

IDENTIFICAÇÃO DOS FATORES DETERMINANTES DAS
CARACTERÍSTICAS PLACO-HIPSOMÉTRICAS DE TRÊS
UNIDADES DE SOLO DA REGIÃO NORDESTE PARANAENSE

ITAMAR GEVAERD

Orientador: GERALDO VICTORINO DE FRANÇA

Tese apresentada à Escola
Superior de Agricultura
"Luiz de Queiroz", da
Universidade de São Paulo,
para obtenção do título
de Doutor em Agronomia.

PIRACICABA
Estado de São Paulo - Brasil
Setembro, 1976

Í N D I C E

	página
AGRADECIMENTO.....	iv
OFERECIMENTO.....	vi
1. RESUMO.....	1
2. INTRODUÇÃO.....	3
3. REVISÃO DA LITERATURA.....	6
3.1. Análise de bacias hidrográficas.....	6
3.2. Análise da rede de drenagem associada ao relevo	7
3.3. Análise hipsométrica de cursos d'agua.....	9
3.4. Análise plano-hipsométrica de vertentes.....	10
4. MATERIAL E MÉTODOS.....	16
4.1. Material.....	16
4.1.1. Descrição geral da área estudada.....	16
4.1.1.1. Localização geográfica.....	16
4.1.1.2. Localização hidrográfica.....	16
4.1.1.3. Localização climática.....	16
4.1.1.4. Caracterização climática.....	17
4.1.1.5. Características agroclimáticas.....	17
4.1.1.6. Composição florística.....	17
4.1.1.7. Constituição geológica.....	18
4.1.2. Solos.....	18
4.1.2.1. Latossol Roxo Eutrófico.....	19
4.1.2.2. Terra Roxa Estruturada Eutrófica...	21
4.1.2.3. Brunizem Avermelhado.....	23
4.1.3. Fotografias aéreas.....	25

	página
4.1.4. Esteroscópio.....	25
4.1.5. Folhas da Carta do Brasil ao Milionésimo..	26
4.1.6. Equipamento de medição e de desenho.....	26
4.2. Métodos.....	26
4.2.1. Escolha das fotografias aéreas.....	26
4.2.2. Seleção de bacias hidrográficas.....	26
4.2.3. Análise das bacias hidrográficas.....	27
4.2.4. Análise da rede de drenagem.....	29
4.2.5. Análise das vertentes.....	29
5. RESULTADOS.....	32
5.1. Características das bacias hidrográficas.....	32
5.1.1. Características dimensionais	32
5.1.1.2. Determinação da integral hipsométrica.....	32
5.1.1.3. Determinação dos isodeclives de superfície.....	32
5.1.1.4. Determinação da declividade do rio principal.....	33
5.1.2. Características adimensionais.....	33
5.1.2.1. Teste de semelhança geométrica.....	33
5.1.2.2. Determinação do grau de dissecação por rios.....	33
5.2. Análise estatística	33
5.2.1. Análise da integral hipsométrica.....	33
5.2.2. Análise do seno de g dos isodeclives de superfície (sen g).....	34
5.2.3. Análise da tangente de g dos isodeclives	34

	página
superfície($\text{tg } g$).....	35
5.2.4. Análise da razão de textura.....	36
5.2.5. Análise da densidade de drenagem(Dd).....	37
5.2.6. Análise do seno de g da declividade do curso principal ($\text{sen } g \text{ c.p.}$).....	38
5.2.7. Análise da tangente de g da declividade do curso principal ($\text{tg } g \text{ c.p.}$).....	38
5.2.8. Análise da integral hipsométrica ()....	38
5.2.9. Análise do seno de g dos isodeclives de superfície ($\text{sen } g$).....	38
5.2.10. Análise da tangente de g dos isodeclives' de superfície ($\text{tg } g$).....	40
5.2.11. Análise da razão de textura (T).....	41
5.2.12. Análise da densidade de drenagem(Dd).....	42
5.2.13. Análise do seno de g da declividade do curso principal($\text{sen } g \text{ c.p.}$).....	42
5.2.14. Análise da tangente de g da declividade ' do curso principal ($\text{tg } g \text{ c.p.}$).....	43
5.2.15. Análise da integral hipsométrica()....	43
5.2.16. Análise do seno de g dos isodeclives de superfície ($\text{sen } g$).....	44
5.2.17. Análise da tangente de g dos isodeclives' de superfície($\text{tg } g$).....	45
5.2.18. Análise da razão de textura (T).....	46
5.2.19. Análise da densidade de drenagem(Dd).....	47
5.2.20. Análise do seno de g da declividade do curso principal ($\text{sen } g \text{ c.p.}$).....	47

5.2.21. Análise da tangente de g da declividade de do curso principal ($tg\ g\ c.p.$).....	48
6. DISCUSSÃO DOS RESULTADOS.....	49
6.1. Unidade de solo Latossol Roxo Eutrófico.....	50
6.2. Unidade de solo Terra Roxa Estruturada Eutrófi ca.....	52
6.3. Unidade de solo Brunizem Avermelhado.....	53
7. CONCLUSÕES.....	56
8. SUMMARY.....	58
9. LITERATURA CITADA.....	60

A G R A D E C I M E N T O

Ao professor Doutor Geraldo Victorino de França, pela valiosa orientação prestada à consecução deste trabalho.

Aos meus,

ofereço

1. RESUMO

A orientação para este trabalho foi o atingimento do objetivo de caracterizar, identificando-os, os fatores geomorfológicos de natureza plano-hipsométrica responsáveis isolada ou interativamente, pela evidência do relevo de três unidades de solo.

Foi utilizado como embasamento para a escolha das unidades taxonômicas, o levantamento de reconhecimento dos solos da região do Estado do Paraná, elaborado pelo MINISTÉRIO DA AGRICULTURA e folhas topográficas plano-hipsométrica publicadas pelo Instituto Brasileiro de Geografia.

Para representar cada unidade de solo eleita foram selecionadas três bacias hidrográficas de terceira ordem de ramificação, todas homogêneas quanto ao caráter semelhança geométrica, fator seletivo para a inclusão das mesmas nos estudos realizados.

A interpretação dos resultados obtidos permitiu a formulação das seguintes conclusões:

- a. Para todas as unidades de solo estudadas revelou-se o seno de α , componente de deslizamento da decomposição da força da gravidade.

- vidade, como fator altamente significativo na evolução das bacias hidrográficas por ação de sua rede de drenagem;
- b. Para todas as unidades de solo estudadas, não representa a declividade do curso principal, isoladamente, fator determinante na evolução da declividade geral das bacias;
- c. Para as unidades de solo Terra Roxa Estruturada Eutrófica e Brunizem Avermelhado, verificou-se haver acentuado controle estrutural com respeito ao desenvolvimento da rede de drenagem das respectivas bacias hidrográficas;
- d. O menor valor médio da integral hipsométrica para a unidade de solo Latossol Roxo Eutrófico, indica o maior grau de maturidade para as bacias de terceira ordem de ramificação;
- e. O maior valor médio da integral hipsométrica para a unidade de solo Brunizem Avermelhado, indica um estágio de sub-maturidade para as bacias de terceira ordem de ramificação.
- f. Para todas as unidades de solo estudadas independe da ação da força gravitacional a formação dos declives de superfícies.
- g. Para todas as unidades de solo estudadas a formação da declividade do curso principal é da ação da força da gravidade.

2. INTRODUÇÃO

As linhas inclinadas da superfície do solo têm diferentes graus de desenvolvimento: constante, crescente e decrescente, constituindo-se em geratrizes de superfície extremamente variadas quando analisadas sob o ponto de vista de suas projeções nos planos vertical e horizontal.

Tal variabilidade de aspectos, de difícil a bordagem descritiva, pode, com mais propriedade, ser devidamente quantificavel pela adoção de técnicas apropriadas. A utilização dessas técnicas configura-se mais consistente na caracterização do solo pelos seus atributos.

Na conceituação de evolução do solo até seu ponto ou fase de maturidade mais correntemente aceita, evidencia-se, dentre outras, a sua dependência aos fatores topogrâficos que compõem o relevo, destacadamente a declividade de sua superfície.

Essa linha de raciocínio deu ensejo a que pesquisadores da ciência do solo, derivassem conceitos correlatos que levaram à teoria da evolução em sequência

dos solos, ou seja de que estes apresentam um caráter de transitoriedade com relação à topografia, resultando em sequências específicas, onde a toposequência aparece como um dos elementos.

É indispensável, nos estudos sobre gênese, classificação e utilização dos diferentes solos de uma região, o concurso de trabalhos desenvolvidos em âmbito da ciência agrônoma e de outras ciências correlatas, emprestando ao pesquisador os meios através dos quais os objetivos possam ser atingidos, dentro do rigor que reveste toda pesquisa científica.

Assim, as técnicas morfométricas, aplicadas aos atributos de relevo, assumem notável importância para os estudos do solo.

Igualmente importantes para a caracterização de solos, são os trabalhos desenvolvidos sobre bacias hidrográficas, podendo estas, para fins práticos, serem consideradas como unidades morfopedológicas, uma vez que seu estudo pode ser efetuado com a aplicação de técnicas planimétricas e hipsométricas, resultando a fixação de índices numéricos que as caracterizam e também aos solos inclusos.

Os índices numéricos deste trabalho foram obtidos a partir daquelas bacias hidrográficas que forneceram elementos para a preparação da Dissertação de Mestrado do autor, "Parâmetros Fotoanalíticos de Três Unidades de Solo da Região Nordeste Paranaense". Foram utilizados os índices numéricos que expressam a Razão de textura e a Densidade de drenagem, uma vez que são os elementos da bacia hi

5.

drográfica que melhor exprimem o seu relacionamento com o relevo geral.

* * *

3. REVISÃO DA LITERATURA

3.1. - Análise de bacias hidrográficas

Vários métodos geomorfológicos desenvolvidos nos últimos anos, segundo STRAHLER(1957), asseguram os meios para o conhecimento das propriedades relacionadas com a forma e tamanho das bacias de drenagem. Duas classes gerais de parâmetros concorrem para esse conhecimento: a) mensurações de escala linear, pelas quais, geometricamente, unidades análogas de topografia podem ser comparadas; e b) números dimensionais, usualmente ângulos ou razões de comprimentos, pelos quais as formas das unidades análogas podem ser comparadas, independentemente de escala. Da mesma forma CHRISTOFOLETTI(1971) reconhece validade para esse estudo comparativo pela utilização de índices hipsométricos.

Para STRHALER(1957) somente bacias de mesma ordem de ramificação, devem ser comparadas diretamente, propiciando assim, a obtenção de resultados significativos concordando com a afirmativa de BLOOM(1970), de que os elementos de drenagem de mesma ordem de ramificação, encontra

se no mesmo nível de base intermediário. Postou Strahler uma razão de incremento quadrática, verificável entre bacias de mesma ordem e onde exista certa semelhança geométrica, verificando-se uma constância de razão escalar entre o dimensionamento de pontos correspondente.

A função de altitude relativa correlacionada às áreas correspondentes, assume grande relevância para GARCEZ (1967), quando se objetiva finalidades hidrológicas que levam em consideração as precipitações, as temperaturas as descargas unitárias, etc...

Os problemas do dimensionamento volumétrico de bacias hidrográficas, têm, segundo CHORLEY & MORLEY (1959) implicações diretas e imediatas à hidrologia. Assim, afirmam ser, sob determinadas condições, a integral hipsométrica, a expressão quantitativa do estágio de desnudação ou rebaixamento erosivo da bacia hidrográfica, sob o ponto de vista geomorfológico. Tal conhecimento é de grande valia aos geomorfólogos, quando do desenvolvimento de estudos precisos, envolvendo tempo relativo de evolução erosiva das bacias.

3.2. - Análise da rede de drenagem associada ao relevo

A densidade de drenagem é um termo atribuído a HORTON (1945), que pela primeira vez o definiu, como sendo o comprimento médio de segmentos de rios por unidade de área imbrífera. Ela é, na opinião de STRAHLER (1957) um importante índice de escala linear, representativo da topografia geral de uma bacia hidrográfica, baseado em que

a relação entre o comprimento total de canais e a área, é expressa por um valor numérico com a dimensão inversa do comprimento. Geralmente o valor numérico da densidade de drenagem, guarda proporção inversa com o valor que caracteriza as áreas das bacias pelas várias ordens. À semelhança do verificado por Strahler, considera SCHUMM(1956), que a área da bacia de drenagem aumenta exponencialmente em relação ao aumento da ordem de ramificação de rios de uma bacia. Também na opinião de ZINKE(1960), pode-se considerar a densidade de drenagem uma característica física quantitativa da bacia hidrográfica, sendo produto da interação entre precipitação pluviométrica e capacidade de infiltração do solo.

Deve-se a Johnson, citado por SMITH(1950) a definição do termo textura topográfica, como sendo o tamanho médio das unidades componentes de um determinado relevo. A definição foi restrita por Smith ao uso apenas naquelas regiões dissecadas por rios e aplicável à expressão do espaçamento entre canais de drenagem em cartas topográficas onde constem linhas de nível. Geralmente as **cartas** topográficas não registram, **através** de convenções, os canais de drenagem intermitentes, no entanto, em algumas de boa qualidade, as crênulas ou inflexões das linhas de nível, no seu desenvolvimento longitudinal, indicam com segurança rios menores e canais de drenagem intermitentes. **Baseado** nessas premissas o autor propôs um índice, ao qual chamou razão de textura que é aplicável à regiões dissecadas por rios.

Concorda RAY(1963) com a proposição de Zinke, correlacionado, em determinado ambiente climático, a densidade de drenagem com a erodibilidade dos **materiais**

subaéreos. Assim é que, verificando-se aumento na erodibilidade desses materiais, aumenta a respectiva densidade de drenagem.

3.3. - Análise hipsométrica de cursos d'agua.

Ao discutir o conceito de peneplano, HACK(1972) confere a Gilbert, já em 1877, a formulação de uma das ideias-chave, na teoria geral do ciclo geomorfológico, consubstanciando-se na definição de rio em equilíbrio. Tal condição "grade" conceitua a configuração estável do canal fluvial. O autor confere a Strahler, a responsabilidade de uma redifinição moderna de rio equilibrado e de como ela pode ser aplicada nas paisagens. Fundamenta-se o conceito na existência de um estado de balanço entre forças opostas, de forma tal, que da atuação em idênticas proporções, resultem efeitos reciprocamente cancelados, produzindo um estado estável representado por um sistema físico aberto com equivalente entradas e saídas de energia. Ainda verifica STRAHLER(1951), que os rios jovens possuem gradientes de declive grandes, muitas vezes, neles ocorrendo rupturas abruptas, o que caracteriza as cascatas.

De conformidade com um ponto de vista geomorfológico, o estudo do perfil de equilíbrio de um rio, é, para STRAHLER(1968), condicionado pelo controle estrutural fixado pelos níveis de base. Verifica ser, nas regiões úmidas, progressivo o decréscimo do gradiente dos canais de montante para jusante, o que se dá em função do incremento também progressivo da descarga, pela contribuição dos tributários ao canal principal, que por sua vez se alarga para

comportar o volume líquido e sólido resultante. Verificou, também serem relativamente raras, considerando-se o fenômeno em bases percentuais, as declividades superiores a 45%; entretanto, parece evidente, que a quase totalidade situa-se dentro de um máximo de 5%.

Com base nos trabalhos de Leopold e Maddock BLOOM(1970) estende ao conceito de rio em equilíbrio, o raciocínio de que o estado de equilíbrio é uma condição ; independente, portanto, de fatores que considera subordinados, tais como altitude e ângulo de declive.

3.4. - Análise plano-hipsométrica de vertentes

A avaliação das formas do terreno , tem para TROEH(1965), reconhecido valor para os domínios - da geografia, engenharia, pedologia e especialmente geomorfologia e que para STRAHLER(1956) é representada pela notável importância estatística que têm os declives de superfície no que se refere às aplicações na hidrologia e tática militar, pelo fato do declive afetar, em graus variáveis , a velocidade das águas de rolamento, os fenômenos de solifluxão, erosão hídrica e o tráfego de veículos e homens.

Essa avaliação torna-se, para VINK(1968) , possível pelo estudo do que considera "elementos individualizados", sendo em sua opinião, mais apropriada à caracterização da natureza dos elementos, e correspondendo ao termo "elementos analíticos" de Buringh.

O declive ou um complexo de declives, na opinião de MILLER e SCHUMM(1968), vêm a constituir a unidade

de de forma topográfica, conferindo ao fotogeomorfólogo, o conceito de especialista em declives. É nos estudos de cunho mais sintético, tais como aqueles relacionados com a classificação dos componentes individuais de uma feição geomorfológica, que para VINK(1968) se evidencia, dentre outros, o declive, como sendo passível de refletir a morfologia geral do terreno.

Ao considerar um complexo de declives ou uma vertente, OLIVEIRA(1972), citando D'Hoore, concorda com Miller & Schumm ao condicionar o seu desenvolvimento à existência de três regiões de grande individualidade e importância na gênese dos solos: a) zona de exportação, onde predominam os processos de remoção e transporte do material constituindo-se das partes mais íngremes dos relevos; b) zona de acúmulo, constituída pelas superfícies deprimidas, que se enriquecem em sedimentos sólidos e em constituintes minerais relativamente móveis (sesquióxidos, colóides, silicatos e sais solúveis) que se acumulam pela presença de condições desfavoráveis de drenagem; c) zona de passagem, que, como indica o nome, define uma condição em que o declive é de ordem a impedir acumulações, mas insuficiente para permitir erosão, em condições de localização intermediária; portanto, entre as zonas de exportação e de acúmulo. A evolução conjunta dessas três zonas é representada, segundo HACK(1972), pelo equilíbrio apresentado por uma vertente que tem o material removido de seu topo, exatamente balanceado pela erosão verificada no sopé.

