

Parâmetros geomorfológicos na identificação de áreas homogêneas

CELESTE RODRIGUES MAIO*

1 — INTRODUÇÃO

A experiência tem demonstrado que as observações efetuadas sob o aspecto qualitativo nem sempre são suficientes para ressaltarem os elementos classificatórios, imprescindíveis à divisão do relevo em unidades geomorfológicas. Torna-se cada vez mais patente o valor do emprego de métodos quantitativos para evidenciar aos técnicos o significado das variáveis pertinentes à identificação de áreas homogêneas.

Como para o presente trabalho não são consideradas áreas específicas, procura-se apresentar alguns recursos que concorrem mais facilmente para categorizar os fenômenos geomorfológicos, distribuídos em locais onde eles se agrupam, apresentando-se interados. Há, entretanto, uma preocupação em se exemplificar alguns recursos técnicos-metodológicos, aplicados a locais estudados por nós, fazendo-se observações pessoais quanto aos resultados obtidos e às fontes bibliográficas.

As variáveis inerentes aos quadros morfológicos tornam-se sintéticas diante de tais operações. Algumas referem-se às análises cartográficas, outras às imagens, fotografias aéreas e observações de campo.

2 — OBJETIVOS

Entre os objetivos que envolvem o presente estudo, destaca-se o da intenção de oferecer, aos técnicos das áreas de geociências, alguns parâmetros essenciais para determinação de áreas homogêneas. A preocupação inicial é a de se adequar as variáveis mais significativas, dentro da área em estudo. Essa tarefa inicial delinea o esboço da qualificação da pesquisa, dentro dos condicionamentos que o meio ambiente lhe sugere.

Já se tem esquematizado o valor do estudo da geomorfologia dinâmica e sua interação com as condições ambientais dos fatos registrados na natureza, nos quais o Homem representa, aceleradamente, um papel de relevada importância.

Os recursos técnicos de que se dispõe para aquilatar o grau de interação entre o meio físico e os seus ocupantes são múltiplos e versáteis, tanto do

*Fundação I.B.G.E., SUPREN - DERNA, Rio de Janeiro.

ponto de vista qualitativo quanto do ponto de vista quantitativo, obtidos nos estudos de gabinete, laboratórios e no campo. Ao se promover o levantamento dos parâmetros essenciais, peculiares a determinadas áreas homogêneas, distinguindo-as, umas das outras, destacam-se, associados a elas, as variáveis, os indicadores e os índices, manipulados diversamente, consoante a objetividade do trabalho. Isto significa que os conceitos emitidos em direção ao espaço geográfico, sujeitam-se, concomitantemente, às peculiaridades temporais, ao nível de tratamento e à escala, aos quais se propõe atingir o tema em desenvolvimento.

A seleção dos parâmetros geomorfológicos, para um estudo, e sua aplicabilidade dinâmica, pode revelar certo número e tipos de indicadores físicos, para determinado local, onde são dominantes a ponto de qualificarem as alterações ambientais. Eles mesmos podem perder a expressão, em outra área, por ser dotada, esta, de variáveis e indicadores que se interam de modo diverso, em níveis de intensidade que se opõem, uns aos outros.

A maneira pela qual se dá a interação entre as variáveis pode qualificar um tipo de paisagem, e isto se verifica, comumente, como consequência de uma boa avaliação dos resultados analíticos, sob o ponto de vista qualitativo. Os fatos e os processos de interconexões dos sistemas físicos necessitam, entretanto, de maiores recursos para sensibilizá-los, a ponto de se apurar o quanto das diferenças existentes entre os mecanismos que os exemplificam, dentro de padrões tipológicos.

A hierarquia dos dados qualitativos, associada aos recursos e métodos de quantificação, depende, por conseguinte, das posições e tipos de variáveis, peculiares a cada local, e das suas posições assumidas diante das situações ambientais analisadas.

Os parâmetros, geomorfológicos, inerentes ao estudo de áreas homogêneas, são abordados neste trabalho, em caráter geral, cingindo-se à objetividade do mesmo. A responsabilidade de nossas afirmativas, quanto ao valor da utilização de métodos quantitativos, para realce do meio físico e sua qualificação, conduz-nos a apresentar, oportunamente, a sua aplicabilidade, em áreas já pesquisadas. Aproveita-se, por conseguinte, o estudo, para inserir exemplos de parâmetros que agilizam variáveis, indicadores, proporcionando o aparecimento de índices que qualificam o meio ambiente, através da geomorfologia dinâmica.

Os estudos das áreas homogêneas, como base na aplicabilidade de métodos quantitativos, ressaltando a funcionabilidade dos parâmetros geomorfológicos selecionados, proporcionam, também, a organização de matrizes de grande eficiência para a determinação de áreas homogêneas. O presente trabalho objetiva, inclusive, a se destacar o valor do estudo dos parâmetros geomorfológicos, para a efetivação de representação cartográfica, conforme se deduz dos mapas organizados pela autora e constantes deste trabalho.

3 — PARÂMETROS GEOMORFOLÓGICOS

3.1 — Parâmetros obtidos com a utilização de cartas topográficas, imagens e fotografias aéreas.

3.1.1 — *Hipsometria* — A carta topográfica, se bem escolhida a sua escala em relação as dimensões da área em estudo, constitui bom recurso básico-técnico para a caracterização dos padrões morfológicos.

A seleção das curvas-mestra é efetuada segundo a natureza do trabalho a que se propõe o estudo, podendo mesmo serem grupadas a fim de oferecer maior clareza topográfica e visual, na sua interpretação. Como o sentimento do pesquisador assume alto valor, na observação inicial, para atingir a finalidade da análise, ele deve procurar conscientizar-se de que cada faixa escolhida corresponde a um algarismo (em quilômetros quadrados), responsável pela compartimentação preliminar do relevo.

As classes hipsométricas são representadas numa tabela, em porcentagem, resultante da divisão do valor da área que cada uma delas ocupa pelo total da área estudada. As faixas hipsométricas com valores mais elevados são os dominantes básicos para a caracterização inicial e geral do relevo. Algumas faixas podem, assim, corresponder à maior frequência de cristas, terraços, alvéolos e patamares.

Por outro lado, pode-se estabelecer correlações entre os valores máximos e mínimos, dentro das seguintes categorias de relevo: muito acidentado, medianamente acidentado, pouco acidentado ou plano. A irregularidade da direção dessas curvas determina a crenulação, índice que pode ser aplicado de forma idêntica à declividade.

Considera-se, ainda, nessa variável, o *coeficiente de massividade* (Fournier, 1960):

$$C_m = \frac{am}{S} \quad \begin{array}{l} am = \text{altura média do relevo e} \\ S = \text{superfície.} \end{array}$$

e o coeficiente orográfico = $\bar{H} \cdot tg_a$

\bar{H} — altura média; tg_a — valor do coeficiente de massividade.

3.1.2 — *Declividade* — conforme o objetivo, escolhe-se métodos diversos, por exemplo:

a) Deseja-se saber as *diferenças de declividade entre vários setores de uma área*:

$$\frac{DVT}{DHT}$$

$$DHT$$

DHT = multiplicação do algarismo correspondente à abertura na curva hipsométrica pela equidistância na carta topográfica.

DH = abertura na carta (em mm).

