia e paleomagnetismo das rochas vulcânicas da região Centro-Sul do Estado do Paraná: Formação Serra Geral. São Paulo, 1988. (Mestrado - Instituto Astronômico e Geofísico/USP).
- PARVIS, M. Drainage pattern significance in airphoto identification of soils and bedrocks. *Photogrammetry Engineering*, Washington, 16: 387-409, 1950.
- PIEDADE, G.C.R., 1980. Evolução de voçorocas em bacias hidrográficas do Município de Botucatu, SP. Botucatu, 1980. 161 p. (Livre-Docência - Faculdade de Ciências Agrônômicas de Botucatu/UNESP).
- RABBEN, E.L.; CHALMERS JÚNIOR, E.L. ; MANLEY, E.; PICKNP, J. Fundamentals of photointerpretation. In: American society of Photogrammetry. *Manual of photographic interpretation*. Washington, 1960. cap. 3, p. 99-168.
- RAY, R.G. & FISCHER, W.A. Quantitative photography a geologic research tool. *Photogrammetry Engineering*, Washington, 26:143-50, 1960.
- RAY, R.G. *Fotografias aéreas na interpretação e mapeamento geológico*. São Paulo, Inst. Geogr. e Geol., 1963. 88 p. (75 fotogramas).

- RICCI, M. & PETRI, S. **Princípios de aerofotogrametria e interpretação geológica**. São Paulo, Nacional, 1965. 226p.
- ROURKE, J.D. & AUSTIN, M.E. The use of airphotos for soil classification and mapping in the field. **Photogrammetry Engineering**, Washington, 17: 738-41, 1951.
- RUHE, R.V. **Geomorphology; geomorphic processes and superficial geology**, Boston, Houghton Mifflin, 1975. 246p.
- SÁNCHEZ, P.A. **Suelos del tropico, características Y manejo**. San José, editora Matilde de la Cruz, 1981. 634 p.
- SCHUMM, S.A. Evolution of drainage systems and slopes in badlands at Perth Ambory, New Jersey. **Bulletin of the Geological Society of America**, Washington, 67: 597-646, 1956.
- SIMONSON, R.W. Use of Aerial Photographs in Soil Surveys. **Photogrammetry Engineering**, Washington, 16: 308-315, 1950.
- SMITH, K.G. Standards for grading texture of erosional topography. **American Journal of Science**, New Haven, 248: 655-68, 1950.
- SOUZA, M.L. de P. **Fotointerpretação das redes de drenagem de três solos com horizonte B latossólico ocorrentes no Município de Ponta Grossa - PR**. Piracicaba, 1975. 135 p. (Mestrado - Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz"/USP).

STRAHLER, A.N. Hypsometric (área-altitude) analysis of erosional topography. *Bulletin Geological Society of America*, Washington, 63: 1117-41, 1952.

STRAHLER, A.N. Quantitative analysis of watershed geomorphology. *Transaction American Geophysical Union*, New Haven, 38: 913-20, 1957.

SUMMERSON, C.H. A philosophy for photointerpreters. *Photogrammetry Engineering*, Washington, 20: 396-7, 1954.

VAN VAMBEKE, A. Criteria for classifying tropical soils by age. *Journal of Soil Science*, Oxford, 13: 124-32, 1962.

VINK, A.P.A. Planning of soil surveys in land development the netherlands. 1963, 55 p.