O estudo dos declives, em muitos trabalhos

de pesquisa em solos, adquire particular realce para VINK- (1968). Reconhece entretanto não ter esse elemento, isolada mente, poder de por si só representar valor de caracteriza- ção de aspectos fisiográficos; mas constitui a espinha dor- sal sobre a qual repousa toda a gama de interpretações pos- síveis, por contribuir com as informações indispensáveis re- ferentes ao aspecto construcional geral da área. Esse estu- do, levou Troeh, citado por BLOOM(1970), a enquadrar dentro de quatro tipos básicos de feições geomorfológicas, quase - que a totalidade das encostas possíveis de se desenvolverem na natureza, tendo como uma das variáveis, a variação dos gradientes sucessivos entre cotas diferentes.

Ao abordarem a origem das partículas sedimen- tares, ERNST(1968) e LAPORT(1969) o fazem, do ponto de vis- ta de subordinação do fenômeno ao fator declividade, que dentre outros, contribui para a evolução do processo. É na mesma linha de raciocínio que se colocam RICCI e PETRI(1965) ao citarem observações de Miller e Miller, aceitando o fenô- meno da erosão diferencial das rochas, como valiosa fonte - de elementos possíveis de serem usados como critério para sua identificação e interpretação. É nas áreas expostas por longo período de tempo à ação do ciclo de erosão normal pela água corrente, que verifica-se o surgimento de diferen- ças de elevação, onde as rochas resistentes permanecem nas cotas mais elevadas e as menos resistentes translocam-se pa- ra as posições topográficas deprimidas. Alertam, contudo, haver excessões, relativamente raras, onde tal correlação - entre diferenças de altitude e litologia não ocorre, citan

do como exemplo os movimentos tectônicos recentes, como responsáveis pela elevação de rochas pouco resistentes a posições mais elevadas que aquelas ocupadas por rochas resistentes evidenciando uma situação inversa daquela logicamente esperada.

Nos estudos referentes a solos, os elementos constituintes de uma catena de Milne, conforme MONIZ (1972), citando Ruhe, e RANZANI (1969), citando Jenny, guardam razoável analogia com o verificado pelos autores citados por RICCI e PETRI (1965), segundo os quais, os solos se sucedem em sequência (toposequência) estreitamente relacionados com a topografia e transitando por posições de relevo diferentes.

A atual configuração geomorfológica em regiões quentes e úmidas, tem, para PENTEADO (1970) e MILLER e SCHUMM, (1968), implicações climáticas históricas, onde a configuração de vertentes abruptas e vales fundamente encaixados, são a resultante de variações climáticas pretéritas. Dessa forma, também para HACK (1972), o relacionamento do com a topografia, e mais especificamente com o declive, está situado num contexto de ciclos de evolução erosiva da geomorfologia. Paralelamente, afirma ser a evolução genética do solo, da juventude à maturidade, decorrente de uma topografia geomorfológicamente estável.

A complementação de uma avaliação qualitativa de cada elemento do relevo, deve, segundo TROEH (1965), não prescindir dos elementos de avaliação quantitativa, para uma perfeita cobertura do objeto de estudo.

Para as finalidades de estudo com respeito às

formas de desenvolvimento erosivo da paisagem, STRAHLER (1950) destaca um dos vários elementos componentes que comportam mensurações, representado pelo ângulo de declive das encostas dos vales, com o que concordam MILLER e SCHUMM (1968), TROEH(1965) e VINK(1968), afirmando este último, ter grande importância o estudo dos declives em muitos trabalhos de pesquisa de solo, com ou sem o auxílio de fotointerpretação.

Amostragens de campo dos ângulos de declive em diversas regiões de paisagem madura, segundo verifica STRAHLER (1950), diferem largamente entre si, quanto à litologia, relevo, vegetação, clima e solos, produzindo dados relevantes para uma análise de frequência de distribuição.

Tanto TROEH(1965) como MILLER e SCHUMM(1968) destacam outro componente do declive, o comprimento, como importante para um estudo detalhado do terreno, pelo qual segundo estes últimos, pode-se chegar a inferências de que o processo de formação resultou da atuação de processos destrutivos ou construtivos, configurando uma situação estável ou em delicado balanço.

A análise de superfícies inclinadas possibilita a formulação de equações, conforme afirma TROEH(1965), que levam em consideração a forma tridimensional do substrato. Contudo, itens de interesse, como gradiente de declive, o tipo e quantidade de curvatura superficial, não são facilmente obtidos experimentalmente. Recomenda, entretanto, a adoção de seções geomorfológicas que possam representar - formas individualizadas de relevo, para constituírem as

bases sobre as quais se formularão as equações matemáticas representativas.

4. MATERIAL E MÉTODOS

4.1. Material

4.1.1. Descrição geral de área estudada

4.1.1.1. Localização geográfica

As áreas em que se desenvolveram os estudos do presente trabalho estão compreendidas entre as coordenadas geográficas; 22° 55' S-51° 05' W e 23° 08' S-51° 12' W, estando entre as cotas extremas de 318 e 634 metros sobre o nível do mar, segundo as folhas topográficas SF.22-Y-B VI-4 SF.22-U-II; SF.22-V-I-1 e inclusas na Grande Região Sul segundo o INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA (1968).

4.1.1.2. Localização hidrográfica

As bacias hidrográficas estudadas e suas respectivas redes de drenagem, pertencem à bacia do rio Tibagi integrante do sistema hidrográfico da bacia Paranã-La Plata, no Estado do Paranã, conforme MAACK (1968).

4.1.1.3. Localização climática

Segundo citação do MINISTÉRIO DA AGRICULTURA - (1971), relativamente às normais climatológicas características, as áreas em estudo estão localizadas entre;

a) as isolinhas de 20 a 22°C, quanto à temperatura média anual;

- b) as isolinhas de 24 a 26°C, quanto à temperatura média do mês mais quente;
- c) as isolinhas de 14 a 16°C, quanto à temperatura média do mês mais frio;
- d) as isolinhas de -6 e -8°C, quanto à temperatura mínima absoluta;
- e) as isolinhas de 1.250 e 1.500 milímetros, quanto à precipitação média anual.

4.1.1.4. Caracterização climática

Do balanço efetuado entre as normais climatológicas da área, resulta o seu enquadramento no tipo climático Cwa, segundo a classificação de Köppen.

4.1.1.5. Características agroclimatológicas

HOLZMANN (1967) determinou para a área os valores anuais de :

- a) 1.000 milímetros de evapotranspiração potencial, caracterizando, quanto à eficiência térmica, o tipo climático mesotérmico B' 2-4;
- b) 100 a 250 milímetros excedentes de água;
- c) Zero a 25 milímetros de deficiência de água.

4.1.1.6. Composição florística

Está presente na área em estudo, vegetação de porte predominantemente arbóreo e graminoide. De acordo com o MINISTÉRIO DA AGRICULTURA (1971), ela é constituída de :

- a) florestas tropicais;
 - a.1 florestas tropical subperenifólia;
 - a.2 floresta subcaducifólia;

b) florestas transicionais: -tropical-subperenifólia;

c) vegetação campestre ou tipo campo

c.1 campos tropicais secundários.

4.1.1.7. Constituição geológica.

Segundo MAACK(1968) é relativamente simples a constituição geológica da região do terceiro planalto , onde estão as áreas em estudo. Estão assentados sobre pedestal arenoargiloso da escarpa mesozóica, os depósitos éolicos do deserto mesozóico e os arenitos São Bento Inferior ou Botucatu, com paredes íngremas protegidas pelos derrames de rochas básicas, como diabásios, meláfiros vescúlares, espelitos, toleitos, vitrófiros, com os lençóis finais de diabásio porfirítico e augita andesita-porfirito. Na base, o arenito Botucatu revela, regionalmente, um fácies fliviolacustre, correspondente ao fácies Piramboia ou Santa Ana respectivamente do Estado de São Paulo. Os espessos derrames de trapp atingem espessuras visíveis de 450 a 600 metros, sendo encontradas ainda, pela pesquisa petrolífera espessuras entre 1000 e 1200 metros a sudoeste do planalto.

Afirma o autor, abrangerem os derrames de trapp, a extensão total do terceiro planalto, entre o rio Paranapanema e o divisor de águas Iguazu-Uruguai, exibindo um mergulho de 0,82 metros por quilômetro em direção norte e 2,63 metros em direção WNW, conforme constatação em perfurações de profundidade.

4.1.2. Solos

Como base para orientação deste estudo, utilizaram-se três unidades de solo, constantes do mapeamento

memorial do Levantamento de Reconhecimento dos Solos do Nordeste do Estado do Paraná, conforme o MINISTÉRIO DA AGRICULTURA (1971). As unidades eleitas são caracterizadas pelas propriedades morfológicas, físicas e químicas, resultantes de alterações diferenciais nos processos pedogenéticos.

Segundo o MINISTÉRIO DA AGRICULTURA (1971) os solos em estudo apresentam como características principais;

4.1.2.1. Latossol Roxo Eutrófico

Com A moderado, textura argilosa, fase floresta tropical subperenifólia, relevo suavemente ondulado -
Notação: LRe 1.

a) conceito geral da unidade

O perfil apresenta horizonte B latossólicos e embora morfológicamente semelhante ao Latossol Roxo Distrófico LRd 1, dele difere pela alta saturação de bases trocáveis. É intensamente cultivado e a fertilidade natural é evidenciada pelo aspecto exuberante das culturas.

A estrutura do horizonte B, apesar de microgranular, pode algumas vezes, apresentar blocos subangulares com alguma cerosidade nos poros e, muito raramente, cobrindo os agregados.

Apresenta elevada friabilidade e baixa coesão, desfazendo-se em "pó de café". Ocupa situação contatante à Terra Roxa Estruturada, ocorrendo nas partes mais suaves do relevo.

Suas principais características diferenciais do Latossol Roxo Distrófico são: a) alta saturação e bases b) vegetação mais exuberante; c) maior intensidade de uso

d) coloração tendendo ao arroxeadado.

b) Variações e inclusões

Figuram na unidade, algumas variações como perfis transicionais para Terra Roxa Estruturada, Latossol Roxo Distrófico e Latossol Vermelho Escuro Eutrófico.

Em menores percentagens, aparecem como inclusões, pequenas manchas de outros solos onde predominam: Terra Roxa Estruturada Eutrófica, Latossol Roxo Distrófico e Latossol Vermelho Escuro Eutrófico.

c) Descrição da área da unidade

O Relevo é suavemente ondulado, podendo a presentar declives pouco acentuados, vales mais fechados e com Terra Roxa Estruturada ocupando seu terço inferior, ou, com vales mais abertos, podendo não ser contactante com Terra Roxa Estruturada.

A ocorrência do Latossol Roxo Eutrófico, é geralmente, associada à do Latossol Roxo Distrófico, este, em plano inferior àquele, mais próximo dos canais de drenagem naturais.

Formação geológica, litologia e material de origem - o embasamento da área, é formado pelo trapp, série São Bento, do Triássico-jurássico, integrado por rochas básicas, representadas principalmente pelo basalto, meláfiro e diabásio, sendo os solos, originários da alteração dessas rochas.

Vegetação - na área há predominância de remanescentes da floresta tropical subperenifólia, formada por indivíduos mais desenvolvidos (árvores com 30-40 me

tros de altura), com pequenas inclusões de áreas representativas da floresta tropical perenifólia, onde o palmito, Eu terpe edulis Mart, aparece com certa abundância.

4.1.2.2 Terra Roxa Estruturada Eutrófica

Com A moderado, textura argilosa, fase floresta tropical subperenifólia e relevo suavemente ondulado a ondulado - Notação: TRe

a) Conceito Geral da unidade

São solos profundos formados a partir de rochas eruptivas básicas, com sequência de horizontes A, B e C pouco diferenciados e com transições geralmente graduais.

São porosos, bem drenados e com coloração tendente a arroxeada. Sua ocorrência verifica-se em terrenos suavemente ondulado e ondulado.

O perfil caracteriza-se pela presença de horizonte B textural, com pequena variação de croma entre horizontes, variando de 3 a 6, permanecendo constantes o matiz 2,5 YR e o valor 3.

A textura tanto no horizonte A como no B, é argilosa, havendo, porém, maior concentração de argila no subhorizonte B₂.

O horizonte A com aproximadamente 25 centímetros, apresenta estrutura granular fortemente desenvolvida ou em blocos subangulares pequenos, também fortemente desenvolvida.

No horizonte B a estrutura é prismática; composta de blocos subangulares médios, fortemente desenvolvida cujos elementos estruturais estão recobertos com forte e

abundante cerosidade..Alguns perfis, apresentam B3 estrutura microgranular com aspecto de maciça porosa.

O grau de consistência, tanto no A como no B é duro quando seco; firme quando úmido; plástico e pegajoso quando molhado. Quando há B3, é solto quando seco e muito friável quando úmido. Todos os perfis estudados apresentam microporos em abundância.

b) Variações e inclusões

Existem solos, que, embora incluídos nesta unidade, afastam-se do modal, sem ultrapassarem os limites de variações da mesma, podendo-se citar, perfis em que o horizonte A apresenta-se truncado por efeito de erosão; perfis de transição para Latossol Roxo Eutrófico, com estrutura em blocos, fracamente desenvolvida no horizonte B e com cerosidade fraca e pouco abundante, além de perfis de solos mais rasos, provavelmente transicionais para Brunizem Avermelhado.

Como inclusões, ocorrem: Latossol Roxo Eutrófico, Brunizem Avermelhado, Terra Roxa Estruturada com horizonte A chernozêmico e Solos Litólicos Eutróficos com A chernozêmico (substrato rochoso constituído de eruptivas básicas).

c) Descrição da área da unidade

Relevo - os solos desta unidade, dentro da paisagem, aparecem normalmente em três situações distintas:

- a) em áreas contínuas, ocupando tanto as partes altas como as baixas, tomando mais de 90 porcentos da paisagem com apenas pequenas inclusões de Latossol Roxo E

trófico e Solos Litólicos;

- b) quando as partes mais elevadas são ocupadas pelo Latossol Roxo Distrófico ou Latossol Roxo Eutrófico, eles ocupam os terços médios e inferiores das encostas que são curtas e declivosas; e nas áreas de arenito, onde as rochas básicas foram expostas pela excavação dos rios, sua ocorrência se dá próxima aos vales;
- c) quando os diques dão origem nas partes mais elevadas a Solos Litólicos, ocupam a meia encosta e partes baixas, podendo, em alguns casos, estas partes serem ocupadas pelo Latossol Roxo Eutrófico, situação que geralmente acontece em relevos bem movimentados.

Formação geológicas, litologia e material de origem - são originados de rochas eruptivas básicas provenientes do derrame trapp-Paraná, principalmente meláfios basalto e diabásios.

Vegetação - os remanescentes encontrados, são predominantemente do tipo floresta tropical subperenifólia, constituída por árvores de porte alto.

4.1.2.3 - Brunizem Avermelhado

É raso, com **textura** argilosa, pedregoso, fase floresta tropical subperenifólia, e relevo fortemente ondulado - Notação: BV 1:

- a) conceito geral da unidade

São solos rasos, com 40 a 50 centímetros de profundidade, formados a partir de rochas básicas e com se

quência de horizontes A, B e C bem diferenciados. Apresentam coloração vermelho escuro acinzentado no horizonte A e vermelho acinzentado a vermelho escuro acinzentado no B.

São porosos, bem drenados e ocorrem em relevo fortemente ondulados. São de elevada fertilidade natural, praticamente neutros, com argila de atividade alta, sendo também alta a saturação de bases. Apresentam horizonte A chernozêmico e horizonte B textural.

O horizonte A, que tem aproximadamente 30 centímetros de espessura possui estrutura granular bem desenvolvida, enquanto que a do B é prismática, composta de blocos angulares e subangulares, bem desenvolvidos, recobertos por filmes de argila (cerosidade), forte e abundante.

Quanto à consistência, tanto o horizonte A quanto o B, mostram-se duros quando secos, firmes quando úmidos, plásticos e pegajosos quando molhados. Dado o fato de apresentarem-se bem diferenciados, a identificação dos horizontes torna-se relativamente fácil.

Convém salientar que estes solos, apresentam no seu corpo, bem como na superfície, pedras e matacões.

b) Variações e inclusões

Existem, também, perfis que apesar de includos na área desta unidade, afastam-se do modal sem ultrapassarem os limites da variação da mesma.

Entre essas variações, podem-se citar: perfis de solos transicionais para outras unidades geograficamente associados.

Como inclusões, ocorrem perfis de Terra Roxa

Estruturada, além de perfis cujo horizonte A não satisfaz a todas as condições para ser chernozêmico.

c) Descrição da área da unidade

Relevo - os solos desta unidade ocorrem em relevo forte mente ondulado.

Formação geológica, litologia e material de origem -

São originados de rochas eruptivas básicas, principalmente meláficas com incrustações de calcita, referidos ao Trapp-Paraná, dos referidos Triássico-Jurássico.

Vegetação - Pelos remanescentes encontrados verifica-se que a vegetação primitiva constituia-se por florestas tropical subcaducifólia, representada por espécimes de grande porte.

4.1.3. - Fotográficas aéreas

Foram utilizadas neste trabalho, cópias de contacto, provenientes do levantamento aerofotográfico do Estado do Paraná, efetuado pela Empresa Serviços Aerofotométricos Cruzeiro do Sul S/A. para o Governo do Estado, ano de 1952 e na escala de 1: 25.000.

Para o levantamento aerofotográfico, foram utilizados câmara Fairchild F-224 e o método de fotografias verticais intervaladas, o que assegurou um recobrimento longitudinal de 60 - 80 porcentos entre fotos sucessivas e de 20 - 40 porcentos entre faixas adjacentes.

4.1.4 - Esteroscópio

Para a observação da fotoimagem dos detalhes pesquisados nos pares aerofotográficos, empregou-se estereos cópio de refração marca "Vasconcelos".