DVT = medida entre a base e o cume, subtraindo-se a medida referida à equidistância; ϵ a distância vertical.

b) Tabelamento dos graus de declividade:

Deseja-se conseguir uma distribuição pormenorizada dos graus de declividade diferentes, numa área. O método escolhido é o *Ábaco de declividade*, construído de acordo com a extensão (km²) e a escala do mapa. A escolha das classes de declividade está em função do tipo de relevo, isto é, quando

é muito acidentado, pode-se escolher maior número de amostras para que cada forma seja ressaltada. O método permite o mapeamento gráfico de dispersão, a frequência acumulada e outros.

c) *Aplicabilidade de dados de declividade: — análise de variância.*

Através de uma pesquisa efetuada no Maciço da Pedra Branca (município do Rio de Janeiro) Estado do Rio de Janeiro, observou-se que na área há uma subdivisão qualitativa, aparentemente numerosa, dada a forte interação das outras variáveis geomorfológicas.

A análise de variância unidirecional foi o método utilizado pela técnica, a fim de aceitar ou rejeitar a hipótese nula, isto é, H^0 : "não há diferença de declividade entre os setores I, II, III e IV", do referido maciço. Obtendo-se 70 locais ao longo da unidade pesquisada, aqueles cálculos foram listados e tabelados (Tabela I).

TABELA I

Fonte de Variação	Soma dos Quadrados	Graus de Liberdade	Soma dos Quadrados Médios	Razão da Variância (Fc)	Ft
Entre setores	2,044	4 — 1 = 3	681,355	5,728	2,79
Interna a cada setor	6,660	59 — 3 = 56	118,940		
TOTAL	8,704	59			

Logo, se $Ft < Fc$ a hipótese nula está rejeitada, isto é, com a probabilidade de 0,05, há diferenças de declividade entre os setores da área.

$$MDS \text{ (menor diferença significativa: } S_D = \frac{2s^2}{K} = 3.982$$

Tabela Student = para o grau de significância de 0,05 e o grau de liberdade de 46, $t = 2,01$

$$t (S_D) = 2.01 (3.982) = 8.$$

$$Ft 0,05 = 2.79 \text{ com } 3 \text{ e } 56 \text{ GL.}$$

— Hierarquização

Ordenação de médias:

23,00
24,26
25,00
B [37,46

$$MDS = 8,004$$

Conseqüentemente, há dois grupos formados:

MDS = 31,004 I
32,264 IV } A
33,004 II }
45,464 III [B

3.1.3 — *Litologia* — medida das diferenças litológicas, extensão dos agrupamentos litológicos em relação ao conjunto da área, maior ou menor ocorrência e disposição dos grupos.

3.1.4 — *Estrutura* — frequência e distribuição estabelecem as áreas de maior ou menor predisposição ao intemperismo e à erosão, inclinação das camadas, xistosidade, direção de camadas, fraturas, diques (tipos), falhas, dobramentos e outros, formação de classes e posições na área estudada e setores de frequências diferentes.

3.1.5 — *Drenagem* — Entre os parâmetros geomorfológicos para a identificação de áreas homogêneas, os relativos à drenagem são aqueles que tem tido maior dedicação por parte dos técnicos das áreas de geociências. Dentro desse vasto assunto destaca-se o valor do estudo das bacias hidrográficas porque elas representam unidades geomórficas, complexas, e de grande expressividade nas paisagens.

3.1.5.1 — *Aplicabilidade de métodos quantitativos às bacias fluviais.*

Apresenta-se uma pesquisa realizada pela autora mostrando o resultado do estudo de nove (09) bacias hidrográficas no município do Rio de Janeiro (Estado do Rio de Janeiro), no maciço litorâneo da Pedra Branca, evidenciando as diferenças morfométricas associadas às características mais significativas em cada unidade. O estudo foi realizado com base na interpretação aerofotogramétrica, associada às cartas topográficas, para melhor reconstituição dos canais. (Figura 1).

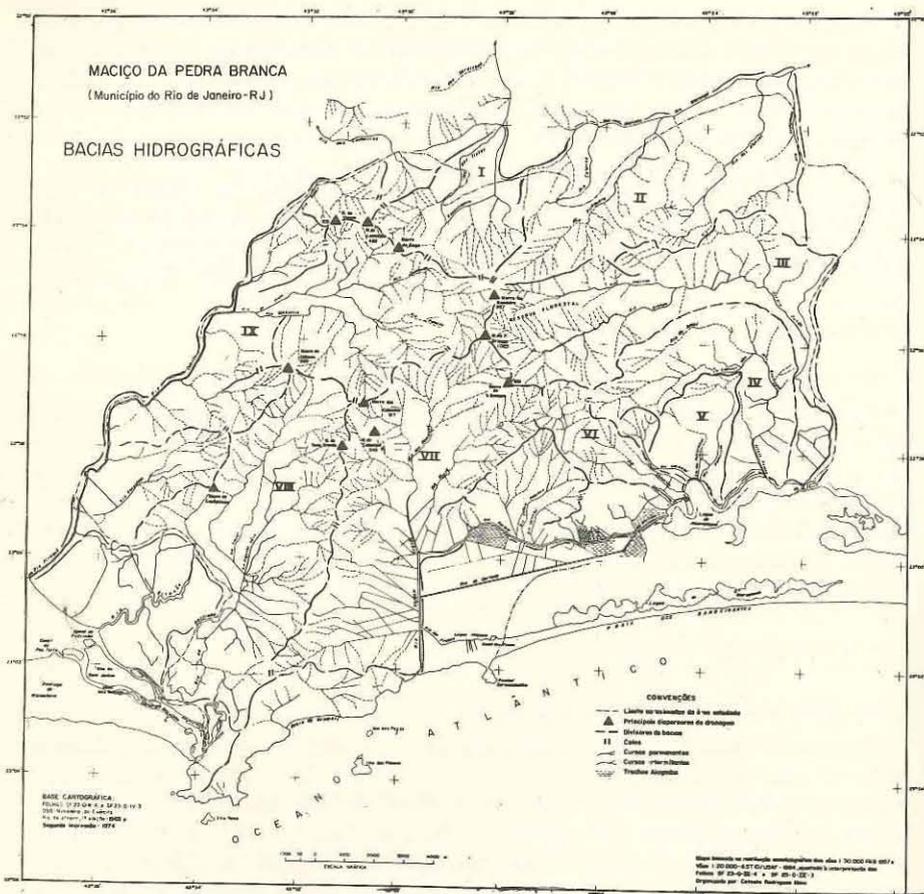
A) *Avaliação Quantitativa*

a) Hierarquização da drenagem.

Para se chegar a melhor compreensão da situação das bacias hidrográficas no maciço, utilizou-se métodos quantitativos de simples aplicabilidade. Esses métodos visam determinar as tendências das bacias em função do maior ou menor recuo das vertentes. Para se alcançar tal objetivo, enfatiza-se neste trabalho as experiências realizadas no campo da hidrologia física e consideradas como altamente representativas dos sistemas de drenagem (Horton, 1945; Hagget e Chorley, 1969). Os autores referem-se a modelos representativos que podem ser dissecados em vários componentes reveladores das características e do dinamismo das redes fluviais.

Ao estudar as bacias de drenagem, Chorley (1971) as considera como unidade geomórfica fundamental e destaca os aspectos lineares que devem ser tratados dos pontos de vista topológico (interconexão dos sistema e geração da ordenação dos canais) e geométrico (comprimento, forma e orientação dos setores da rede de drenagem).

O esquema de ordenação preferido para este trabalho é o de Strahler (1952 e 1964), segundo o qual os canais das cabeceiras, isto é, os que não possuam afluentes, são considerados dentro do grupo de primeira ordem; da confluência de dois desses canais aparecem os canais de segunda ordem;



quando dois desses últimos confluem geram um de terceira ordem que, ao se juntar a outro, forma um de quarta ordem e, assim, sucessivamente. Todos os canais, conseqüentemente, podem receber outros canais de ordem inferior.

Referindo-se à morfometria das bacias de drenagem, Chorley e Kennedy (1971) comentam a impossibilidade de se conectar a natureza das relações morfológicas, de realce, numa bacia de drenagem, porque esta é uma "seção organizada da superfície terrestre cujos aspectos devem ser considerados de modo funcional". Segundo esses autores, a maneira de se estabelecer tal organização é fazer realçar a ordem da bacia porque ela tem influência sobre a morfometria.

Os resultados da computação dos canais, obedecendo o sistema de Strahler estão na Tabela 2, onde cada bacia é identificada por um algarismo correspondente à sua posição no mapa das bacias hidrográficas. Como se observa, a Tabela 2 apresenta a hierarquização por bacias, de modo decrescente em magnitude e ordem.

TABELA 2 — Hierarquização da drenagem

BACIAS	Vargem Grande	IX	VIII	III	II	IV	VI	I	V	Σ
		Cabuçu	Portinho	Arroio Fundos	Papopemba	Arroio Pavuna	Camorim	Tintas	Caçambé Passarinho Panarinho	
Ordem										
1. ^a	182	165	96	95	68	35	34	31	14	720
2. ^a	47	47	25	16	18	8	7	8	5	181
3. ^a	12	13	6	3	3	2	2	3	2	46
4. ^a	3	3	2	1	1	1	1	1	—	13
5. ^a	1	1	1	—	—	—	—	—	—	3
E	245	229	130	115	90	46	44	43	21	963

OBS.: Os algarismos romanos que se encontram assinalados na Tabela referem-se à posição das bacias no mapa das Bacias Hidrográficas.

O resultado da análise dos valores obtidos mostra três bacias de quinta-ordem, oito de quarta, em correspondência quanto a essa ordenação, no que se refere à magnitude, isto é, diminuindo a ordem da bacia, diminui também a sua magnitude. A ordem revela, por conseguinte, a hierarquia, conforme o arranjo dos cursos de água dentro de cada bacia de drenagem.

Pela maior ou menor aproximação dos valores obtidos, na contagem dos rios, por bacia, vários grupos se formam. O primeiro deles é constituído pelas bacias de quinta ordem que apresentam também perfeita correlação quanto às magnitudes, isto é, em ordem decrescente: Vargem Grande, Cabuçu e Portinho, situados na vertente meridional do maciço. Vários fatores estão interconectados para as posições quantitativas assumidas por essas três bacias. O primeiro deles é a extensão das bacias que se apresenta superior às demais do maciço.

Como se conclui da análise de variância, na Tabela 1, as declividades

maiores estão ao sul, o que favorece o escoamento mais forte das águas. Além disso, os canais de primeira ordem estão em níveis mais elevados que envolvem as vertentes mais altas do maciço, através das quais eles prosseguem, na atualidade, em erosão remontante, desdobrando-se quantitativamente. De outro modo, a particularidade estrutural do maciço concorre, também, na sua evolução geomorfológica, tendo em vista a presença de grande quantidade de geoclasses. Os diques de basalto, por exemplo, apresentam-se intemperizados pelo clima quente e úmido. Associando-se as estruturas à rede de drenagem, constata-se que é nessas bacias onde se registra a maior frequência dessas rochas básicas. Quanto ao substrato granítico acha-se repleto de elementos mineralógicos friáveis, como as micas e os feldspatos que, se decompostos em argilas, facilitam a incisão dos canais.

Muito próximos aos valores quantitativos desse grupo, está os apresentados pela Bacia do Arroio Fundo, com magnitude praticamente idêntica à do Portinho, mas discordante, quanto à ordem. Nas três bacias, as variáveis litologia e estrutura reforçam a interação das demais variáveis, a ponto de colocá-las nos primeiros lugares, entre todas as bacias fluviais do maciço.

Os canais das cabeceiras da Bacia do Arroio Fundo desenvolvem-se sobre os granitos. Os eixos basálticos e a presença de solos argilosos oriundos da decomposição dos microclina-gnaisses, plagioclásios, biotitas, feldspatos semi-facoidais interam-se. Espessos mantos de regolito revestem as encostas, proporcionando o aparecimento dos canais. A sua margem direita é prejudicada no número de canais, entretanto, pelas presença de íngremes paredões formados pelos alinhamentos de pães-de-açúcar, que aí se dispõem até os locais próximos à inflexão do rio para jusante. Na sua área de drenagem, através das baixadas arenosas, nota-se cada vez mais a dificuldade da geração de novos cursos, diante da permeabilidade do solo.

O Arroio Pavuna drena áreas onde as condições estruturais e litológicas assemelham-se as do anterior, fluindo paralelamente ao primeiro, tanto no maciço quanto na baixada. O fato que coloca ambas as bacias em posições diversas na tabela é a extensão que cada uma delas ocupa sobre os granitos e gnaisses friáveis. Enquanto a primeira recebe canais de primeira ordem em maior quantidade, por percorrer extensões maiores entre aquelas rochas e estruturas mencionadas, o segundo expande-se, em seu maior percurso, sobre as planícies fluvio-marinhas.

Um exemplo especial de bacia de drenagem se destaca no maciço: a bacia do Camorim que, apesar de ocupar área restrita em relação a todas as demais bacias, o número de canais de primeira ordem coloca-a no mesmo grupo do último mencionado (Pavuna). O fato de também estar na mesma ordem, isto é, quarta, indica a presença, conforme a interpretação aerofotogramétrica, de numerosas juntas estruturais entrecruzadas, através das quais se desenvolve intenso número de canais de primeira ordem. Neste caso, a variável estrutura prepondera sobre as demais variáveis.

Quanto aos rios Caçambé-Passarinhos, constituem um sistema hidrográfico que reflete o fluxo e o refluxo das águas lacustres. Oscilantes no

decorrer do ano, suas cabeceiras situam-se em níveis relativamente baixos, concedendo-lhe a posição única como bacia de terceira ordem.

As bacias hidrográficas que vertem água para o norte, isto é, Sapopenha e Tintas, ocupam posição intermediária quanto à hierarquia fluvial, em relação às demais bacias, como se vê na Tabela 2. O primeiro tem magnitude 68, e ocupa o quinto lugar na tabela e está em posição superior ao segundo — Tintas — porque penetra através dos gnaisses da Série Inferior e dos gnaisses biotíticos do grupo paragnaisses (Pré-Cambriano). Além do mais, as vertentes são mais íngremes, portanto, não são locais de desenvolvimento de canais, e, de modo geral, os cursos se interiorizam muito mais no maciço, até as proximidades do Pico da Bandeira.

Todas as variáveis de correlação mais forte perdem expressão na Bacia do Rio das Tintas que drena pequena área, onde os canais desenvolvem-se em pequena superfície, na extensão dos granitos e sem aquele controle estrutural proporcionado pelos diques básicos. Ambas as bacias apresentam-se na quarta ordem.

B) *Estudo comparativo das bacias hidrográficas através da densidade hidrográfica e da densidade de drenagem.*

Além de se estabelecer a hierarquização das bacias hidrográficas do Maciço da Pedra Branca, procurou-se complementar o estudo através da análise da densidade hidrográfica e da densidade de drenagem por constituírem, ambas, parâmetros altamente significativos do ponto de vista geomorfológico. Freitas (1952) refere-se a esses parâmetros como responsáveis pela textura da topografia, e são facilmente obtidos através de modelos. Os cálculos auferidos, entretanto, devem ser interpretados dentro do contexto qualitativo. Isto significa que o valor dos coeficientes obtidos torna-se mais dinâmico ao ser comparado entre todas as diversas bacias hidrográficas da região em estudo. Os resultados dos cálculos obtidos servem, portanto, como elementos quantitativos para conduzir a atenção dos pesquisadores em direção aos reais fatores que condicionam as desigualdades físicas entre as bacias fluviais e, conseqüentemente, às diversas vocações por elas apresentadas.