4.1.5. Folhas da "Carta do Brasil ao Milionésimo".

Para a determinação das áreas parciais e totais das bacias e das declividades de encostas e rios, foram utilizadas três folhas topográficas da "Carta do Brasil ao Milionésimo" com a seguinte numeração: SF.22-V-I-1, SF.22-U-II-2 e SF.22-Y-B-VI-4; escala de 1 : 50 000.

4.1.6. Equipamento de medição e de desenho

Para a realização das medições sobre o material, utilizou-se equipamento simples, como: Placômetro polar de Amsler, Escala Graduada, Compassos traçador e de ponta seca e Pantógrafo.

4.2. Métodos

4.2.1. Escolha das fotografias aéreas

As fotografias aéreas que serviram de apoio à escolha das áreas de ocorrência dos solos estudados, foram selecionadas pelo confronto com o mapeamento de solos ao nível de Grande grupo, executado pelo MINISTÉRIO DA AGRICULTURA (1971), em área limitada ao sul pelo paralelo - 24° 00' de latitude sul, a oeste pelo meridiano de 51° 45' de longitude oeste, ao norte e a leste pelos limites naturais com o Estado de São Paulo.

4.2.2. Seleção de bacias hidrográficas

As bacias hidrográficas objeto dos estudos propostos, foram selecionadas a partir das fotografias aéreas, obedecendo como critério normativo quanto à minimização das distorções ocasionadas pelo "tilt" e pelo relevo na fotoimagem, o aproveitamento de somente a parte central de cada fotografia, pela aplicação do método da linha de apro

ximação, proposto pelo SOIL SURVEY STAFF(1951). A utilização desta técnica permite a transferência dos detalhes para um "calco" conforme propõe RAY(1963) e o MINISTÉRIO DA GUERRA(1961).

Para cada solo em estudo, foram traçadas sobre o calco as redes de drenagem das bacias através de minucioso estudo estereoscópico, registrando-se todos os canais de drenagem integrantes, tanto de caráter perene como intermitente, de conformidade com o sugerido por autores - como LUEDER(1959), STRAHLER(1957) e RAY(1963).

De acordo com a técnica sugerida por RAY (1963), os limites da unidade de solo mapeadas, foram transferidos destas para o calco básico de drenagem. Cada unidade de solo eleita, foi representada por três bacias hidrográficas de terceira ordem.

A delimitação das bacias eleitas, foi executada sobre as cartas plano-hipsométrica da região, incluindo na sua totalidade ou maior parte, as unidades de solo em estudo.

4.2.3. Análise das bacias hidrográficas

Elegendo-se o relacionamento com a área, como critério de homogeneidade sistemática para a reunião de elementos heterogêneos sob o mesmo ponto de vista analítico, foram estudados os seguintes:

a) de características gerais

localização - situação geográfica da bacia;

b) de características mensuráveis

b.1. aplicáveis a bacias individuais

Área - circunscrita pelo divisor de águas e medida com o pacômetro polar de Amsler;

Densidade de

drenagem - Conceito atribuído a HORTON(1945) e obtido pelas medições efetuadas em todas as bacias hidrográficas, caracterizando-se pela relação $Dd = \Sigma L/A$, onde Dd é a densidade de drenagem, L o comprimento total de segmentos de rios pelas várias ordens e A , a área da bacia de drenagem

Razão de

textura- Valor obtido pela relação $T = N/P$; onde T é a razão de textura, N , a quantidade total de segmentos de rios da bacia, conforme proposição de FRANÇA(1968) e P , o perímetro da bacia, expresso em quilômetros;

b.2. Aplicáveis ao conjunto de bacias

Teste de Se

melhança -

geométrica- Segundo princípio que confere identidade de propriedades em função das características geométricas proporcionais, proposto por STRAHLER(1957), que estabelece a comparação dois a dois, dos vários atributos das bacias hidrográficas consideradas, e onde:

C, Cl é o maior comprimento de bacias;

L, Ll é a maior largura de bacias;

CP, CPl é o comprimento de rios principais;

CR, CRl é o comprimento total de redes de drena-

gem;

P, P_l é o comprimento de perímetros;

R_m é a razão média linear entre cada par comparado;

A, A_l são as áreas de bacias.

4.2.4. Análise da rede de drenagem

Comprimento do

curso principal - Efetuado com curvímeter, sobre as sinuosidades do curso principal, desde a seção de referência até a nascente, segundo GARCEZ (1967), sendo plotados em um sistema de eixos ortogonais o percentual parcial de cada segmento de rio entre as cotas em relação ao comprimento total, como ordenada, e como abcissa os valores dos declives expressos pelos valores das tangentes e dos senos da razão entre equidistância e o comprimento de cada segmento tomado isoladamente.

4.2.5. Análise das vertentes

Integral

hipsométrica - STRAHLER (1952) preconiza o emprego da investigação das áreas existentes entre determinada linha de contorno e aquela imediatamente superior, quando tomada conjuntamente com a linha de delimitação da bacia hidrográfica, incluindo o cume, e projetada no plano horizontal. Duas ra

zões foram empregadas: 1) razão da área entre linhas de contorno(a) e a área de projeção do segmento superior da bacia; a partir de cada uma das linhas consideradas (A); 2) razão entre a altura da linha de contorno a partir da base (h) e a altura total da bacia(H). A primeira razão foi representada como abcissa e a segunda como ordenada, em um sistema de eixos coordenados.

A integral hipsométrica, é expressa pela área inferior à curva obtida pela plotagem dos pontos resultantes do procedimento acima referido, e sua determinação prática, conforme destaca o autor, foi obtida pelo emprego do método planimétrico.

Taxa de mudança dos declives e de acele

rações gravitacional - STRAHLER(1956) indica dois índices numéricos aos quais denomina de isotangente e isoseno, capazes de explicar: o primeiro, a taxa de mudança dos declives de superfície, e o segundo, a aceleração gravitacional "g", daquele sistema de forças que interagem sobre as partículas constituintes dos materiais de superfícies. Ambos os índices foram obtidos a partir da delimitação das áreas de isodeclives nas bacias hidrográficas em estudo e que possuíam linhas de nível indicativas de seu relevo inter

terno. Essas áreas foram medidas pelo método -
planimétrico e os seus percentuais avaliados em
relação à área total da bacia, sendo em seguida
esses valores, plotados como ordenadas em um
sistema de eixos coordenados, contra os valores
das tangentes e dos senos nas abcissas.

Razão de

relevo -

Proposta por SCHUMM(1956), foi obtida da relação
entre a diferença de cota dos pontos extremos -
da bacia hidrográfica, pelo seu comprimento.

*

*

*

5. RESULTADOS

5.1. Características das bacias hidrográficas
Do estudo das características especifi -
cas das bacias hidrográficas representativas das unidades de
solo eleitas, evidenciaram-se os resultados apresentados a
seguir:

5.1.1. - Características dimensionais

As características de forma, os números
indicativos das características placométricas mensuráveis -
das bacias hidrográficas em estudo e razões correlatas, são
apresentadas no Quadro 1 e Figuras 1,2,3,4,5 e 6.

5.1.1.2. Determinação da integral hipsométrica

As características mensuráveis e rela
ções correlatas, pertinentes à determinação da integral hips
ométrica resultante, estão expressas no Quadro 2 e Figuras 7,
8 e 9.

5.1.1.3. Determinação dos isodeclives de super fície

No quadro 3 estão expressos os compo -
nentes dos isodeclives de superfície das bacias em estudo e
seus valores trigonométricos correspondentes.

QUADRO "I"

Elementos mensuráveis das bacias hidrográficas.

Unidade de Solo	Bacia Hidrográfica	Ordem de Famificação (W)	Maior comprimento (C) (Km)	Maior Largura (L) (Km)	Perímetro (P) (Km)	Área (A) (Km ²)	Comprimento de rios na ordem (LW) (Km)	Número de rios (N)	Comprimento do curso principal (CP) (Km)
L.R.M	I	1a	6,07	0,65	10,25	4,29	4,00	10	3,62
		2a					4,25		
		3a					0,97		
	II	1a	7,50	1,82	17,25	15,06	6,00	13	7,68
		2a					5,50		
		3a					3,75		
	III	1a	5,90	1,35	15,75	13,00	6,50	12	7,22
		2a					1,75		
		3a					6,12		
P.R.M	I	1a	1,97	0,55	6,50	3,17	3,36	9	2,55
		2a					1,29		
		3a					2,35		
	II	1a	2,75	0,30	7,50	3,32	4,13	10	2,45
		2a					3,70		
		3a					0,52		
	III	1a	2,90	0,77	9,12	5,51	2,50	16	2,85
		2a					2,20		
		3a					2,50		
B.V.-1	I	1a	2,00	0,43	6,00	1,07	2,50	7	2,45
		2a					2,75		
		3a					2,25		
	II	1a	2,30	0,77	7,00	1,70	3,75	13	2,17
		2a					2,25		
		3a					2,35		
	III	1a	2,50	0,97	5,50	1,43	2,75	10	2,17
		2a					1,50		
		3a					1,25		

QUADRO 2

Integral Hipsométrica

Unidade de Solo	Bacia hidrográfica	Área (Km ²)	Cota (h)	Área Projetada (a) (Km ²)	Relação (a/A)	Maior Altitude (m)	Menor Altitude (m)	Diferença (m)	Altitude Relativa (h) (m)	Relação (h/H)	Integral Hipsométrica (f)
L.R.H.	I	4,29	420	0,03	0,00	425	380	107	102	0,95	0,48
			400	0,37	0,08	425	380	107	82	0,76	
			380	1,19	0,27				62	0,58	
			360	2,98	0,69				42	0,39	
			340	4,00	0,93				22	0,20	
320	4,27	0,99	2	0,02							
F.R.H.	I	3,17	480	0,08	0,02	495	378	117	102	0,87	0,48
			460	0,63	0,20	495	378	117	82	0,70	
			440	1,29	0,40				62	0,53	
			420	2,20	0,69				42	0,36	
			400	2,54	0,80				22	0,19	
380	3,12	0,98	2	0,02							
B.V.-1	I	1,07	460	0,06	0,05	462	333	129	127	0,98	0,50
			440	0,11	0,10	462	333	129	107	0,83	
			420	0,26	0,24				87	0,67	
			400	0,55	0,51				67	0,52	
			380	0,78	0,73				47	0,36	
360	0,97	0,90	27	0,21							
340	1,05	0,98	7	0,05							

QUADRO Nº 2^º (continuação)

Unidade de Cota	Bacia Hidrográfica	Área (km ²)	Cota (h)	Área Projeta (a) (km ²)	Relação (a/A)	Maior Altitude (m)	Menor Altitude (m)	Diferença (m)	Altitude Relativa (h) (m)	Pelação (h/H)	Integral Hipsométrica
L.P.M	II	15,06	440	0,01	0,00				122	0,98	0,44
			420	0,46	0,03				102	0,82	
			400	3,49	0,23				82	0,66	
			380	6,55	0,43	442	318	124	62	0,50	
			360	9,55	0,63				42	0,34	
			340	12,27	0,81			22	0,17		
			320	15,05	0,99			2	0,01		
L.P.M	II	3,32	500	0,02	0,00				150	0,98	0,47
			480	0,04	0,01				130	0,85	
			460	0,46	0,14				110	0,72	
			440	1,13	0,34	503	350	153	90	0,58	
			420	1,76	0,53				70	0,45	
			400	2,50	0,75			50	0,32		
			380	2,91	0,87			30	0,19		
			360	3,25	0,98			10	0,06		
B.V.I	II	1,70	500	0,04	0,02				167	0,94	0,46
			480	0,15	0,09				147	0,83	
			460	0,37	0,21				127	0,71	
			440	0,57	0,33	511	338	173	107	0,60	
			420	0,76	0,44				87	0,49	
			400	1,07	0,62			67	0,38		
			380	1,26	0,74			47	0,26		
			360	1,52	0,89			27	0,15		
			340	1,66	0,97			7	0,03		

QUADRO Nº 2^º

(continuação)

Unidade	Solo	Bacia Hidrográfica	Área (km ²)	Cota (h)	Área projetada (a) (km ²)	Relação (a/A)	Maior Altitude (m)	Menor Altitude (m)	Diferença (m)	Altitude Relativa (h) (m)	Relação (h/H)	Integra. Hipsométrica	
M.P.M.		III	13,00	460	0,05	0,00				122	0,97	0,43	
				440	0,50	0,04				102	0,81		
				420	3,35	0,25				82	0,65		
				400	6,07	0,46	475	338	125	62	0,49		
				380	8,65	0,66				42	0,33		
				360	10,90	0,84				22	0,17		
				340	12,92	0,99				2	0,01		
				620	0,50	0,09				150	0,91		
				600	1,95	0,35				130	0,79		
				580	2,65	0,48				110	0,67		
M.P.M.		III	5,51	560	3,47	0,63	634	470	164	90	0,55	0,61	
				540	4,08	0,74				70	0,42		
				520	4,76	0,86				50	0,30		
				500	5,22	0,94				30	0,18		
				480	5,24	0,95				10	0,06		
				500	0,24	0,16				162	0,93		
				480	0,46	0,32				142	0,82		
				460	0,64	0,44				122	0,70		
				440	0,89	0,62				102	0,59		
				420	1,05	0,73	511	338	173	82	0,47		
B.V.-1		IJI	1,43	400	1,14	0,79				62	0,36	0,62	
				380	1,26	0,88				42	0,24		
				360	1,32	0,92				22	0,12		
				340	1,41	0,98				2	0,01		