Saber-se, por conseguinte, se a litologia, estrutura, altitude, declividade, exposição de vertente, regolitos, clima, comportamento humano apresentam maior ou menor atuação em determinada bacia, é conhecimento da natureza qualitativa.

— *Densidade hidrográfica*: a fórmula de Horton proporciona a obtenção dos dados que estabelece a comparação da frequência ou quantidade de rios em uma área padrão. Logo,

$$D_h = \frac{N}{A} \quad \begin{array}{l} D_h = \text{densidade hidrográfica;} \\ N = \text{número de rios ou cursos de água;} \\ A = \text{área da bacia (no nosso trabalho considerada em} \\ \text{quilômetros quadrados.} \end{array}$$

Christofolletti (1974), através de várias experiências, dá uma interpretação

diferente na utilização da fórmula, ao adotar a ordenação de Strahler. Para o autor, o número de canais, no caso, deve se referir somente aos enquadrados na primeira ordem, não necessitando a amplitude referida por Horton e por Freitas.

Esses índices têm a finalidade de avaliar a capacidade da bacia na formação de novos cursos de água, medindo a expansão da rede hidrográfica e a erosão.

Valores dos parâmetros ligados à densidade hidrográfica e à densidade de drenagem estão na Tabela 3.

TABELA 3 — Densidade Hidrográfica e Densidade de Drenagem

Bacias	Área (Km ²)	Extensão dos rios (Km)	Nº de rios de 1ª ordem	Densidade hidrográ- fica	Densidade de drena- gem
I Tintas	15,32	41	31	2,01	2,68
II Sapopemba ..	43,66	82	68	1,56	1,88
III Arroio Fundo .	40,41	85	95	2,35	2,11
IV Arroio Pavuna	22,94	50	35	1,53	2,18
V Caçambé-Passarinho-Panarinho	9,89	19	14	1,42	1,93
VI Camorim	8,73	29	34	3,89	3,33
VII Vargem Grande	65,50	200	182	2,78	3,06
VIII Portinho	44,30	110	96	2,17	2,49
IX Cabuçu	67,06	186	165	2,46	2,78
Σ	317,71	802	720	20,18	22,44

A densidade hidrográfica maior está nas bacias do Camorim e Vargem Grande, cabendo o quinto lugar à Bacia do Portinho. Apesar dessas bacias do quadrante sul se condicionarem à litológica, estrutura e clima, semelhantes, outras variáveis explicam a sua colocação formando grupos diferentes daqueles observados, somente quanto à hierarquização. O fato importante a notar, no estudo quantitativo das bacias hidrográficas para os referidos índices é que, na região em estudo, se percebe não apenas a extensão maior ou menor das bacias em relação ao número de canais; com grande expressividade, ainda, ver-se a área que cada uma bacia fluvial ocupa em condições favoráveis para o desenvolvimento dos cursos superiores. No caso da Bacia do Camorim a intensidade em que se apresenta a variável estrutura explica a sua posição principal em todo o maciço. Condições estruturais semelhantes registram-se, também, na bacia do Vargem Grande que ocupa, no entanto, o segundo lugar. Isto se dá porque grande parte de sua extensão está nas áreas inundáveis da baixada contrapondo-se a do Camorim, que apesar de ocupar pequena área, nela se desenvolvem trinta e quatro canais de primeira ordem, fato altamente significativo, para a operação de relações. O Vargem Grande, com cento e oitenta e dois canais de primeira

ordem, tem grande número de nascentes situadas em níveis mais elevados, donde descem buscando os maiores afluentes que centripetamente procuram o eixo norte-sul do canal de Sernambetiba. Além dos fatores naturais, já expostos, comuns a todas as bacias que se abrem para o oceano, na Vargem Grande a ação humana é um agente acelerador da erosão. O canal seletor de todas as águas da bacia é insuficiente para seu escoamento, por se encontrar, atualmente, interceptado pelo grande número de blocos deslocados de areias e argilas, fato este que reflete a problemática da embocadura estreita do Vargem Grande.

A oeste do maciço, na Bacia do Cabuçu, só se observa um grande rio — Prata do Cabuçu — cujas cabeceiras e afluentes apresentam significativo número de canais de primeira ordem. O Rio Cabuçu desce de terrenos graníticos para os gnaissicos do Morro do Viegas, confluindo com os afluentes que rompem as vertentes já muito erodidas, com pequeno número de canais em demanda do sul.

Outro grupo que apresenta índices aproximados é o formado pelas bacias do Portinho e Arroio Fundo, apesar de estarem submetidas a condições naturais antagônicas. Embora o primeiro se situe no quadrante sul, favorecido pelas mesmas condições litológicas, estruturais e climáticas dos primeiros referidos, sua colocação na Tabela 3 é explicada em quinto lugar, como conseqüente da forma alongada e estreita do vale cujos canais da margem direita encontram dificuldade de remontarem o divisor de águas do arcabouço granodiorítico, mais resistente do que os granitos envolventes dos setores norte e leste da bacia, propiciando, aqui, maior facilidade de decomposição e à ramificação maior dos canais. Conclui-se, assim que esta bacia apresenta-se dissimétrica, não só morfologicamente como também quanto à densidade hidrográfica. É grande a diferença entre o número de canais apresentado por ela e os apresentados pelas primeiras bacias analisadas, fato este explicado pela sua expansão sobre os depósitos recentes da baixada já mencionada.

A extensão total das Bacias do Portinho e do Arroio Fundo estão bem próximas, bem como o número de canais. Apesar de se situarem sob condições ecológicas diversas, a variável "percurso sobre as baixadas" influi para que, no conjunto, eles se aproximem, quanto aos índices de densidade hidrográfica.

O Arroio Fundo drena rochas graníticas, desde as proximidades do Pico da Pedra Branca, onde as nascentes do Rio Grande se encontram na área de Reserva Florestal, preservadora dos mananciais. Muito influenciada também pela decomposição química, proveniente dos basaltos e gnáisses biotíticos, seus canais aí se desdobram em maior número até a confluência dos dois rios, já no alongado alvéolo comprimido entre as vertentes das serras do Engenho Novo e do Pau da Fome, em cujas vertentes desenvolvem-se os espessos colúvios.

A diminuição do número de canais de primeira ordem, à jusante da confluência desses rios, explica-se, à margem direita, pela seqüência de alinhamentos de pães-de-açúcar. Nos locais onde a rede muda de direção

para o sul, constata-se os trechos predominantemente arenosos, constituindo bancos e colinas que desviam os cursos do Arroio Fundo e Pavuna, até a Lagoa de Camorim. Obras de desobstrução têm sido realizadas ao longo dos canais, embora os leitos permaneçam assoreados pelos sedimentos carregados de montante, confundindo-se com a vegetação, principalmente a gíoga, proliferante por ocasião das enchentes.