Figura 1 - Unidade de solo Latossol Roxo Eutrófico

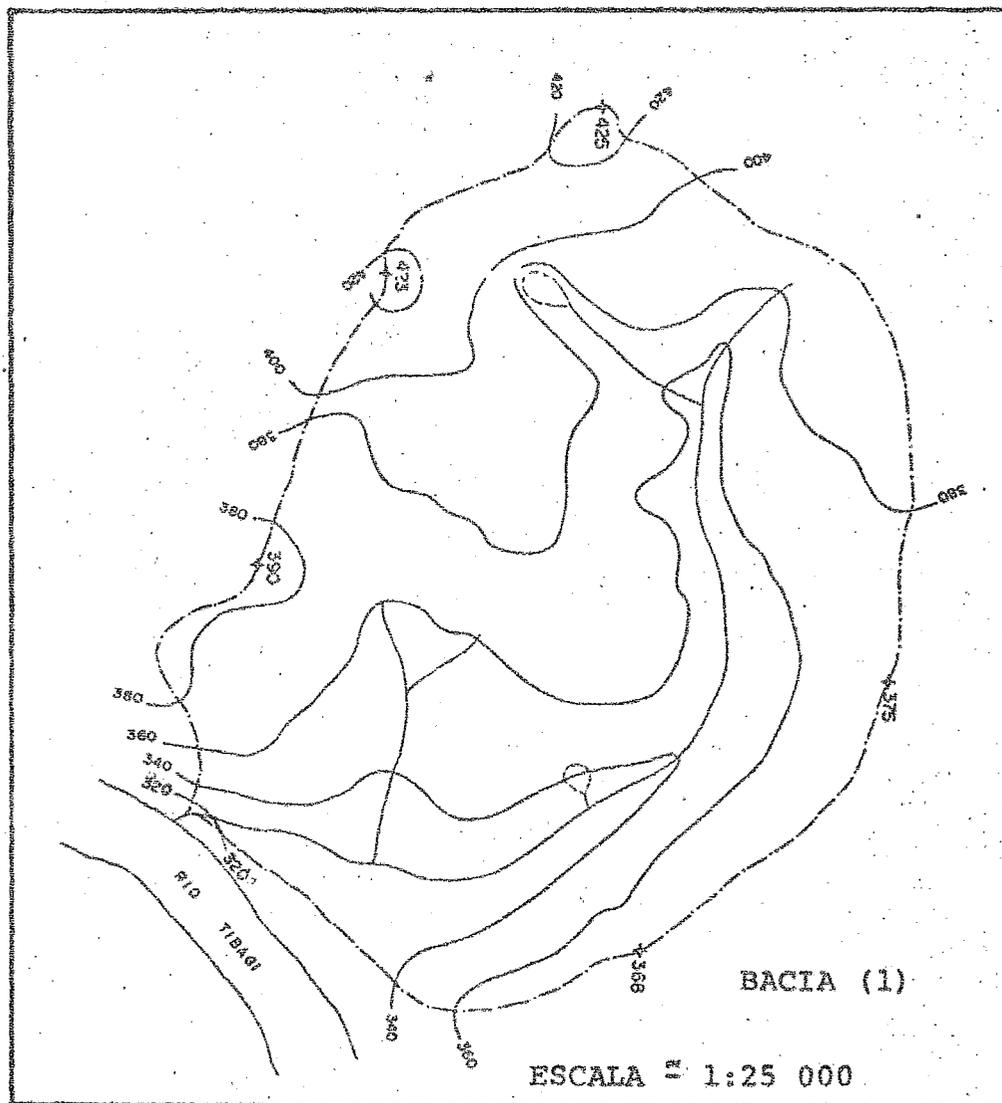


Figura 2 - Unidade de solo Latossol Roxo Eutrófico

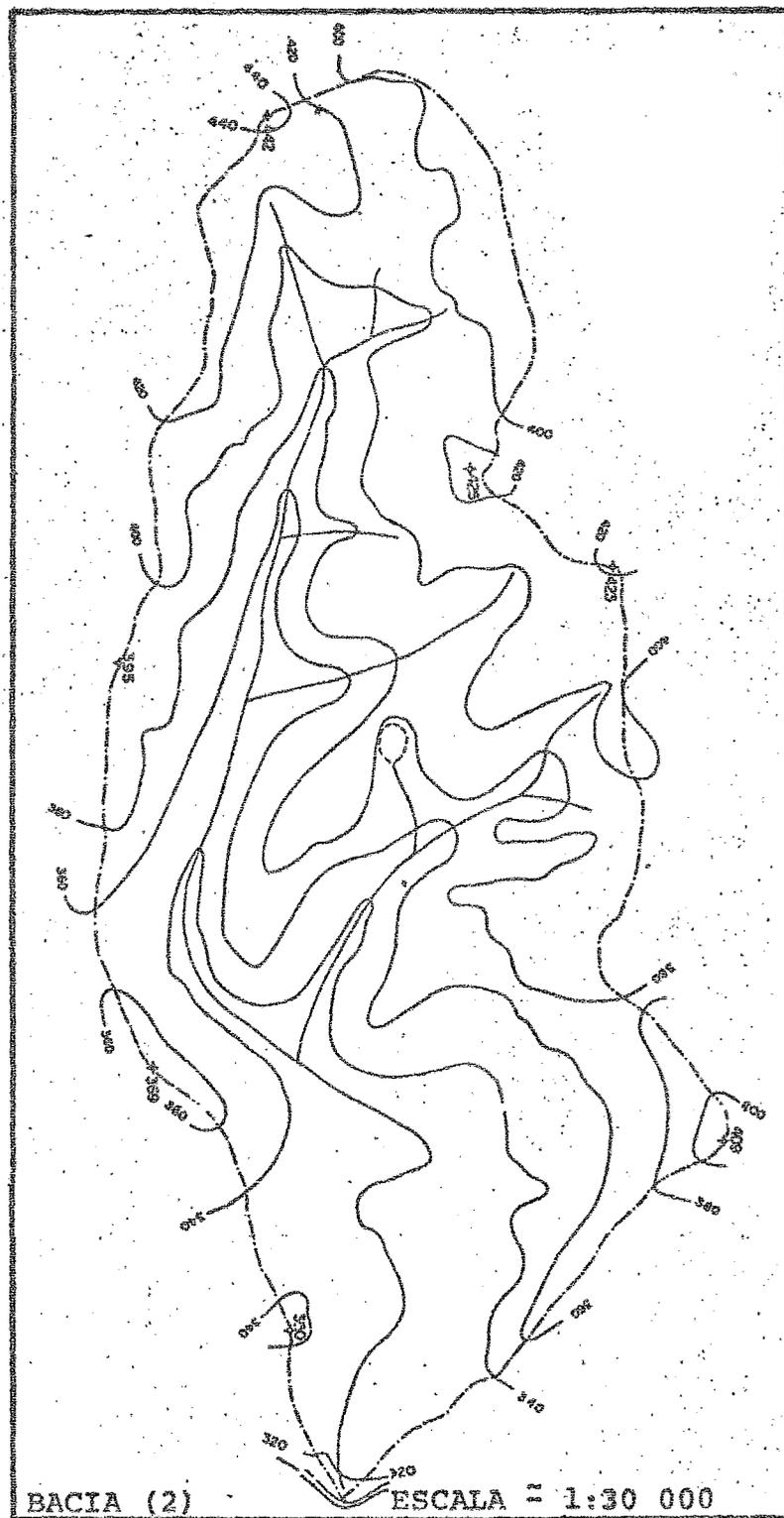


Figura 3 - Unidade de solo Latossol Roxo Eutrófico

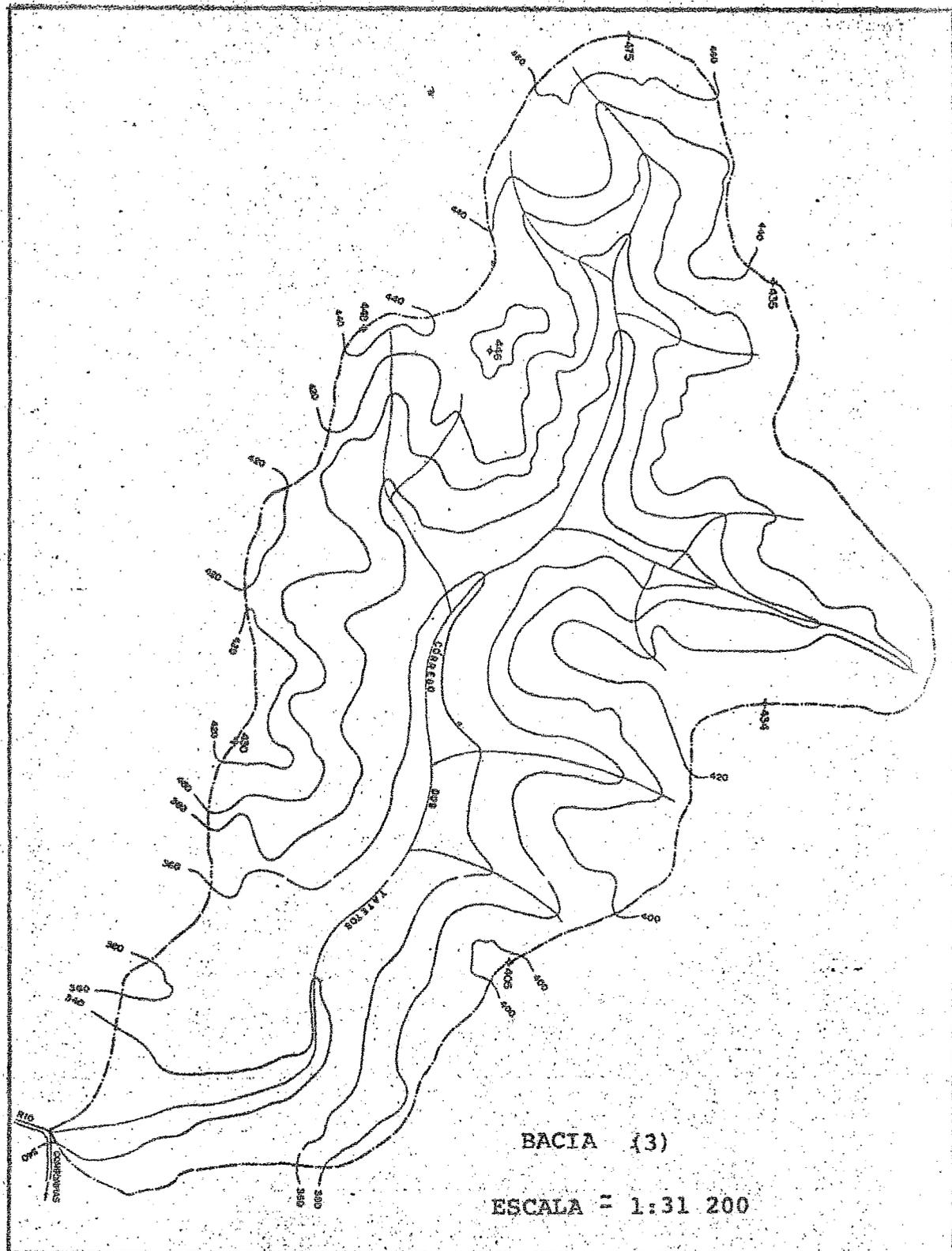


Figura 4 - Unidade de solo Terra Roxa Estruturada
Eutrófica

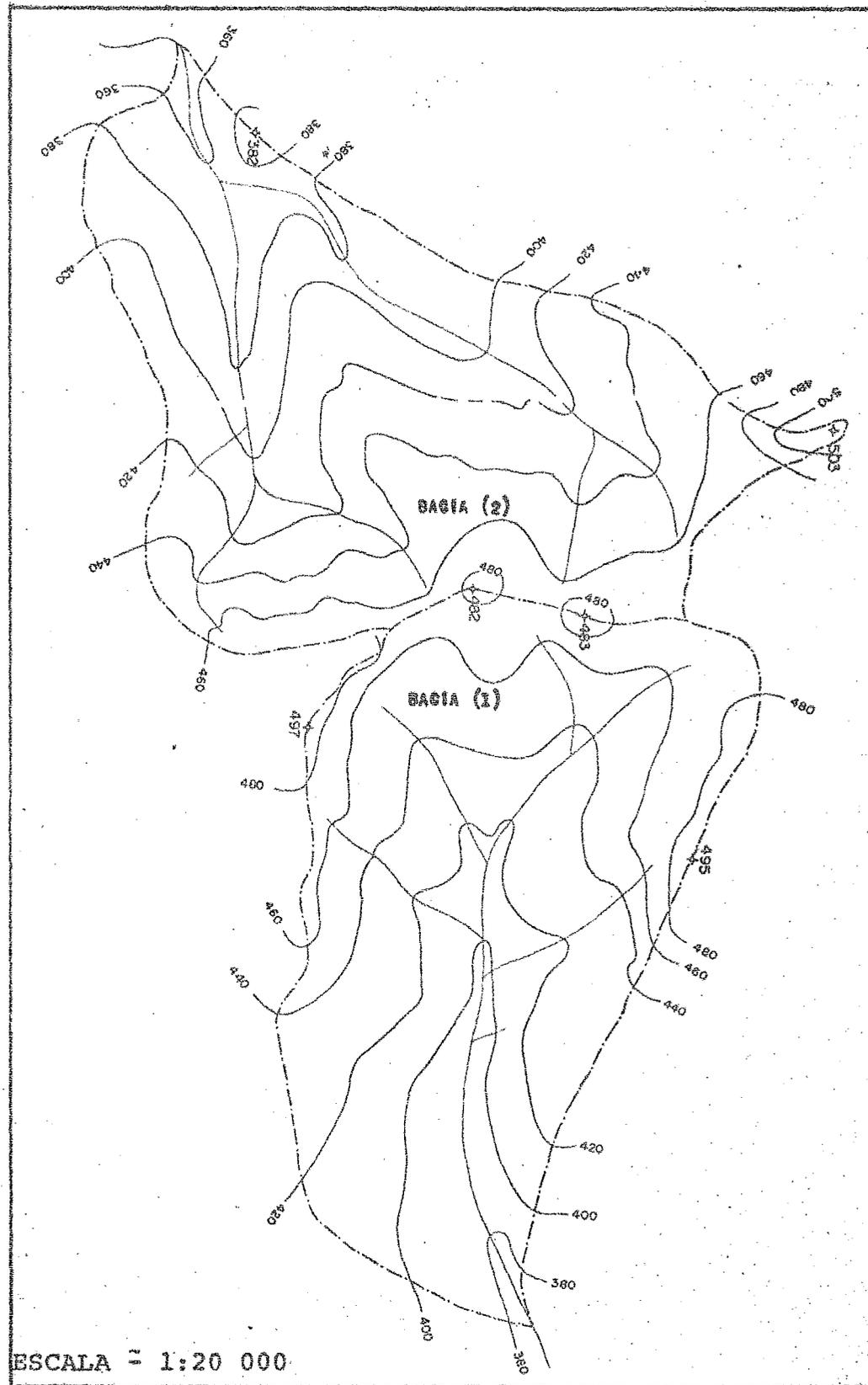


Figura 5 - Unidade de solo Terra Roxa Estruturada
Eutrófica