A vocação para a formação dos canais de primeira ordem, no maciço, está na presença de biotita altamente ferrífera dos gnaisses, predispondo a rocha a uma decomposição química generalizada para todo o maciço, nos locais onde eles estão presentes. No exemplo da Bacia do Arroio Fundo, entretanto, os diques de basalto estão desagregados em matacões que se intemperizam com muito maior facilidade do que a rocha hospedeira; há muitos feldspatos e material máfico que, no conjunto, constituem pontos favoráveis ao desenvolvimento dos canais. Os grandes depósitos argilosos são derivados dos gnaisses do grupo paragnaisse pouco resistentes contendo microclina, gnaiss e plagioclásio, quartzo, microclina, biotita, granada, gnaiss.

Os afluentes da margem esquerda do Arroio Fundo que descem das vertentes meridionais do Morro do Valqueire mantém, com os afluentes da margem direita, grande diferença na densidade hidrográfica. O primeiro carrega os sedimentos provenientes dos gnaisses inferiores, ricos também em granada, quartzo, biotita, plagioclásio, daí as vertentes serem capeadas por argilas e areias.

Apesar de as bacias fluviais apresentarem índices semelhantes, elas divergem segundo a expansão dos tipos litológicos e estruturais. Embora se situem em quadrantes opostos, sob condições de influência intempérica diferente, a umidade do solo é garantida, em algumas bacias, devido à presença da mata que recobre as áreas de quedas de água. Assim, nem sempre as variáveis clima e declividade tem grande expressão para explicar a proximidade dos índices, melhor compreendida através das variáveis litologia e cobertura vegetal.

O Arroio Pavuna ocupa o oitavo lugar no índice hidrográfico, apesar de estar na sexta posição quanto à magnitude e extensão. Seus afluentes, Areal e Engenho Novo, estão separados, ao sul, por alinhamentos de cristas da Serra do Quilombo e ao norte pelos alinhamentos do Pau da Fome que o separa da Bacia do Arroio Fundo. Esse índice mais baixo se explica pela maior extensão da bacia nas planuras do que maciço e muito interceptado por bancos areno-argilosos e colinas que contorcem seu curso em direção à lagoa.

A drenagem da Bacia Caçambé-Panarinho-Passarinho ocupa a última posição na tabela porque, além de ter a menor magnitude, tem a menor extensão e fraca declividade para desenvolvimento dos canais. Seu maior percurso domina os plainos, pois à montante limita-se com os afloramentos granodioríticos.

As bacias fluviais que ocupam as vertentes setentrionais do maciço estão em sexta posição — Tintas — e sétima posição — Sapopemba. A primeira tem as variáveis declividade e adaptação estrutural nos gnaisses friáveis,

estes, responsáveis pelo índice de densidade hidrográfica mais alto do que o do Pavuna e Caçambé-Panarinho-Passarinho.

A bacia do Sapopemba, além de drenar os cursos sobre gnaisses friáveis, apresenta afluentes que se acomodam às direções das laminações nas vertentes florestadas. Seus cursos também são condicionados à área dos gnaisses, granitos e basaltos de fácil decomposição argilosa, mas as encostas setentrionais acham-se intensamente ocupadas, liberando muito material grosseiro, onde os sedimentos mais finos foram já carregados. Sua extensão no material silicoso é, portanto, grande, colocando a bacia em posição inferior a do Tintas nesta última, a magnitude é quase a metade à apresentada pelo Sapopemba, bem como a sua área ocupada, conferindo-lhe posição imediatamente inferior.

2. *Densidade de drenagem*: Para o cálculo da densidade de drenagem consideram-se todos os canais da bacia, segundo sua extensão em relação à área ocupada, expressa em quilômetros quadrados, cuja fórmula é:

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

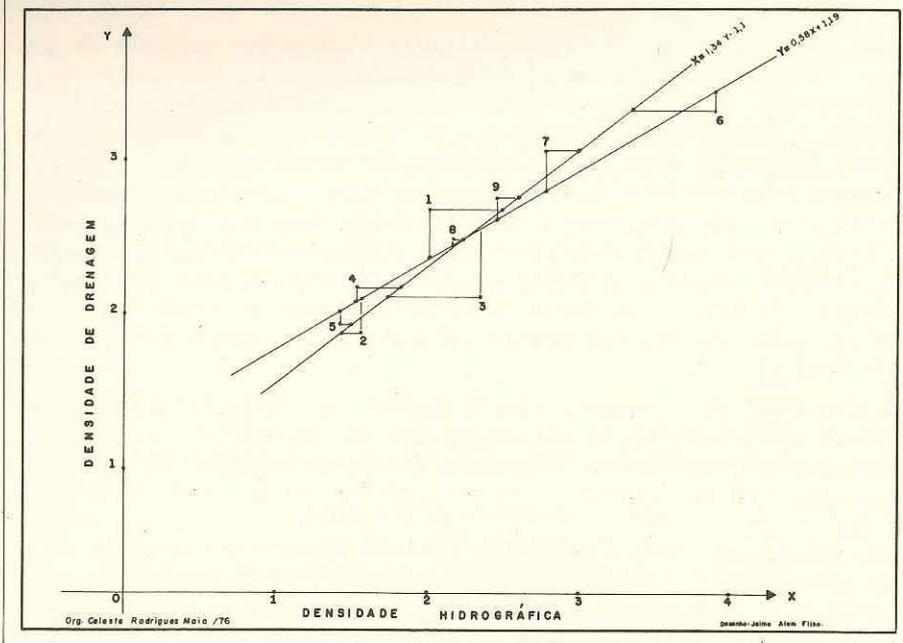
Dd = densidade de drenagem;
L = comprimento total dos canais;
A = área, medida em quilômetros quadrados.

Conforme os índices, verifica-se também que as bacias hidrográficas mudam de posição, na Tabela 3, mantendo-se em estreita correlação com a densidade hidrográfica, como as bacias do Camorim, Vargem Grande e Cabuçu. Isto mostra que as mesmas variáveis, tão fortemente definidas nessas bacias do quadrante sul, se mantêm também na densidade de drenagem.

Observou-se durante a análise da densidade hidrográfica que os índices perdem valor quando as bacias penetram em relevos pouco propícios à ramificação dos canais de primeira ordem. Na análise da densidade de drenagem, esta variável é menos significativa e é substituída pela textura, que é mais fina nas rochas impermeáveis, onde ocorre maior implantação e extensão dos cursos de água.

A Bacia do Rio das Tintas, por exemplo, muda de posição, na tabela, mantendo-se em quarto lugar, ficando em quinto, a Bacia do Portinho. No primeiro caso, explica-se sua textura mais fina pela presença de linhas estruturais mais numerosas; no segundo caso (o do Portinho), além da extensa área alveolar penetrante na bacia, vários setores acham-se interceptados por divisores de água. O Arroio Fundo apresenta menor densidade de drenagem porque seus afluentes da margem esquerda carregam muitos sedimentos arenosos, provenientes da desagregação dos gnaisses. No Arroio Pavuna, a densidade de drenagem é praticamente idêntica a do anterior, enfraquecendo-se, sensivelmente, para jusante, sob idênticas condições.

A Bacia do Sapopemba ocupa o último lugar porque seus afluentes, apesar de relativamente numerosos, são curtos, proporcionalmente à área da bacia. Após reduzido percurso nos granitos, ela atinge a área dos gnaisses, drenando imediatamente para a baixada, de granulação grosseira, onde a capacidade de infiltração é muito maior do que o escoamento super-



ficial. Nos trechos ocupados por sedimentos finos, a textura da drenagem é fina, enquanto nos sedimentos grosseiros ela se torna grossa, isto é, com médios ou grandes espaçamentos entre os rios.

Do estudo da correlação entre os índices de densidade hidrográfica e de densidade de drenagem das bacias fluviais do Maciço da Pedra Branca, resultou o coeficiente 0,88, isto é, indicador de forte correlação entre essas duas variáveis. (Tabela 4 e Figura 2).

TABELA 4 — Cálculo do coeficiente de correlação

BACIAS	X (Dh)	Y (Dd)	x (X- \bar{x})	y (Y- \bar{y})	xy	X ²	Y ²
1. Tintas	2,02	2,68	-0,22	0,19	-0,0418	0,0484	0,0361
2. Sapopemba	1,56	1,88	-0,68	-0,61	-0,4148	0,4624	0,3721
3. Arroio Fundo	2,35	2,11	0,11	-0,38	-0,0418	0,0121	0,1444
4. Ar. Pavuna	1,53	2,18	-0,71	-0,31	0,2201	0,5041	0,0961
5. Caçambé - Panarinho - Passarinho	1,42	1,93	-0,82	-0,56	0,4592	0,6724	0,3136
6. Camorim	3,89	3,33	1,65	0,84	1,386	2,7225	0,7056
7. Vargem Gde.	1,78	3,06	0,54	0,57	0,3078	0,2916	0,3249
8. Portinho	2,17	2,49	-0,07	0,00	0,0000	0,0049	0,0000
9. Cabuçu	2,46	2,46	0,22	0,29	0,0638	0,0484	0,0841
Σ	20,18	22,44	—	—	2,7681	4,7668	2,0769

O valor de tais cálculos torna-se importante por se tratar de bacias fluviais de padrão geral radial, atingidas por uma série de variáveis, alternadas, em importância, segundo a posição das redes no maciço. Desses estudos chegou-se às conclusões seguintes:

1. Entre as variáveis mencionadas para o estudo da densidade hidrográfica, constatou-se como mais significativas:

a) Litologia e extensão da bacia no corpo batolítico, isto é, o seu condicionamento, segundo a erosão diferencial das diversas rochas que se apresentam com graus crescentes de intemperização, segundo os grandioritos, granitos, gnaisses e basaltos.

b) A declividade é mais significativa para a Bacia do Vargem Grande;

c) Forma das bacias;

d) Espessura dos regolitos, mais significativos nas bacias do Vargem Grande e no Alto Arroio Fundo;

e) O elemento humano que é altamente significativo porque a cobertura vegetal, mantida por ele, influi no regime fluvial e no controle da erosão, conforme se constata nas áreas da reserva florestal;

f) O clima não se apresenta expressivamente como variável sobre a evolução geomórfica e hidrológica das bacias. Ele representa mais um dos elementos associáveis àqueles que, em conjunto, definem as bacias meridionais.

2. Nas áreas de drenagem radial, de forte controle estrutural, a densidade de drenagem é maior.

3. Para especificar a densidade de drenagem, a estrutura alia-se à granulometria, como observado nas bacias orientais ou, mesmo, dentro da própria bacia.

4. As características gerais da área condicionaram o comportamento hidrogeológico diferencial e específico, entre as bacias.

5. As bacias encontram-se em estágios diferentes de evolução. As bacias meridionais estão no estágio mais avançado, expresso através da magnitude de seus rios, da densidade hidrográfica e da densidade de drenagem. As bacias do quadrante norte estão em estágio mais recente, expresso pela presença de curtos rios adaptados às estruturas, sem penetração profunda no maciço.

6. Todas as bacias de drenagem do Maciço da Pedra Branca têm baixa densidade de drenagem. A mais alta de todas, a do Camorim, tem índice 3,33 que não chega a atingir a metade do coeficiente mínimo que designa baixa densidade de drenagem, conforme tabela, contida em Freitas (1952).

4. MORFOMETRIA DAS PAISAGENS

Constituindo unidades complexas que envolve multiplicidade de variáveis, de importância relativa na demarcação de áreas homogêneas, as paisagens podem ser avaliadas através de técnicas multivariáveis. Entre as principais,

F — diferença de altitude entre o talvegue e a linha de ruptura de declive no mesmo ponto da maior largura;

L_> — maior largura da encosta.

4.5 — Declividade das encostas

a) Declividade

$$\text{tg } d = \frac{h}{a} \quad \therefore \begin{array}{l} a \text{ — amplitude altimétrica;} \\ h \text{ — comprimento horizontal.} \end{array}$$

b) Declividade média

Medidas de declividade em três setores da encosta — ponto mais elevado, com centro e base, considerando as distâncias da linha de ruptura do declive da encosta, ou linha da borda da encosta, até o curso d'água — quatro medidas para cada setor — média aritmética para cada setor.

c) Relação da declividade das encostas com a declividade do canal principal

$$\text{Rd} = \frac{dv}{dc} \quad \therefore \begin{array}{l} \text{Rd — relação de declividade da encosta com a} \\ \text{declividade do canal principal;} \\ dv \text{ — declividade da encosta;} \\ dc \text{ — declividade do canal principal.} \end{array}$$

4.6 — Estudo analítico sobre encostas, considerando a situação na paisagem. Os estudos sobre o estado de equilíbrio e a evolução das encostas tem sugerido oportunidade para evidenciar conclusões os trabalhos de Schumm (1961), abaixo relacionadas:

a) Encostas apresentam variedade de inclinação, orientação, extensão e forma. Tipos de encostas: a) superfície entre um divisor d'água e o assoalho fluvial e b) entre os níveis de erosão alto e baixo.

b) A discussão entre os conceitos de Davis e os de Penck são revistas por Von Engel.

c) Explicação científica da pesquisa das vertentes propondo teoria de equilíbrio da erosão das encostas, na qual são mantidos um ângulo determinado pelas condições predominantes e clima, vegetação, rocha matriz e relevo inicial.

d) Hack sugere não se aludir a ciclos erosionais e reafirma o clima como importante variável influenciando na evolução e forma das encostas, embora muitos autores discordem, daí o valor da quantificação.

e) Strahler refere-se à média dos ângulos máximos (Sg) e para o gradiente do canal (Sc) pela relação $Sg = 4 Sc^{0.8}$ demonstrando que os declives das encostas associam-se aos declives dos gradientes dos canais e vice-versa e que as vertentes não poderiam ser consideradas e parte de outras características topográficas de uma região.

f) Forma das vertentes = considerando perfil, extensão e inclinação = dependendo das características ou forma dominante do perfil, as vertentes podem ser descritas como convexas, côncavas, retas ou complexas.

g) Forma da encosta, segundo Schumm (baseado em Strahler), depende da dissecação e dos canais de drenagem ou densidade de drenagem.

h) A densidade de drenagem (D), conforme Horton define, é a relação do comprimento do canal fluvial numa bacia de drenagem (L) para a área de drenagem (A)

$$\therefore D = \frac{EL}{A}$$

A média da distância horizontal entre os canais fluviais é a recíproca da densidade de drenagem e a distância horizontal da divisão para o canal é $\frac{1}{2D}$. O ângulo de inclinação da vertente (a) é função de D e relevo (H) conforme Strahler:

$$\text{Tang} = \frac{H}{\frac{1}{2D} \text{ ou } 2HD}$$

O efeito do relevo e da densidade de drenagem na inclinação da encosta e extensão podem ser demonstrados se muitos pares de valores para H e D são selecionados e se triângulos retos são construídos para cada par, como o comprimento da base de cada triângulo é determinado por $\frac{1}{2D}$ e a altura é determinada por H.

$$L = \sqrt{\frac{(1)^2 + H^2}{20}}$$

i) Strahler diz que encostas de ângulos máximos não variam grandemente numa área modelo. Numa área de relevo, litologia, solo, vegetação, clima e estágio de desenvolvimento uniforme, os ângulos máximos de encostas tendem a ser determinados pelos fatores combinados de densidade de drenagem, relevo e curvatura do perfil da encosta.

j) "Approach" teóricos e empíricos são debatidos: os primeiros vêm sendo seguidos por Davis, Penck, em modelos teóricos de evolução de encostas, expressas em termos quantitativos que envolve generalização de uma série de curvas para representar as mudanças nos perfis das encostas com o tempo. Em muitos casos, perfis de encostas semelhantes podem ser observados no campo, mas sua origem pode ser diferente da que é assumida como base para o desenvolvimento teórico.