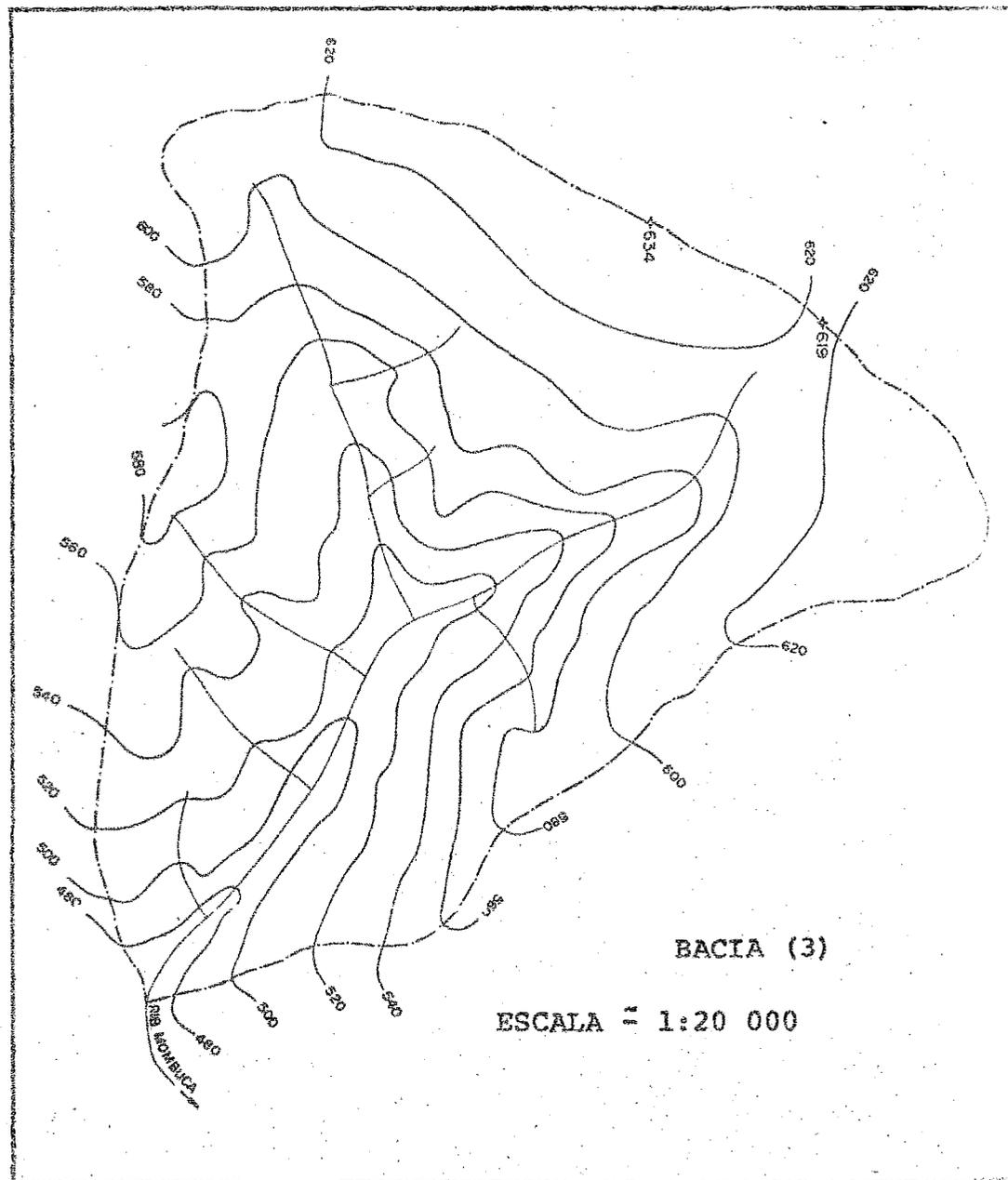


Figura 6 - Unidade de solo Brunizem Avermelhado

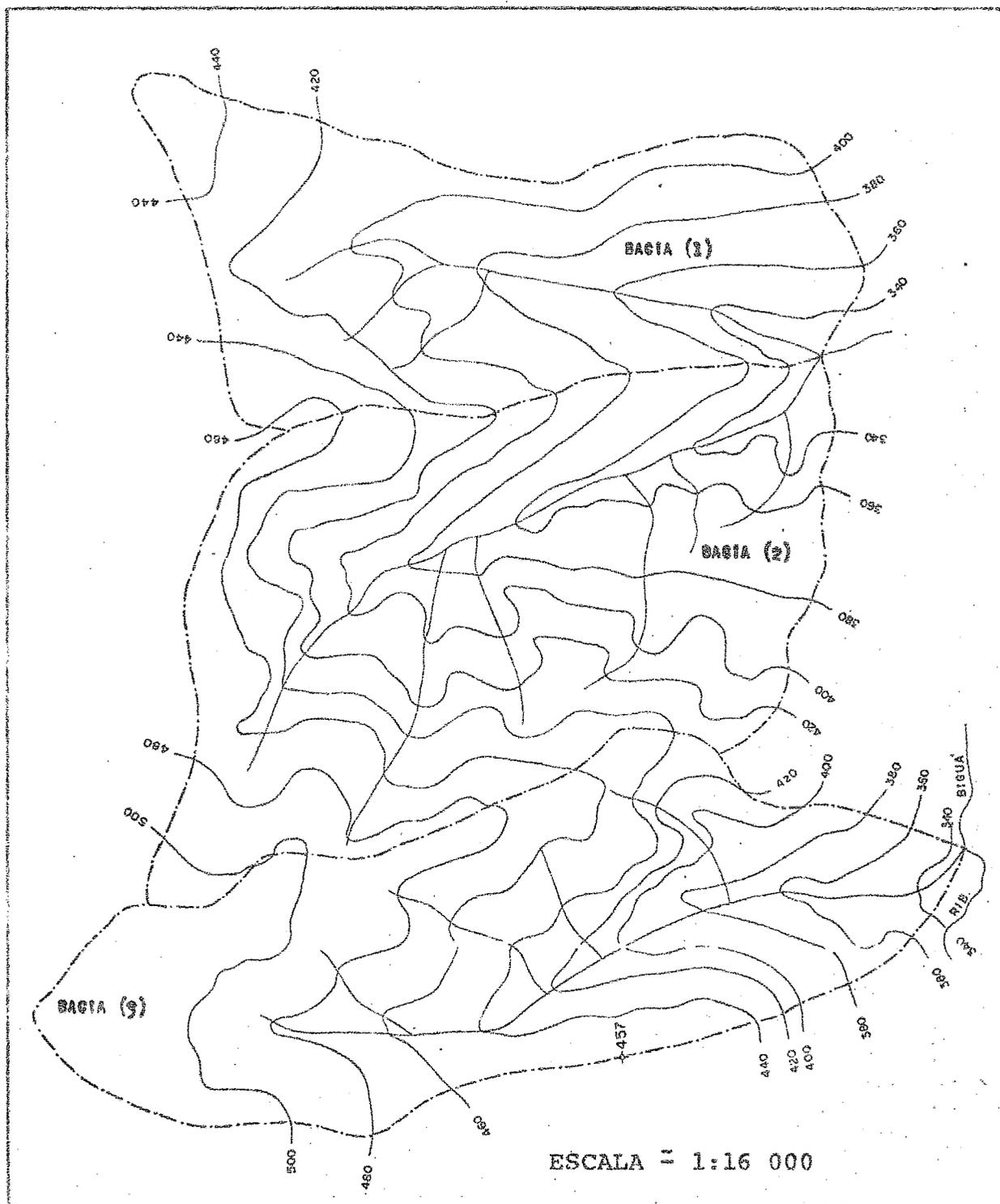


Figura 7 - Unidade de solo Latossol Roxo Eutrófico

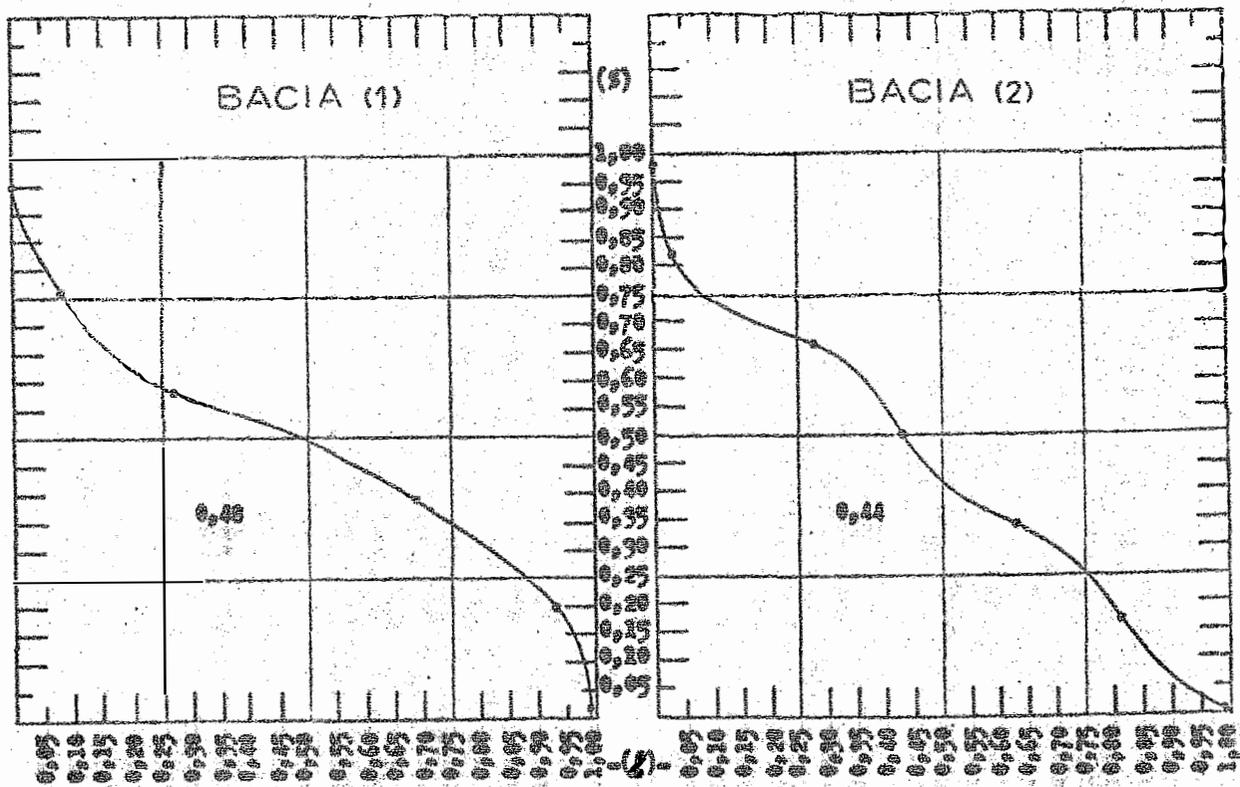
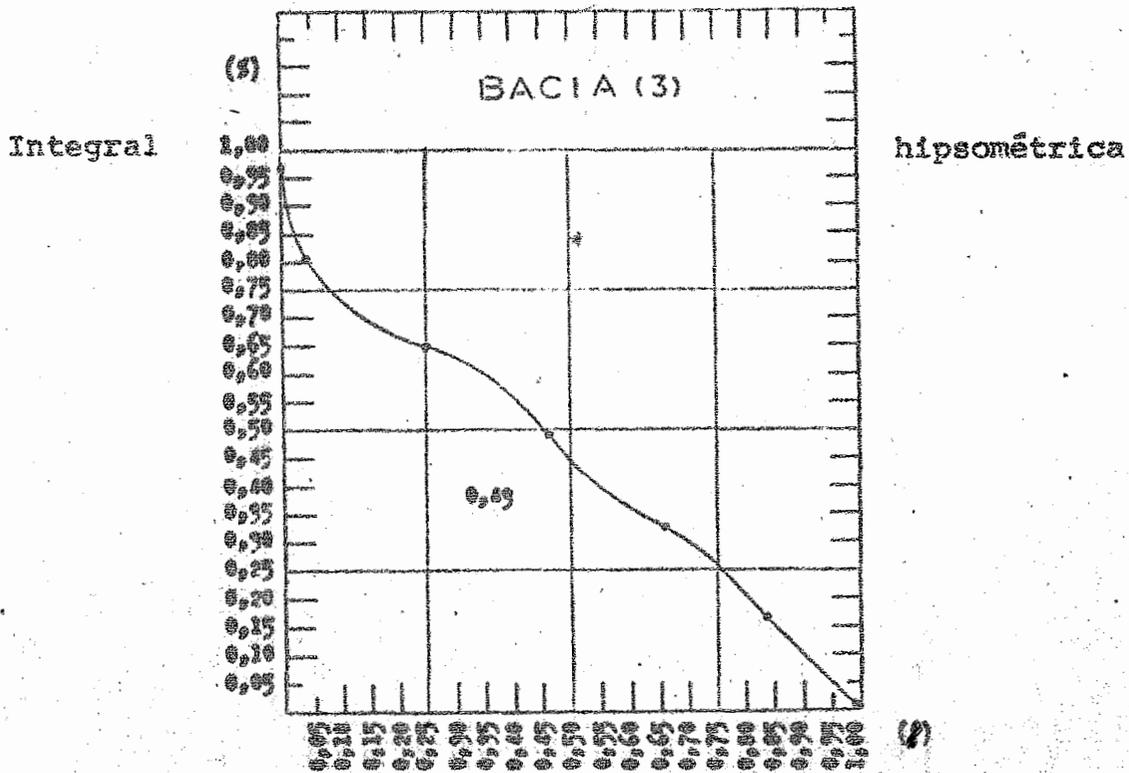


Figura 8 - Unidade de solo Terra Roxa Estruturada

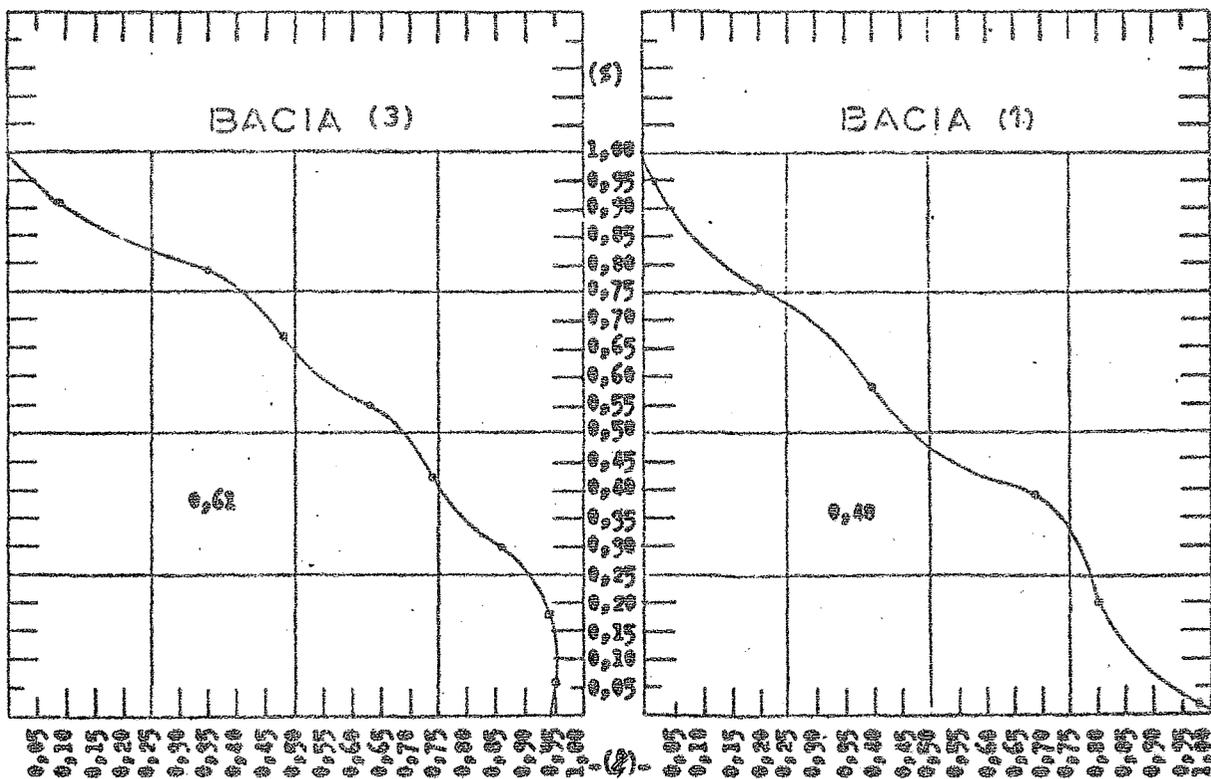
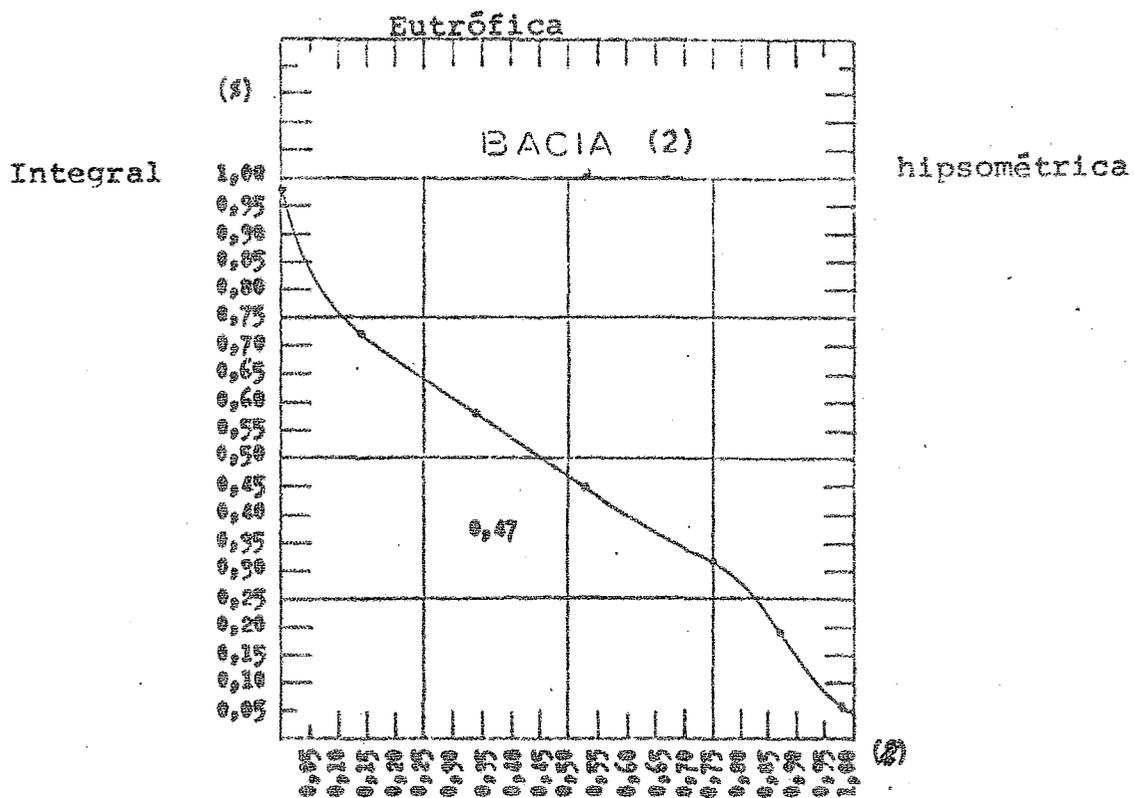
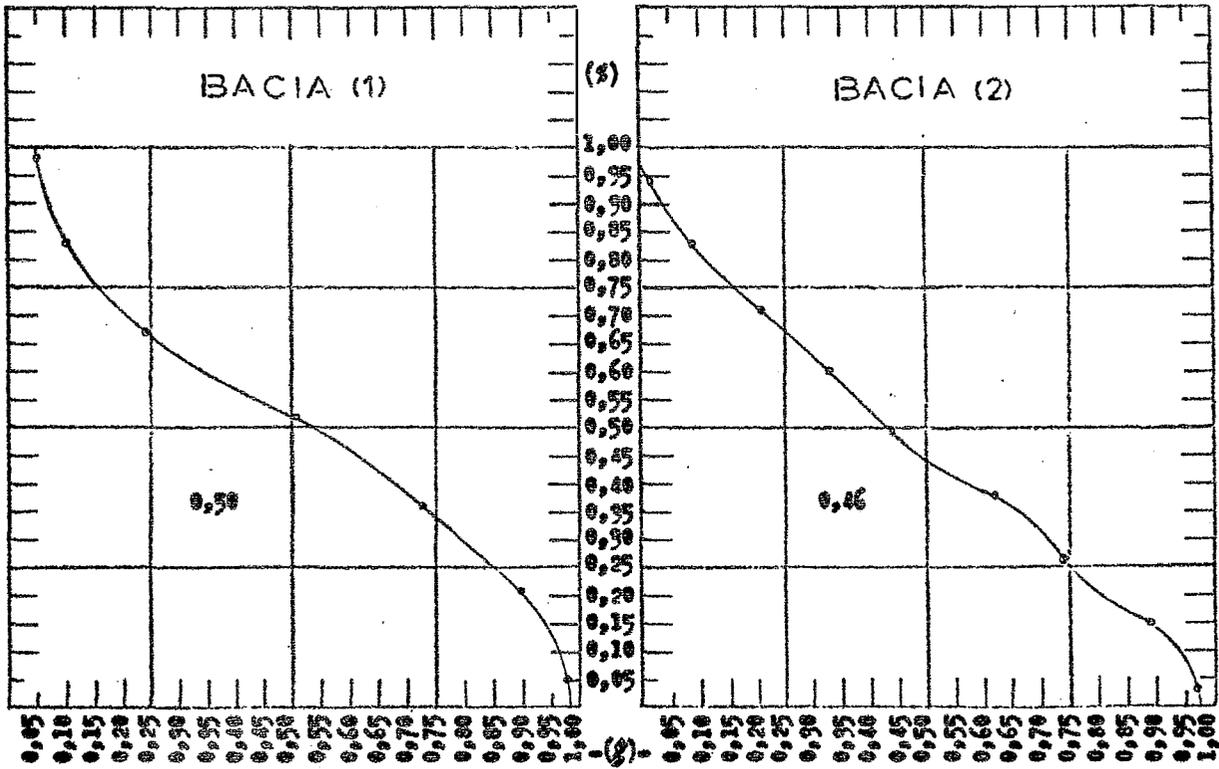
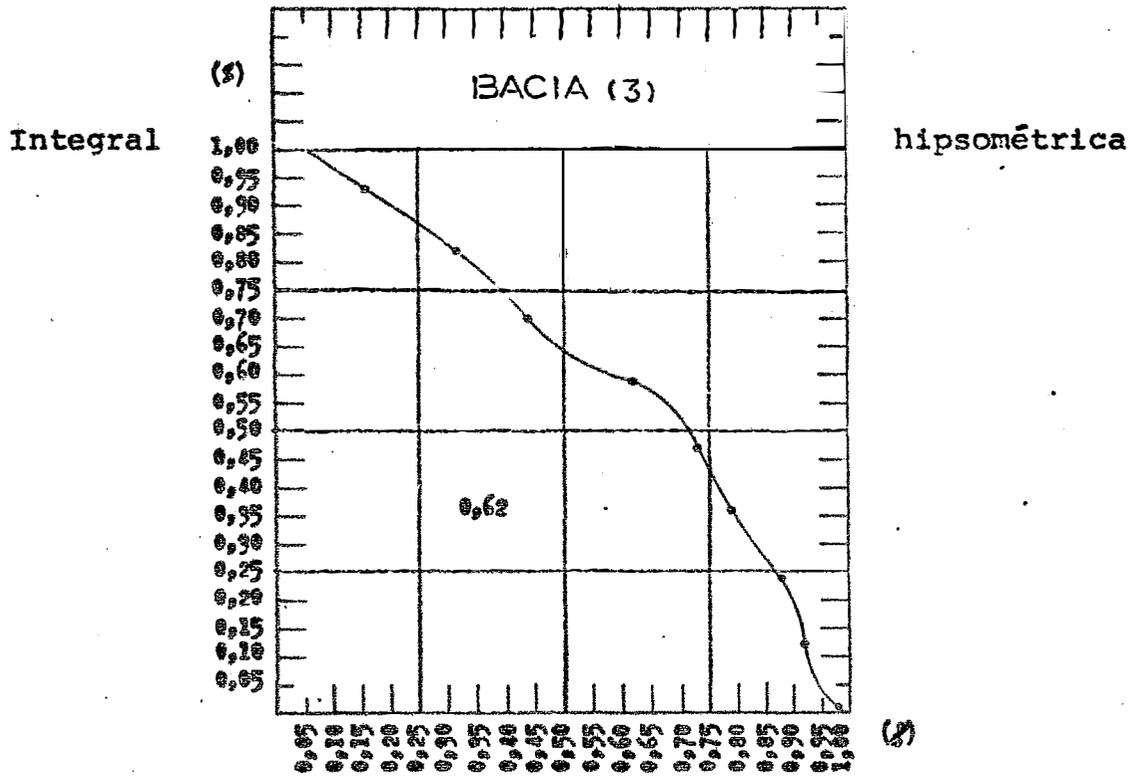


Figura 9 - Unidade de solo Brunizem. Avermelhado



QUADRO nº 3^o

Isodeclive de Superfície

Unidade de Solo	Grau de declive	Bacia Hidrográfica	Porcentagem de (A) *	Porcentagem Acumulada de (A)	Senos de (g)	Tangente de (g)	Média de (g)	Média tg (g) (%)	
L. R. M.	1	I	17,25	99,75	0,0175	0,0175			
	2		26,57	82,50	0,0349	0,0349			
	3		19,58	55,93	0,0523	0,0524			
	4		16,55	36,35	0,0697	0,0699	5,40	4,93	
	5		17,48	19,80	0,0871	0,0875			
	10	1,16	2,32	0,1736	0,1763				
	15	1,16	1,16	0,2588	0,2679				
	1	II	29,41	99,78	0,0175	0,0175			
	2		14,67	70,37	0,0349	0,0349			
	3		13,48	55,70	0,0523	0,0524			
	4		11,15	42,22	0,0697	0,0699	6,39	6,70	
	5		24,43	31,07	0,0871	0,0875			
	10	1,99	6,64	0,1736	0,1763				
	15	4,65	4,65	0,2588	0,2679				
	1	III	21,54	99,98	0,0175	0,0175			
2	10,54		78,44	0,0349	0,0349				
3	8,69		67,90	0,0523	0,0524				
4	17,07		59,21	0,0697	0,0699	6,56	6,83		
5	36,23		42,14	0,0871	0,0875				
10	2,84	5,91	0,1736	0,1763					
15	3,07	3,07	0,2588	0,2679					

(*) (A) - média ponderada das áreas das bacias de cada unidade de solo

QUADRO " 3 "

(continuação)

Unidade de Solo	Grau de declive (%)	Bacia Hidrográfica	Porcentagem de (A)	Porcentagem Acumulada de (A)	Seno de (g)	Tangente de (g)	Média sn (g) (%)	Média tg (g) (%)
	1		7,21	100,00	0,0175	0,0175		
	2		11,00	92,79	0,0349	0,0349		
	3		20,78	81,79	0,0523	0,0524		
	4	I	20,79	61,01	0,0697	0,0699	8,98	8,82
	5		27,10	40,22	0,0871	0,0875		
	10		0,27	13,12	0,1736	0,1763		
	15		6,58	12,85	0,2588	0,2679		
	20		6,27	6,27	0,3420	0,3640		
	1		4,27	100,00	0,0175	0,0175		
	2		11,22	95,73	0,0349	0,0349		
	3		16,34	84,51	0,0523	0,0524		
	4		20,26	68,17	0,0697	0,0699		
	5	II	39,84	47,91	0,0871	0,0875	8,49	8,01
	10		2,79	8,07	0,1736	0,1763		
	15		3,69	5,28	0,2588	0,2679		
	20		1,59	1,59	0,3420	0,3640		
	1		2,02	99,96	0,0175	0,0175		
	2		11,45	97,94	0,0349	0,0349		
	3		21,61	86,49	0,0523	0,0524		
	4	III	23,43	64,88	0,0697	0,0699	8,10	8,48
	5		32,87	41,45	0,0871	0,0875		
	10		2,93	8,58	0,1736	0,1763		
	15		5,65	5,65	0,2588	0,2679		

QUADRO "3"

Unidade de Solo	Grau de declive (g)	Bacia Hi- drográfi- ca	(continuação)					
			Porcentagem de (A)	Porcentagem Acumulada de (A)	Seno de (g)	Tangente de (g)	Média sen (g) (%)	Média tg (g) (%)
	3		2,49	99,92	0,0523	0,0524		
	4		22,12	97,43	0,0697	0,0699		
	5	I	54,82	75,31	0,0871	0,0875	12,64	11,07
	10		6,22	20,49	0,1736	0,1763		
	15		12,77	14,27	0,2588	0,2679		
	20		1,55	1,55	0,3420	0,3640		
	2		4,53	99,97	0,0349	0,0349		
	3		1,01	95,44	0,0523	0,0524		
	4		9,83	94,43	0,0697	0,0699		
	5	II	48,65	84,60	0,0871	0,0875	13,98	14,07
	10		8,06	35,95	0,1736	0,1763		
	15		26,30	27,89	0,2588	0,2679		
	20		1,59	1,59	0,3420	0,3640		
	2		4,69	99,96	0,0349	0,0349		
	3		3,29	95,27	0,0523	0,0524		
	4		22,17	91,98	0,0697	0,0699		
	5	III	41,05	69,81	0,0871	0,0875	12,60	12,55
	10		7,49	28,76	0,1736	0,1763		
	15		17,28	21,27	0,2588	0,2679		
	20		3,99	3,99	0,3420	0,3640		

5.1.1.4. Determinação da declividade do rio principal

No quadro 4 são apresentadas as características da declividade do rio principal da bacia, considerada ao longo das cotas das linhas de nível que o interceptam intervaladamente.

5.1.2. - Características adimensionais

5.1.2.1. Teste de semelhança geométrica

No quadro 5 é apresentado o teste de semelhança geométrica característica entre bacias, onde as razões adimensionais comprovam a representatividade da amostragem.

5.1.2.2. Determinação do grau de dissecação por rios

No quadro 6 são apresentadas as características adimensionais: razão de relevo, razão de textura e densidade de drenagem, expressando o grau de influência do relevo sobre a variabilidade dos componentes plano-hipsométricos da topografia geral das bacias.

5.2. Análise estatística

a) unidade de solo Latossol Roxo Eutrófico

5.2.1. Análise da Integral Hipsométrica (I_h)

5.2.1.1. A relação entre a integral hipsométrica (I_h) e o seno de g dos isodeclives de superfície ($\sin g$) está expressa pela equação (I_h) = 6,1473 - 0,0682($\sin g$), sendo o correspondente coeficiente de correlação $R = - 0,9986$.

5.2.1.2. A relação entre a integral hipsométrica (I_h) e a tangente de g dos isodeclives de superfície ($\tan g$)

QUADRO "5"

Análise dimensional de semelhança geométrica aplicada a bacias hidrográficas representativas das unidades de solo estudadas.

	Bacias Hidrográficas Comparadas	Razão de Escala Linear (R)						Razão Média (Rm)	Razão de Escala Quadrática (R ²)	
		C/Cl	L/Ll	CP/CP1	CR/CR1	P/P1	A/A1		Rm ²	
Latossol Roxo	I/II	0,94	0,35	0,46	0,60	0,59	0,58	0,28	0,33	
	I/III	1,02	0,48	0,50	0,62	0,65	0,65	0,33	0,42	
	II/III	1,08	1,34	1,10	1,02	1,09	1,12	1,16	1,25	
Terra Roxa	I/II	0,96	1,83	1,05	0,81	0,86	1,10	0,95	1,21	
	I/III	0,67	0,71	0,89	0,95	0,71	0,78	0,57	0,61	
	II/III	0,70	0,38	0,86	1,17	0,82	0,50	0,60	0,25	
Brunizem	I/II	0,71	0,55	1,13	0,89	0,85	0,82	0,63	0,67	
	I/III	1,20	0,44	1,13	1,36	1,09	1,04	0,75	1,08	
	II/III	1,79	0,79	1,00	1,51	1,27	1,27	1,18	1,61	

CUADRO "6"

Relações entre os elementos mensuráveis das bacias hidrográficas

Unidade	Solo	Bacia Hidrográfica	Área (A) (Km ²)	Ordem de Ramificação - \bar{W}	Maiores Comprimento (C) (Km)	Comprimento total de rios na \bar{O} - \bar{L} (Km)	Razão de Relevo $\bar{R} = (H/C)$	Razão de Textura (T=N/F)	Densidade de drenagem (Dd = \bar{L}/A)
L.P.M	I	I	4,29	1a	6,07	4,00	0,017	0,97	2,15
				2a		4,25			
				3a		0,95			
L.P.M	II	II	15,06	1a	7,50	6,00	0,016	0,75	1,01
				2a		5,50			
				3a		3,75			
L.P.M	III	III	13,00	1a	5,90	6,50	0,023	0,76	1,10
				2a		1,75			
				3a		6,12			
P.R.H.	I	I	3,17	1a	1,97	3,36	0,061	1,38	2,21
				2a		1,29			
				3a		2,35			
P.R.H.	II	II	3,32	1a	2,75	4,13	0,055	1,33	2,51
				2a		3,70			
				3a		0,52			
P.R.H.	III	III	5,51	1a	2,90	2,50	0,056	1,75	1,30
				2a		2,20			
				3a		2,50			
B.V.-1	I	I	1,07	1a	2,00	2,50	0,068	1,16	7,01
				2a		2,75			
				3a		2,25			
B.V.-1	II	II	1,70	1a	2,30	3,75	0,080	1,85	4,91
				2a		2,25			
				3a		2,35			
B.V.-1	III	III	1,43	1a	2,50	2,75	0,070	1,82	3,84
				2a		1,50			
				3a		1,25			

está expressa pela equação $f = 6,1310 - 0,1061 (\text{tg } g)$, sendo o correspondente coeficiente de correlação $R = - 0,9736$.

5.2.1.3. A relação entre a integral hipsométrica (f) e a razão de textura (T) está expressa pela equação $f = 0,8207 + 0,0131 (T)$, sendo o correspondente coeficiente de correlação $R = 0,9735$.

5.2.1.4. A relação entre a integral hipsométrica (f) e a densidade de drenagem (Dd) está expressa pela equação $f = 1,3899 + 0,0667 (Dd)$, sendo o correspondente coeficiente de correlação $R = 0,9660$.

5.2.1.5. A relação entre a integral hipsométrica (f) e o seno de g da declividade do curso principal ($\text{sen } g \text{ c.p.}$) está expressa pela equação $f = 2,4871 - 0,0603 (\text{sen } g \text{ c.p.})$, sendo o correspondente coeficiente de correlação $R = - 0,5528$.

5.2.1.6. A relação entre a integral hipsométrica (f) e a tangente de g da declividade do curso principal ($\text{tg } g \text{ c.p.}$) está expressa pela equação $f = 3,4308 + 0,1905 (\text{tg } g \text{ c.p.})$, sendo o correspondente coeficiente de correlação $R = 0,9547$.

5.2.1.7. A relação entre a integral hipsométrica (f) e a razão de relevo (RR) está expressa pela equação $f = 0,0187 - 0,0002 (RR)$, sendo o correspondente coeficiente de correlação $R = - 0,5491$.

5.2.2. - Análise do seno de g dos isodeclives de superfície ($\text{sen } g$)

5.2.2.1. A relação entre o seno de g e a tan

gente de g dos isodeclives de superfície ($\text{sen } g$) ($\text{tg } g$) está expressa pela equação $\text{sen } g = 6,0851 - 0,0002 (\text{tg } g)$, sendo o correspondente coeficiente de correlação $R = 0,9845$.

5.2.2.2. A relação entre o seno de g dos isodeclives de superfície ($\text{sen } g$) e a razão de textura (T) está expressa pela equação $\text{sen } g = 0,8264 + 0,0000 (T)$, sendo o correspondente coeficiente de correlação $R = - 0,9844$.

5.2.2.3. A relação entre o seno de g dos isodeclives de superfície ($\text{sen } g$) e a densidade de drenagem (Dd), está expressa pela equação $\text{sen } g = 1,4188 + 0,0001 (Dd)$, sendo o correspondente coeficiente de correlação $R = 0,9786$.

5.2.2.4. A relação entre o seno de g dos isodeclives de superfície ($\text{sen } g$) e o seno de g da declividade do curso principal ($\text{sen } g \text{ c.p.}$) está expressa pela equação $\text{sen } g = 2,4611 - 0,0001 (\text{sen } g \text{ c.p.})$, sendo o correspondente coeficiente de correlação $R = 0,5970$.

5.2.2.5. A relação entre o seno de g dos isodeclives de superfície ($\text{sen } g$) e a tangente de g da declividade do curso principal ($\text{tg } g \text{ c.p.}$) está expressa pela equação $\text{sen } g = 3,5134 + 0,0005 (\text{tg } g \text{ c.p.})$, sendo o correspondente coeficiente de correlação $R = 0,9373$.

5.2.2.6. A relação entre o seno de g dos isodeclives de superfície ($\text{sen } g$) e a razão de relevo (RR) está expressa pela equação $\text{sen } g = 0,00186 - 0,0000 (RR)$, sendo o correspondente coeficiente de correlação $R = 0,5031$.

5.2.3. -Análise da tangente de g dos isodeclives de superfície ($\text{tg } g$)

5.2.3.1. A relação entre a tangente de g dos isodeclives de superfícies ($\text{tg } g$) e a razão de textura (T) está expressa pela equação $\text{tg } g = 0,8263 + 0,0000 (T)$, sendo o correspondente coeficiente de correlação $R = 0,9999$.

5.2.3.2. A relação entre a tangente de g dos isodeclives de superfície ($\text{tg } g$) e a densidade de drenagem (Dd) está expressa pela equação $\text{tg } g = 1,4181 + 0,0003 (Dd)$ sendo o correspondente coeficiente de correlação $R = - 0,9995$.

5.2.3.3. A relação entre a tangente de g dos isodeclives de superfície ($\text{tg } g$) e o seno de g da declividade do curso principal ($\text{sen } g \text{ c.p.}$), está expressa pela equação $\text{tg } g = 2,4621 - 0,0003 (\text{sen } g \text{ c.p.})$ sendo o correspondente coeficiente de correlação $R = 0,7283$.

5.2.3.4. A relação entre a tangente de g dos isodeclives de superfície ($\text{tg } g$) e a tangente de g da declividade do curso principal ($\text{tg } g \text{ c.p.}$) está expressa pela equação $\text{tg } g = 3,5120 + 0,0007 (\text{tg } g \text{ c.p.})$, sendo o correspondente coeficiente de correlação $R = - 0,8617$.

5.2.3.5. A relação entre a tangente de g dos isodeclives de superfície ($\text{tg } g$) e a razão de relevo (RR) está expressa pela equação $\text{tg } g = 0,00186 - 0,0000 (RR)$, sendo o correspondente coeficiente de correlação $R = 0,3439$.

5.2.4. - Análise da razão de textura (T)

5.2.4.1. A relação entre a razão de textura (T) e a densidade de drenagem (Dd) está expressa pela equação $T = 1,2158 + 0,2469 (Dd)$, sendo o correspondente coeficiente de correlação $R = 0,9995$.

5.2.4.2. A relação entre a razão de textura =

(T) e o seno de g da declividade do curso principal ($\text{sen } g$ c.p.) está expressa pela equação $T = 2,6951 - 0,2844(\text{sen } g$ c.p.), sendo o correspondente coeficiente de correlação $R = - 0,7284$.

5.2.4.3. A relação entre a razão de textura (T) e a tangente de g da declividade do curso principal ($\text{tg } g$ c.p.) está expressa pela equação $T = 3,0083 + 0,6148 (\text{tg } g$ c.p.), sendo o correspondente coeficiente de correlação $R = 0,8616$.

5.2.4.4. A relação entre a razão de textura (T) e a razão de relevo (RR) está expressa pela equação $T = 0,0190 - 0,0005(RR)$, sendo o correspondente coeficiente de correlação $R = 0,3437$.

5.2.5. - Análise da densidade de drenagem (Dd)

5.2.5.1. A relação entre a densidade de drenagem (Dd) e o seno de g da declividade do curso principal ($\text{sen } g$ c.p.) está expressa pela equação $Dd = 2,3064 + 0,1081 (\text{sen } g)$, sendo o correspondente coeficiente de correlação $R = - 0,7492$.

5.2.5.2. A relação entre a densidade de drenagem (Dd) e a tangente de g da declividade do curso principal ($\text{tg } g$ c.p.) está expressa pela equação $Dd = 3,8333 - 0,2230 (\text{tg } g$ c.p.) sendo o correspondente coeficiente de correlação $R = 0,8455$.

5.2.5.3. A relação entre a densidade de drenagem (Dd) e a razão de relevo (RR) está expressa pela equação $Dd = 0,0184 + 0,0001(RR)$, sendo o correspondente coeficiente de correlação $R = - 0,3146$.

5.2.6. - Análise do seno de g da declividade do curso principal (sen g c.p.)

5.2.6.1. A relação entre o seno de g e a tangente de g da declividade do curso principal (sen g, tg g c.p.) está expressa pela equação $\text{sen } g = 3,4947 + 0,0089 (\text{tg } g)$, sendo o correspondente coeficiente de correlação $R = - 0,2800$.

5.2.6.2. A relação entre o seno de g da declividade do curso principal (sen g) e a razão de relevo (RR) está expressa pela equação $\text{sen } g = 0,0186 + 0,0000(\text{RR})$ sendo o correspondente coeficiente de correlação $R = - 0,3929$

5.2.7. - Análise da tangente de g da declividade do curso principal (tg g c.p.)