O "approach" empírico envolve experiências de laboratório, do campo, observação dos processos naturais e eventos. Estudos experimentais envolvem pesquisas de laboratório e a simulação de fenômenos naturais no campo, como a aplicação de precipitação artificial de uma chuva simulada em pequena área. Estudos naturais envolvem observação e medida de fenômenos de natureza erosional e seus resultados no campo.

k) Informações naturais sobre erosão de encostas de colinas e evolução são obtidas em dois aspectos: a) medida da erosão das encostas e b) comparação das formas de encostas de colinas em diversas épocas.

Vertentes de vale — primeira técnica usada pelo Soil Conservation Service and the Agricultural Research Service para estudar os diferentes

tipos de cobertura vegetal em terras agrícolas e desenvolver índices de erosão do solo mostra que, para determinado tipo de solo, há o aumento da inclinação da encosta até 20%, tanto o volume do "run off" quanto a erosão do solo aumentam.

l) Strahler mostra que os ângulos máximos das escarpas no SW da Califórnia têm grande diferença entre as de acumulação de detritos na base (38°) e as que têm fluxos na sua base (45°). Para se comparar as mais jovens e mais velhas encostas de uma região é necessário a maior parte de informações sobre a evolução das encostas. Carter e Chorley (1957) apresentam o desenvolvimento da drenagem em várias ordens justificando o grau de evolução das vertentes.

Escarpas — quando os mesmos processos são ativos nas encostas de rochas de resistência variável, aparecem formas muito diversas — os detalhes das formas das vertentes dependem de muitas variáveis como a topografia (relevo e densidade de drenagem); clima (precipitação e temperatura); solo (infiltração e erosão); processos (erosão e deposição).

m) A complexidade da abundância de variáveis da forma e erosão das encostas sugere que nenhuma classificação simples, nem esquema de evolução de vertentes, pode ser totalmente aceita, porque cada área apresenta particularidades.

h) A maneira pela qual as variáveis estão inteiradas é o fundamental no estudo das encostas e na predição de sua erosão.

5. MORFOLOGIA LITORÂNEA — BATIMETRIA

Muitas formas litorâneas podem ser quantificáveis, de modo idêntico às situadas no interior:

Ângulo de recuo das falésias — emprego de métodos como os das encostas, extensão da plataforma de abrasão, a partir desse ângulo até o estirâncio; combinar esses parâmetros com os demais exemplos na área de estudo; extensão relativa das restingas, tómbolos, praias, combinados aos planos represados de água, altimetria desses locais em perfis que atinjam os setores submersos, estes obtidos através de análise de cartas náuticas; morfologia continental e morfologia submersa; os bancos arenosos, as argilas, os rochedos; comparar vários perfis — x^2 e análise de variância.

6. SEDIMENTOS

As medidas mais comuns para avaliação dos sedimentos finos consistem em 1) média, 2) desvio padrão, 3) assimetria e 4) curtose, sendo os dois últimos especiais. A assimetria permite a separação de uma forma mais provável em direção a uma forma assimétrica; a curtose determina a tendência de cair em muitos grupos, independente de sua simetria em torno da média, é medida de presença ou ausência, por exemplo, de certos minerais raros junto aos grãos de quartzo.

A média $X = \frac{\sum X}{n}$, mais comum, embora sejam muito empregadas

a mediana, moda, média geométrica em casos, principalmente usando os dados geométricos, quando se tira a média de muitos valores pequenos e de poucos valores grande, havendo a distorção da média aritmética.

O desvio padrão determina a dispersão ou o espalhamento dos valores. Segundo Folk, há dois métodos que proporcionam respostas idênticas.

a) Método longo — $S = \sqrt{\frac{\sum (x^2) - \frac{(\sum x)^2}{n}}{n-1}}$ quando há vários lotes de de uma só formação.

b) Limite de confiança à média para se conhecer verdadeiro teor do feldspato

n — nº de observações ou valores; $9'$, t (na tabela) — $L = \frac{ts}{n}$

quando se deseja comparar as médias de medidas, como tamanho de grãos, porcentagens, porosidade, densidades) entre duas sformações; aplicando propriedade de uma vez, pode-se adotar o teste do qui-quadrado — X^2 que permite comparar objetos diferentes entre formações ou o número de grãos de quartzo, hilmenite e zircônio, em duas formações, pode-se usar esses dados juntos de uma só vez — compara as frequências observadas e previstas e mostra a causa mais provável dos desvios.

O teste X^2 tem sido aplicado em áreas de restingas para se saber da existência de diferença significativa — par a par — entre locais existentes em duas áreas e dentro de cada local. Logo:

Classificação bidirecional — para saber se existe diferença significativa entre locais e se há diferenças significativas em cada local.

Diferença significativa — obtenção de agrupamentos dos locais, comprovando as diferenças significativas entre esses os quais, por exemplo, se as areias têm várias origens, reveladas pelo tamanho dos grãos, arredondamento, coloração e outros. Exemplo de estudo efetuado sobre medidas de seixos para identificação dos ambientes — com o método de Cailleux.

Nove (09) lotes de seixos (cada lote contém cem seixos), selecionados, na área compreendida entre o interior semi-árido nordestino do Estado do Paraíba e o interior do Estado do Maranhão.

As medições efetuadas em campo referem-se ao comprimento largura e espessura, dispostas em fórmulas indicadoras de

Arredondamento mínimo $\frac{2r1}{1}$

Arredondamento máximo $\frac{2r2}{L}$

Achatamento $\frac{L+1}{2E}$

Cálculos obtidos através do computador.

Operações selecionadas e executadas segundo o programa do computador "Statistical Analysis System" (IBGE), com as características dos grupos: média — média desvio padrão da média — valor máximo — valor mínimo — soma — variância — simetria — curtose — coeficiente de variação — erro da média — "corrected ss" e "corrected SS". Os lotes permitem aplicar a análise de variância estabelecendo-se, por exemplo, a H^0 : "Não existem diferenças ambientais entre as nove estações selecionadas no interior nordestino".

Se a H^0 é negada, aplica-se a menor diferença significativa para se observar quanto e como se diferenciam.

III — PARÂMETROS COMBINADOS

Geomorfologia dinâmica — associa parâmetros, com base nos princípios da Geomorfologia climática.

Combinações variadas — por exemplo = umidade e cobertura vegetal; infiltração e escoamento; morfologia e precipitação e outros. Ao último exemplo — seixos — poder-se-ia associar os dados de balanço hídrico e altitude, para melhor caracterização dos ambientes de origem dos seixos.

1 — Stoddart (1965) associa clima e intemperismo necessitando do grau de decomposição da rocha. Assim:

$$N = 12 \frac{E_j}{P_a} \therefore N \text{ — intemperismo; } E_j \text{ — evaporação potencial do mês mais seco; } P_a \text{ — Precipitação anual.}$$

Muito aplicado nos trópicos, esse índice permite estabelecer valores em escala de zonação de controle climática do intemperismo nos solos e, conseqüentemente, na morfologia e padrões mundiais de erosão.