5.2.7.1. A relação entre a tangente de g da declividade do curso principal (tg g c.p.) e a razão de relevo (RR) está expressa pela equação $\text{tg } g = 0,0186 + 0,0000(\text{RR})$, sendo o correspondente coeficiente de correlação $R = - 0,7727$.

b) Unidade de solo Terra Roxa Estruturada Eutrófica

5.2.8. - Análise da integral hipsométrica (\int)

5.2.8.1. A relação entre a integral hipsométrica (\int) e o seno de g dos isodeclives de superfície (sen g) está expressa pela equação $\int = 8,5709 - 0,0915(\text{sen } g)$, sendo o correspondente coeficiente de correlação $R = - 0,7942$

5.2.8.2. A relação entre a integral hipsométrica (\int) e a tangente de g dos isodeclives de superfície (tg g) está expressa pela equação $\int = 8,4280 + 0,0165 (\text{tg } g)$

sendo o correspondente coeficiente de correlação $R = 0,1558$.

5.2.8.3. A relação entre a integral hipsométrica (\int) e a razão de textura (T) está expressa pela equação $\int = 1,4555 + 0,0599 (T)$, sendo o correspondente coeficiente de correlação $R = 0,9989$.

5.2.8.4. A relação entre a integral hipsométrica (\int) e a densidade de drenagem (Dd) está expressa pela equação $\int = 2,0910 - 0,1622 (Dd)$, sendo o correspondente coeficiente de correlação $R = 0,9845$.

5.2.8.5. A relação entre a integral hipsométrica (\int) e o seno de g da declividade do curso principal (sen g c.p.) está expressa pela equação $\int = 4,3896 + 0,2827(\text{sen } g \text{ c.p.})$ sendo o correspondente coeficiente de correlação $R = 0,7647$.

5.2.8.6. A relação entre a integral hipsométrica (\int) e a tangente de g da declividade do curso principal (tg g) está expressa pela equação $\int = 4,2306 + 0,0692 (tg \ g)$, sendo o correspondente coeficiente de correlação $R = 0,5743$.

5.2.8.7. A relação entre a integral hipsométrica (\int) e a razão de relevo (RR) está expressa pela equação $\int = 0,0574 - 0,0002 (RR)$, sendo o correspondente coeficiente de correlação $R = - 0,2987$.

5.2.9. -Análise do seno de g dos isodeclives de superfície (sen g)

5.2.9.1. A relação entre o seno de g e a tangente de g dos isodeclives de superfície, (sen g) (tg g), é expressa pela equação $\text{sen } g = 8,4367 - 0,0000 (tg \ g)$, sendo

o correspondente coeficiente de correlação $R = 0,4764$.

5.2.9.2. A relação entre o seno de g dos isodeclives de superfície ($\text{sen } g$) e a razão de textura (T) está expressa pela equação $\text{sen } g = 1,4865 + 0,0000(T)$, sendo o correspondente coeficiente de correlação $R = - 0,7659$.

5.2.9.3. A relação entre o seno de g dos isodeclives de superfície ($\text{sen } g$) e a densidade de drenagem (Dd) está expressa pela equação $\text{sen } g = 2,0068 - 0,0000(Dd)$ sendo o correspondente coeficiente de correlação $R = 0,6752$.

5.2.9.4. A relação entre o seno de g dos isodeclives de superfície ($\text{sen } g$) e o seno de g das declividades do curso principal ($\text{sen } g \text{ c.p.}$) está expressa pela equação $\text{sen } g = 4,5359 + 0,0000 (\text{sen } g \text{ c.p.})$, sendo o correspondente coeficiente de correlação $R = 0,9989$.

5.2.9.5. A relação entre o seno de g dos isodeclives de superfície ($\text{sen } g$) e a tangente de g da declividade do curso principal ($\text{tg } g \text{ c.p.}$) está expressa pela equação $\text{sen } g = 4,2664 + 0,0000 (\text{tg } g \text{ c.p.})$, sendo o correspondente coeficiente de correlação $R = - 0,9536$.

5.2.9.6. A relação entre o seno de g dos isodeclives de superfície ($\text{sen } g$) e a razão de relevo (RR) está expressa pela equação $\text{sen } g = 0,0573 - 0,0000(RR)$, sendo o correspondente coeficiente de correlação $R = 0,8171$.

5.2.10. - Análise da tangente de g dos isodeclives de superfície ($\text{tg } g$)

5.2.10.1. A relação entre a tangente de g dos isodeclives de superfície ($\text{tg } g$) e a razão de textura (T) está expressa pela equação $\text{tg } g = 1,4866 - 0,0000(T)$, sendo

o correspondente **coeficiente de correlação** $R = 0,2002$.

5.2.10.2. A relação entre a tangente de g dos isodeclives de superfície ($\text{tg } g$) e a densidade de drenagem (Dd) está expressa pela equação $\text{tg } g = 2,0065 + 0,0000(Dd)$, sendo o correspondente coeficiente de correlação $R = - 0,3266$

5.2.10.3. A relação entre a tangente de g dos isodeclives de superfície ($\text{tg } g$) e o seno de g da declividade do curso principal ($\text{sen } g \text{ c.p.}$) está expressa pela equação $\text{tg } g = 4,5363 + 0,0000(\text{sen } g \text{ c.p.})$, sendo o correspondente coeficiente de correlação $R = - 0,5173$.

5.2.10.4. A relação entre a tangente de g dos isodeclives de superfície ($\text{tg } g$) e a tangente de g da declividade do curso principal ($\text{tg } g \text{ c.p.}$), está expressa pela equação $\text{tg } g = 4,2665 + 0,0000 (\text{tg } g \text{ c.p.})$, sendo o correspondente coeficiente de correlação $R = - 0,7192$.

5.2.10.5. A relação entre a tangente de g dos isodeclives de superfície ($\text{tg } g$) e a razão de relevo (RR) está expressa pela equação $\text{tg } g = 0,0573 - 0,0000(RR)$, sendo o correspondente coeficiente de correlação $R = 0,8960$.

5.2.11. - Análise da razão de textura (T)

5.2.11.1. A relação entre a razão de textura (T) e a densidade de drenagem (Dd) está expressa pela equação $T = 1,9558 + 0,0341(Dd)$, sendo o correspondente coeficiente de correlação $R = - 0,9914$.

5.2.11.2. A relação entre a razão de textura (T) e o seno de g da declividade do curso principal ($\text{sen } g \text{ c.p.}$) está expressa pela equação $T = 4,6211 - 0,0568(\text{sen } g \text{ c.p.})$ sendo o correspondente coeficiente de correlação -

$R = 0,7348$.

5.2.11.3. A relação entre a razão de textura (T) e a tangente de g da declividade do curso principal (tg g c.p.) está expressa pela equação $T = 4,2868 - 0,0135 (tg g c.p.)$, sendo o correspondente coeficiente de correlação $R = 0,5368$.

5.2.11.4. A relação entre a razão de textura (T) e a razão de relevo (RR) está expressa pela equação $T = 0,0572 + 0,0000 (RR)$, sendo o correspondente coeficiente de correlação $R = - 0,2553$.

5.2.12. - Análise da densidade de drenagem(Dd)

5.2.12.1. A relação entre a densidade (Dd) e o seno de g da declividade do curso principal (sen g c.p.) está expressa pela equação $Dd = 4,4826 + 0,0269(\text{sen } g \text{ c.p.})$ sendo o correspondente coeficiente de correlação $R = - 0,6398$

5.2.12.2. A relação entre a densidade de drenagem(Dd) e a tangente de g da declividade do curso principal (tg g c.p.) está expressa pela equação $Dd = 4,2550 + 0,0057(tg g c.p.)$, sendo o correspondente coeficiente de correlação $R = - 0,4218$

5.2.12.3. A relação entre a densidade de drenagem (Dd) e a razão de relevo (RR) está expressa pela equação $Dd = 0,0573 - 0,0000(RR)$, sendo o correspondente coeficiente de correlação $R = 0,1267$.

5.2.13. - Análise do seno de g da declividade do curso principal (sen g c.p.)

5.2.13.1. A relação entre o seno de g e a tangente de g (sen g) (tg g) da declividade do curso principal

está expressa pela equação $\text{sen } g = 4,2708 - 0,0000 (\text{tg } g \text{ c. p.})$, sendo o correspondente coeficiente de correlação $R = 0,9667$.

5.2.13.2. A relação entre o seno de g da declividade do curso principal ($\text{sen } g \text{ c.p.}$) e a razão de relevo (RR) está expressa pela equação $\text{sen } g = 0,0573 + 0,0000 - (RR)$, sendo o correspondente coeficiente de correlação $R = - 0,8434$.

5.2.14. - Análise da tangente de g da declividade do curso principal ($\text{tg } g \text{ c.p.}$)

5.2.14.1. A relação entre a tangente de g da declividade do curso principal ($\text{tg } g \text{ c.p.}$) e a razão de relevo (RR) está expressa pela equação $\text{tg } g = 0,0573 + 0,0000 (RR)$, sendo o correspondente coeficiente de correlação $R = 0,9529$.

c) Unidade de solo Brunizem Avermelhado

5.2.15. - Análise da integral Hipsométrica (\int)

5.2.15.1. A relação entre a integral hipsométrica (\int) e o seno de g dos isodeclives de superfície ($\text{sen } g$) está expressa na equação $\int = 13,1540 - 0,1532(\text{sen } g)$, sendo o correspondente coeficiente de correlação $R = - 0,7115$.

5.2.15.2. A relação entre a integral hipsométrica (\int) e a tangente de g dos isodeclives de superfície ($\text{tg } g$) está expressa pela equação $\int = 12,6169 - 0,1018(\text{tg } g)$ sendo o correspondente coeficiente de correlação $R = - 0,3136$.

5.2.15.3. A relação entre a integral hipsométrica

trica(f) e a razão de textura (T) está expressa pela equação $f = 1,5964 + 0,0256 (T)$, sendo o correspondente coeficiente de correlação $R = 0,2401$.

5.2.15.4. A relação entre a integral hipsométrica(f) e a densidade de drenagem(Dd) está expressa pela equação $f = 5,3884 - 0,2565(Dd)$, sendo o correspondente coeficiente de correlação $R = - 0,5803$.

5.2.15.5. A relação entre a integral hipsométrica(f) e o seno de g da declividade do curso principal($\text{sen } g \text{ c.p.}$) está expressa pela equação $f = 3,8668 + 0,1894 (\text{sen } g \text{ c.p.})$, sendo o correspondente coeficiente de correlação $R = 0,8695$.

5.2.15.6. A relação entre a integral hipsométrica(f) e a tangente de g da declividade do curso principal($\text{tg } g \text{ c.p.}$) está expressa pela equação $f = 3,8003 + 0,5941(\text{tg } g \text{ c.p.})$, sendo o correspondente coeficiente de correlação $R = 0,8903$.

5.2.15.7. A relação entre a integral hipsométrica'(f) e a razão de relevo (RR) está expressa pela equação $f = 0,0731 - 0,0010(RR)$, sendo o correspondente coeficiente de correlação $R = - 0,5728$.

5.2.16. . -Análise do seno de g dos isodeclives de superfície($\text{sen } g$)

5.2.16.1. A relação entre o seno e a tangente de g dos isodeclives de superfície($\text{sen } g$) ($\text{tg } g$) está expressa pela equação $\text{sen } g = 12,5636 - 0,0000(\text{tg } g)$, sendo o correspondente coeficiente de correlação $R = 0,8570$.

5.2.16.2. A relação entre o seno de g dos

isodeclives de superfície ($\text{sen } g$) e a razão de textura (T) está expressa pela equação $\text{sen } g = 1,6100 - 0,0000(T)$, sendo o correspondente coeficiente de correlação $R = 0,5112$.

5.2.16.3. A relação entre o seno de g dos isodeclives de superfície ($\text{sen } g$) e a densidade de drenagem (Dd) está expressa pela equação $\text{sen } g = 5,2532 + 0,0000(Dd)$, sendo o correspondente coeficiente de correlação $R = -0,1592$.

5.2.16.4. A relação entre o seno de g dos isodeclives de superfície ($\text{sen } g$) e o seno de g da declividade do curso principal ($\text{sen } g \text{ c.p.}$) está expressa pela equação $\text{sen } g = 3,9666 + 0,0000(\text{sen } g \text{ c.p.})$, sendo o correspondente coeficiente de correlação $R = -0,2716$.

5.2.16.5. A relação entre o seno de g dos isodeclives de superfície ($\text{sen } g$) e a tangente de g da declividade do curso principal ($\text{tg } g \text{ c.p.}$) está expressa pela equação $\text{sen } g = 4,1131 + 0,0000(\text{tg } g \text{ c.p.})$, sendo o correspondente coeficiente de correlação $R = -0,2716$.

5.2.16.6. A relação entre o seno de g dos isodeclives de superfície ($\text{sen } g$) e a razão de relevo (RR) está expressa pela equação $\text{sen } g = 0,0726 - 0,0000(RR)$, sendo o correspondente coeficiente de correlação $R = 0,9835$.

5.2.17. - Análise da tangente de g dos isodeclives de superfície ($\text{tg } g$)

5.2.17.1. A relação entre a tangente de g dos isodeclives de superfície e a razão de textura (T) está expressa pela equação $\text{tg } g = 1,6101 - 0,0000(T)$, sendo o

correspondente coeficiente de correlação $R = 0,8809$.

5.2.17.2. A relação entre a tangente de g dos isodeclives de superfície ($\text{tg } g$) e a densidade de drenagem (Dd) está expressa pela equação $\text{tg } g = 5,2528 + 0,0000 - (Dd)$, sendo o correspondente coeficiente de correlação $R = - 0,6452$.

5.2.17.3. A relação entre a tangente de g dos isodeclives de superfície ($\text{tg } g$) e o seno da declividade do curso principal ($\text{sen } g \text{ c.p.}$) está expressa pela equação $\text{tg } g = 3,9667 - 0,0000(\text{sen } g \text{ c.p.})$, sendo o correspondente coeficiente de correlação $R = 0,2631$.

5.2.17.4. A relação entre a tangente de g dos isodeclives de superfície ($\text{tg } g$) e a tangente de g da declividade do curso principal ($\text{tg } g \text{ c.p.}$) está expressa pela equação $\text{tg } g = 4,1136 - 0,0000(\text{tg } g \text{ c.p.})$, sendo o correspondente coeficiente de correlação $R = 0,2205$.

5.2.17.5. A relação entre a tangente de g dos isodeclives de superfície ($\text{tg } g$) e a razão de relevo (RR) está expressa pela equação $\text{tg } g = 0,0726 - 0,0000(RR)$, sendo o correspondente coeficiente de correlação $R = 0,9359$.

5.2.18. - Análise da razão de textura (T)

5.2.18.1. A relação entre a razão de textura (T) e a densidade de drenagem (Dd) está expressa pela equação $T = 5,1157 + 0,0854(Dd)$, sendo o correspondente coeficiente de correlação $R = - 0,9299$.

5.2.18.2. A relação entre a razão de textura (T) e o seno de g do curso principal ($\text{sen } g \text{ c.p.}$) está expressa pela equação $T = 4,0168 - 0,0311(\text{sen } g \text{ c.p.})$, sendo

o correspondente coeficiente de correlação $R = 0,6882$.

5.2.18.3. A relação entre a razão de textura (T) e a tangente de g do curso principal (tg g c.p.) está expressa pela equação $T = 4,2598 - 0,0909(\text{tg g c.p.})$, sendo o correspondente coeficiente de correlação $R = 0,6557$.

5.2.18.4. A relação entre a razão de textura (T) e a razão de relevo (RR) está expressa pela equação $T = 0,0730 - 0,0002 (RR)$, sendo o correspondente coeficiente de correlação $R = 0,6580$.

5.2.19. -Análise da densidade de drenagem(Dd)

5.2.19.1. A relação entre a densidade de drenagem (Dd) e o seno de g da declividade do curso principal (sen g c.p.) está expresso pela equação $Dd = 3,9617 + 0,0009 (\text{sen g c.p.})$, sendo o correspondente coeficiente de correlação $R = 0,9068$.

5.2.19.2. A relação entre a densidade de drenagem(Dd) e a tangente de g da declividade do curso principal(tg g c.p.) está expressa pela equação $Dd = 4,0986 + 0,0027 (\text{tg g c.p.})$, sendo o correspondente coeficiente de correlação $R = 0,9068$.

5.2.19.3. A relação entre a densidade de drenagem(Dd) e a razão de relevo (RR) está expressa pela equação $Dd = 0,0726 + 0,0000(RR)$, sendo o correspondente coeficiente de correlação $R = 0,3350$.

5.2.20. -Análise do seno de g da declividade do curso principal (sen g c.p.)

5.2.20.1.A relação entre o seno de g e a tangente de g (sen g) (tg g) da declividade do curso principal

pal está expressa pela equação $\text{sen } g = 4,1342 - 0,0052$ -
(tg g c.p.), sendo correspondente coeficiente de correlaç
ção $R = 0,9990$.

5.2.20.2. A relação entre o seno de g da
declividade do curso principal (sen g c.p.) e a razão de
relevo (RR) está expressa pela equação
 $\text{sen } g = 0,0072 + 0,0000$ (RR), sendo o correspondente coefi
ciente de correlação $R = 0,0933$.

5.2.21. - Análise da tangente de g da declivi
dade do curso principal (tg g c.p.)

5.2.21.1. A relação entre a tangente de g
da declividade do curso principal (tg g c.p.) e a razão de
relevo (RR) está expressa pela equação
 $\text{tg } g = 0,0726 + 0,0000$ (tg g c.p.), sendo o correspondente
coeficiente de correlação $R = 0,1369$.

* * *

6. DISCUSSÃO DOS RESULTADOS

Para STRAHLER(1952), quando se considera a relação entre as formas de drenagem e as hipsométricas, em geral, a altura da bacia de drenagem, grau de declive, gradiante de canais de drenagem e densidade de drenagem, demonstram boa, porém negativa correlação com a integral da curva hipsométrica.

Conceitua ainda como sendo de grau elevado, um valor da integral hipsométrica ao redor de 0,60, podendo esse valor expressar um estágio de sub-maturidade da bacia hidrográfica.

STRAHLER(1956) vê no seno do ângulo de inclinação($\text{sen } g$) uma importante conotação com a dinâmica dos processos de formação dos declives, isto é, com todas aquelas forças atuantes nos agentes erosivos, a gravidade inclusive.

Há uma conotação estreita entre a razão de textura(T) e a densidade de drenagem(Dd), conforme verifica SMITH(1950), expressando aquela, o tamanho médio das unidades componentes do relevo.

MORISAWA(1962) confere sinonímia aos termos

razão de relevo (RR) e gradiente de declive ($\text{tg } g$), ambos expressando a razão entre a altura e comprimento ou dimensões vertical e horizontal da bacia, crescendo quando os canais - ou rios cortam através de um estrato duro.

GEVAERD(1974), considerando o desenvolvimento da rede de drenagem do solo Terra Roxa Estruturada Eutrófica subordina-o ao controle estrutural do embasamento geológico.

Da análise dos resultados obtidos neste trabalho, pode-se identificar a altura da bacia hidrográfica com a razão de relevo (RR); o grau de declive com a tangente de g dos isodeclives de superfície ($\text{tg } g$); o gradiente de drenagem com a tangente de g da declividade do curso principal ($\text{tg } g \text{ c.p.}$), da conceituação feita por STRAHLER(1952).

Estes elementos, quando analisados do ponto de vista de seu comportamento para as bacias de terceira ordem das unidades de solo estudadas, reforçam as seguintes considerações referentes a este trabalho:

6.1. Unidade de solo Latossol Roxo Eutrófico

Para esta unidade de solo, o correlacionamento preconizado por STRAHLER(1952) verifica-se somente entre a integral hipsométrica (\int) e o grau de declive de encostas, representado pela tangente de g dos isodeclives de superfície ($\text{tg } g$). A correlação entre a integral hipsométrica (\int) e os índices densidade de drenagem (Dd) e gradiente de canais, neste caso representado pela declividade do curso principal ($\text{tg } g \text{ c.p.}$) apresenta-se elevada porém positiva, contrariando ao verificado por aquele autor.

O comportamento do seno de g dos isodecli

ves de superfície ($\sin g$), apresenta-se diferentemente do preconizado por STRAHLER (1956), pois há relativa independência de relacionamento com os índices tangentes de g dos isodeclives de superfície ($\tan g$), razão de textura (T) densidade de drenagem (Dd), seno de g e tangente de g da declividade do curso principal ($\sin g$ c.p.) e ($\tan g$ c.p.) e mais a total independência verificada com relação à razão de relevo (RR).

Considerando o comportamento do seno de g da declividade do curso principal ($\sin g$ c.p.), o seu relacionamento com a tangente de g da declividade do curso principal ($\tan g$ c.p.), está em concordância com o proposto por aquele autor no que se refere à sua participação ativa nos processos de formação e desenvolvimento da declividade de seu leito. Entretanto, o mesmo não se verifica com respeito à sua relação com a razão de relevo (RR), pois sua total independência discorda do proposto.

Um valor médio relativo em situação intermediária para a curva hipsométrica desta unidade de solo, pressupõe diminuição da sua permeabilidade como resultante da diminuição da relação infiltração/deflúvio.

Dentre os índices mencionados por STRAHLER (1952), o que apresenta maior discrepância quanto ao relacionamento com a integral hipsométrica (\int) é aquele que neste trabalho representa com mais propriedade a altura da bacia, especificamente a razão de relevo (RR), que apresenta pouco relacionamento e embora a correlação seja negativa, o seu grau é mediano.

O menor valor médio relativo da integral hipsométrica (\int) para esta unidade de solo infere ser a sua permeabilidade elevada, concordando com MORISAWA(1962), pois também verifica-se para este solo o menor valor médio da razão de relevo (RR).

Verifica-se para esta unidade de solo uma estreita relação entre a razão de textura (T) e densidade de drenagem (Dd), concordando com o que propõe SMITH(1950).

6.2. Unidade de solo Terra Roxa Estruturada - Eutrófica

Verifica-se para esta unidade de solo que somente o correlacionamento entre a integral hipsométrica (\int) e a densidade de drenagem (Dd) está conforme o verificado por STRAHLER(1952), sendo mediano e positivo o correlacionamento entre a integral e o grau de declive do curso principal (tg g c.p.).

O correlacionamento entre a integral (\int) e a declividade dos isodeclives de encosta (tg g) contraria ao postulado por aquele autor, sendo baixo e positivo.

É igualmente baixo porém negativo o correlacionamento entre a integral (\int) e a razão de relevo (RR) satisfazendo em parte a proposição de STRAHLER(1952).

O seno de g dos isodeclives de superfície (sen g) revela um comportamento de total independência - com relação aos índices tangente de g dos isodeclives de superfície (tg g), razão de textura (T), densidade de drenagem (Dd), seno de g e tangente de g da declividade do curso principal (sen g c.p.) e (tg g c.p.) e razão de relevo (RR),

contrariamente, pois, ao verificado por STRAHLER(1956).

Do mesmo modo, no que se refere ao seno de g da declividade do curso principal ($\text{sen } g \text{ c.p.}$) a sua relação de independência com o seno de g e tangente de g dos isodeclives de superfície ($\text{sen } g$) e ($\text{tg } g$) está em desacordo com a proposição daquele autor. Revela, no entanto, o seno de g da declividade do curso principal ($\text{sen } g \text{ c.p.}$) estreita dependência com a integral hipsométrica (\int), razão de textura (T) e densidade de drenagem (Dd), o que confere a esse fator ação preponderante na evolução daqueles índices.

Um valor médio relativo em situação intermediária para a curva hipsométrica (\int) desta unidade de solo pressupõe diminuição de sua permeabilidade por efeito da diminuição da relação infiltração/deflúvio.

Para esta unidade de solo é válida a proposição de SMITH(1950) que estipula um total relacionamento entre razão de textura (T) e densidade de drenagem (Dd).

A total independência no relacionamento verificado entre o seno de g e a tangente de g da declividade do curso principal ($\text{sen } g \text{ c.p.}$) e ($\text{tg } g \text{ c.p.}$) com o seno de g e a tangente de g dos isodeclives de superfície ($\text{sen } g$) e ($\text{tg } g$) está em concordância com o verificado por GEVAERD (1974).

6.3. Unidade de solo Brunizem Avermelhado

Para esta unidade de solo, o relacionamento entre a integral hipsométrica (\int) e a declividade dos isodeclives de superfície ($\text{tg } g$) segue a proposição de STRAHLER(1952) somente quanto a ser negativa a correlação,

e, contrariamente ao que verifica aquele autor quanto ao seu baixo valor.

O comportamento entre a integral hipsométrica (\int) e a razão de relevo (RR) segue o proposto por aquele autor no que se refere a ser negativa a correlação e discordante quanto ao valor, pois apresenta-o mediano.

Cumpra-se notar ainda, ter esta unidade de solo o maior valor médio relativo de razão de textura (RR), evidenciando assim, ser a menor de todas a relação infiltração/deflúvio, pelo que fica patenteada a relativa impermeabilidade desta unidade de solo, concordando com o que propõe MORISAWA (1962).

O correlacionamento entre a integral hipsométrica () e a densidade de drenagem (Dd) é concordante com o proposto por STRAHLER (1952) no que se refere ao fato de apresentar-se este negativo, porém é discordante quanto ao valor que é mediano.

Contrariamente ao postulado por STRAHLER (1956) a relação entre o seno de g dos isodeclives de superfície ($\text{sen } g$) revela total independência com a tangente de g dos isodeclives de superfície ($\text{tg } g$), com a razão de textura (T) com a densidade de drenagem (Dd), com o seno de g e com a tangente de g da declividade do curso principal ($\text{sen } g \text{ c.p.}$) e ($\text{tg } g \text{ c.p.}$) e com a razão de relevo (RR), o que invalida o pressuposto de sua participação ativa no desenvolvimento daqueles índices.

Comporta-se de conformidade com o verificado por STRAHLER (1952), o relacionamento entre o seno de g do

curso principal ($\sin g$ c.p.) e a integral hipsométrica (\int) a razão de textura (T) a tangente de g da declividade do curso principal ($\tan g$ c.p.).

Para esta unidade de solo o relacionamento entre a razão de textura (T) e a densidade de drenagem (Dd) é muito estreito, conforme a proposição de SMITH (1950).

Também para esta unidade de solo, verifica-se o controle do desenvolvimento da rede de drenagem por fatores estruturais, uma vez que demonstra total independência o relacionamento entre o seno de g e tangente de g do curso principal ($\sin g$ c.p.) e ($\tan g$ c.p.) com o seno de g e tangente de g dos isodeclives de superfície ($\sin g$) e ($\tan g$).

* * *

7. CONCLUSÕES

- a. Para todas as unidades de solo estudadas revelou-se o seno de α , componente de deslizamento da decomposição da força da gravidade como fator altamente significativo na evolução das bacias hidrográficas por ação de sua rede de drenagem;
- b. Para todas as unidades de solo estudadas, não representa a declividade do curso principal, isoladamente, fator determinante na evolução da declividade geral das bacias;
- c. Para as unidades de solo Terra Roxa Estruturada Eutrófica e Brunizem Avermelhado, verificou-se haver acentuado controle estrutural com respeito ao desenvolvimento da rede de drenagem das respectivas bacias hidrográficas;
- d. O menor valor médio da integral hipsométrica para a unidade de solo Latossol Roxo Eutrófico, indica o maior grau de maturidade para as bacias de terceira ordem de ramificação.

cação,

- e. O maior valor médio da integral hipsométrica para a unidade de solo Brunizem Avermelhado, indica um estágio de sub-maturidade para as bacias de terceira ordem de ramificação.
- f. Para todas as unidades de solo estudadas' independe da ação da força gravitacional a formação dos declives de superfície;
- g. Para todas as unidades de solo estudadas ' a formação da declividade do curso principal é função da ação da força da gravidade.

* * *

8. SUMMARY

The aim this work is to characterize and to identify the geomorphological factors of area - altitude alone or interaction, as shown by the relief of three soil units.

The basis for the election of the taxonomic units were the Northeastern Parana State soil survey undertaken by the Ministry of Agriculture and the placo-hipsometric topographical sheets published by the Brazilian Institute of Geography.

Three third order watersheds have been selected to represent each of the soil units elected. They are homogeneous as for the geometric likeness, which was a selective factor for their inclusion in this study.

The following conclusions have been achieved through an interpretation of the results obtained:

- a. The sin of θ , slide component of the gravitational force, has proved to be a highly significant factor in the evolution of the watersheds as caused by its

- drainage system for all soil units studies.
- b. The declivity of the main stream alone does not represent a determining factor in the evolution of the overall declivity of the watersheds for all soil units studies.
 - c. It has been verified that in the Terra Roxa Estruturada Eutrófica and Brunizem Averme - lhado soil unit watersheds there is a marked structural control over the development of the drainage system.
 - d. The smallest mean value of the hypsometric integral for the Latossol Roxo Eutrófico soil unit indicates the highest degree of maturity for the third order watersheds.
 - e. The highest mean value of the hypsometric integral for the Brunizem Avermelhado soil unit indicates an under maturity stage for the third order watersheds.
 - f. The development of surface slopes depends of the gravitational force action for all soil units studied.
 - g. The development of main stream declivity is a function of the gravitational force in all soil units studied.

9. LITERATURA CITADA

- BLOOM, A.L., 1970, Superfície da Terra, tradução e comentários por Setembrino Petri e Reinhold Ellert, Ed. Edgard Blücher Ltda. - USP, São Paulo, 184 p.
- CHORLEY, R.J., e MORLEY, L.S.D., 1959, A simplifield approximation for the hipsometric integral, in: Jour.of Geol, vol 67, : 566 - 71.
- CHRISTOFOLETTI, A., 1971, Correlação de variáveis para o estudo comparativo de bacias hidrográficas, In: Bol. Geogr. vol. 30, (224) : 101-6.
- DEPARTAMENTO DE GEOGRAFIA TERRA E COLONIZAÇÃO - Divisão de Geografia, 1963, Folhas Topográficas SF.22-V-I-1. e SF.22-U-II-2, Escala 1 : 50 000.
- ERNST, W.G., Minerais e Rochas, 1969, Ed. Edgard Blücher Ltda - USP, São Paulo, 162 p.
- FRANÇA, G.V., 1968, Interpretação fotográfica de bacias de drenagem aplicada a solos da região de Piracicaba . 151 p. (Tese-ESALQ), Piracicaba.
- GARCEZ, L.N., 1967, Hidrologia, Ed. Edgard Blücher Ltda - USP. São Paulo, 249 p.

- GEVAERD, I., 1974, Parâmetros fotoanalíticos de três unidades de Solo da Região Nordeste Paranaense, (Dissertação ESALQ) Piracicaba, 110 p.
- HACK, J.T., 1972, Interpretação da topografia, erodida em regiões temperadas úmidas, transl.de Amer. J.of Sci., vol. 258-A, : 80-97, 1970, trad. por Lúcia H.O. Giraldi, in: Notícias Geomorfológicas, Campinas, vol. 12, (24), : 3-37.
- HOLZMANN, M., 1967, Contribuição ao estudo do Clima do Paraná, 114 p. CODEPAR, Curitiba.
- HORTON, R.E., 1945, Erosional development of streams and their drainage basins: hydrophysical approach to quantitative morphology, In: Bul.Geol.Soc.Amer., (56) : 275-370.
- INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA, 1968, Fundação IBGE, Geografia do Brasil-Grande Região Sul, 2ª ed. Vol. IV. tomo I 211 p.
- LAPORTE, L.F., 1969, Ambientes antigos de sedimentação, Série de textos básicas de geociências, Ed. Edgard. Blücher - USP. São Paulo, 145 p.
- LUEDER, D.R., 1959, Aerial Photographic interpretation: principles and applications, N. York McGraw, 162 p.
- MAACK, R. 1968, Geografia Física do Estado do Paraná, 350 p. Banco de Desenvolvimento do Paraná, UFP - Inst. de Biolo. e Pesq. Tecnol., Curitiba.
- MARCHETTI, D.A.B., 1969, Fotointerpretação de atributos de relevo aplicada a solos da região de Piracicaba, 58 p. - (Tese ESALQ), Piracicaba.
- MILLER, V.C. e SCHUMM, S.A., 1968, Aerial photographs and surface features - 1 Aerial photographs and land forms (photo

- geomorphology), in: Aerial surveys and integrated studies Proc. of the Toulouse Conf. UNESCO, : 41-78.
- MINISTÉRIO DA AGRICULTURA, 1971, Divisão de Pesquisa Pedológica Boletim Técnico nº 16. Levantamento de Reconhecimento dos Solos do Nordeste do Estado do Paraná (Informe preliminar), 144 p. Curitiba.
- MINISTÉRIO DA GUERRA, Manual da Campanha C-21-26, 1961, Básico-Instrução individual-Leitura de cartas e fotografias aéreas (avançado), 220 p.
- MONIZ, A.C. 1972, Mineralogia do solo, in: elementos de Pedologia, Ed. Polígono - USP - São Paulo. : 391-408.
- MORISAWA, M.E., 1962, Quantitative geomorphology of some watersheds in the Appalachian Plateau, in: Geol. Soc. of Amer. Bull. vol. 73, : 1025-46.
- OLIVEIRA, J.B., 1972, Fatores de formação, in: elementos de Pedologia, Ed. Polígono - USP, São Paulo, : 275-288.
- PENTEADO, M.M., 1970, Características dos pedimentos nas regiões quentes e úmidas, in: Not. Geom. Separata nº 19, Campinas, 13 p.
- RANZANI, C., 1969, Manual de levantamento de Solos, Ed. Edgard Blücher - USP - 2ª ed. 167 p.
- RICCI, M. e PETRI, S., 1965, Princípios de aerofotogrametria e interpretação geológica, Ed. Nacional, São Paulo, 226 p.
- RAY, R.G., 1963, Fotografias aéreas na interpretação e mapeamento geológicos, tradução de Jesuino Felicíssimo, Jr, - São Paulo, Inst. Geog. Geol. 88 p. 75 fotogramas.
- SCHUMM, S.A., 1956, Evolution of drainage systems and slopes in badlands at Perth Amboy N. Jersey, In: Bul. Geol. Soc. Amer.

(67). 597-646.

STRAHLER, A.N., 1950, Equilibrium theory of erosional slopes approached by frequency distribution analysis, part I, in: Amer.J.of Sci., vol 248, : 673-96.

STRAHLER, A.N., 1951, Physical geography, John Wiley e Sons, Inc. N.York, 442 p.

STRAHLER, A.N., 1952, Hypsometry (area-altitude) analysis of erosional topography, in: Bull.of Geol.Soc.of Amer., vol. 63, : 1117-42.

STRAHLER, A.N., 1956, Quantitative slope analysis, in: Bull of Geol.Soc.of Amer., vol. 67, : 571-96.

STRAHLER, A.N., 1957, Quantitative analysis of Watershed geomorphology, in: Trans.Amer.Geoph.Un, (38), : 913-20.

STRAHLER, A.N., 1968, The Earth Sciences, ed. Harper Int., N. York, 681 p.

SMITH, K.G., 1950, Standards for grading texture of erosional topography, In: Amer.J.Sci., (248) : 655-668.

SOIL SURVEY STAFF.U.S., 1951, Dept. Agric. Soil Survey Manual, (Hand book n° 18).

TROEH, F.R., 1965, Landform equations fitted to contour maps, in: Amer.J. of Sci., vol. 263 : 616-27.

VINK, A.P.A., 1968, Aerial photographs and the soil sciences in: Proc. VI of the Toulouse conference: natural resouse research, Paris, UNESCO : 81-136.

ZINKE, P.J., 1960, Photointerpretation of soil, In: AMERICAN SOCIETY OF PHOTOGRAMMETRY, Manual of fotografic interpretation, cap. 10 : 539-560 - Washington.