2 — Fournier (1960) estabelece relacionamento entre sedimentos suspensos e clima.

P — chuva; P' — "run-off"; P/N \therefore N — número de dias chuvosos da freqüência das chuvas; S/P \therefore S = chuva na estação de climas máximos dá distribuição de chuvas.

— diagramas de dispersão são próprios para as combinações — mapeamentos — esses resultados para verificação das tendências das áreas morfo-climáticas, segundo o valor da erosão.

3 — Miller — Índice de circularidade

$$C = \frac{A}{A_c} \therefore C \text{ — Índice de circularidade}$$

A — área considerada
 A_c — área do círculo de perímetro igual ao da área considerada.

$$A_c = \frac{P.R.}{2} \therefore P \text{ — perímetro}$$

R — raio

4 — Horton — relação de bifurcação

$$R_b = \frac{N_w}{N_w + 1} \therefore R_b \text{ — relação de bifurcação}$$

N_w — número total de canais de determinada ordem
 $N_w + 1$ — número total de canais de ordem imediatamente superior.

5 — Schumm — Índice de sinuosidade dos canais

$$S = \frac{c_v}{d_v} \therefore S_c \text{ — índice de sinuosidade}$$

C_v — comprimento verdadeiro (da projeção ortogonal na carta)
 d_v — distância vetorial (comprimento em linha reta).

6 — Razão de alongamento

(Re) razão do diâmetro de um círculo tendo a mesma bacia

W_u — Fator forma da bacia — razão do comprimento do rio principal para o diâmetro de um círculo tendo a mesma área da bacia.

Aspectos lineares e areais de morfometria fluvial são diretamente relacionados à área de cobertura vegetal e, indiretamente, à intensidade da precipitação; densidade de drenagem diretamente relacionada à soma e intensidade da precipitação e, indiretamente, à área de cobertura vegetal.

$$7 \text{ — Índice de vegetação e chuva — } I_c = \frac{\bar{I}}{P \cdot Q_s} \therefore$$

\bar{I} = área de vegetação

P = total pluviométrica

Q — intensidade da precipitação.

O autor estabelece diversas equações, variáveis dependentes (y), independentes (x) e coeficientes de correlação para cada par de variáveis, por exemplo:

X_1 — $\log \bar{I}$

X_2 — \log infiltração

X_3 — \log percentual de desnudação/100

X_4 — \log do número de acidentes do relevo

X_5 — \log da intensidade da chuva.

Coefficiente de correlação múltipla pode mostrar como as variáveis oscilam na densidade de drenagem, entre as bacias de drenagem.

— Balanço hídrico e bacia de drenagem

— Sistema de Speight — mapas paramétricos dos elementos da paisagem.

8 — Ruellan — índice de dissecação do relevo \therefore

$$ID = \frac{S_d}{S_c} \therefore S_d \text{ — superfície dissecada}$$

S_c — superfície conservada

— índice de encaixamento dos vales .’.

$$IE = \frac{h}{Ls} \quad \therefore h \text{ — altura da vertente}$$

Ls — altura superior do Vale — definem quantitativamente, as formas dos vales, declividades, associados à morfologia climática.

9 — Análise fatorial — composição de matriz

9.1) Identificação de um modelo, por exemplo, no Distrito Federal

- Variáveis — típicas dessa região — 30-números
- locais — típico dessa região — 15-em letras.

9.2) Composição da matriz

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	→ 30
A													
B													
C													
D													
E													
F													
G													
50													

9.3) Utilização do computador

- a) Pacote “SAS” (IBGE) — (dos seixos) — ou
- b) Programa do Prof. Vitor Hugo, implantado no IBGE
- c) SPSS — IBGE.

9.4) Interpretação dos dados emitidos pelo computador:

Cruzamento de dados — contribuições de cada fator.

9.5) Plotação dos gráficos — interpretação do técnico.

9.6) As distâncias entre os cruzamentos podem ser referidos às distâncias no terreno, favorecendo a organização de mapas com a distribuição das áreas homogêneas.

IV — REPRESENTAÇÃO CARTOGRÁFICA

1 — Gráficos

— Histogramas de frequência, diagramas triangulares; curvas de frequência acumulada, gráficos de correlação, reta de regressão e outros.

2 — Blocos diagrama — programa no IBGE — Symvou.

3 — Mapas — o mapeamento geomorfológico deve obedecer, preliminarmente, a uma configuração generalizada das áreas homogêneas, baseada num critério, variável de acordo com a objetividade do estudo, da mesma forma que ocorre em uma análise elementar da paisagem.

Extraídos os resultados oferecidos pela análise fatorial e combinados à percepção visual das imagens, cartas, observações de campo e bibliografia, organizam-se mapas temáticos, através do Symaap e Calform (Programa no IBGE). Essa configuração inicial pode obedecer aos princípios estabelecidos pelo “Land System” que, ao serem aplicados a um programa de computador, podem conter um valor já atribuído como subunidade do relevo.

Estudo analítico, pormenorizado, deve ser elaborado, segundo índices selecionados, cujos resultados podem oferecer combinações para um diagnóstico preciso.

V — CONCLUSÕES

1 — O levantamento dos parâmetros refere-se a uma síntese dos métodos mais empregados em geomorfologia.

2 — Alguns métodos, mais vivenciados pela sociologia, pela economia, encontram também ajuste nos estudos sobre recursos naturais.

3 — Algumas operações, aplicadas a determinadas variáveis, são tão versáteis quanto outras não mencionadas, mas todas oferecem bons resultados. Concorre para tudo isto, naturalmente, a percepção do técnico que elabora o trabalho e a natureza e objetividade deste último.

4 — As combinações ambientais primárias são relevo, geologia, solo, clima, vegetação, rede de drenagem e o uso da terra e suas alterações paisagísticas e ambientais (voçorocas, movimentos de massa, enchentes e outros).

5 — Algumas combinações primárias podem resultar em outras complexas, de acordo com a finalidade do trabalho.

6 — Alguns exemplos, mais minuciosos, aqui abordados resultantes, inclusive, colaboram na identificação das áreas homogêneas porque reforçam a interpretação dos elementos da paisagem.

7 — Índices e métodos quantitativos podem ser criados, mesmo da adaptação ou outros, para serem aplicados à realidade em questão.

8 — Apresentou-se aqui o resultado analítico dos parâmetros mais conhecidos, baseados na nossa experiência profissional, na literatura científica e nos estudos que colegas deixam impressos nas suas teses de mestrado e de doutorado.

BIBLIOGRAFIA RECOMENDADA

- Ab'Saber, Aziz N. — 1957 — O problema das conexões antigas e da separação da drenagem do Paraíba e do Tietê. *Bol. Paulista de Geografia*, (26): 38-49, São Paulo.
- . 1959 — Tipos de drenagens labirínticas do Brasil. *Notícia Geomorfológica*, 2(4): 50-51.
- Ab'Saber, Aziz N. e Bernardes, Nilo — 1956 — *Vale do Paraíba, Serra da Mantiqueira e arredores de São Paulo*. Conselho Nacional de Geografia, Rio de Janeiro, 1958, 304 pp.
- Ackers, Peter — 1972 — Sediment transport in channels: an alternative approach. *Report INT 102*, Hydraulics Research Station, Wallingford, England.
- Allen, J. R. L. — 1970 — *Physical processes of sedimentation*. George Allen & Unwin Ltd., Londres, 248 pp.
- . 1973 — Phase differences between bed configuration and flow in natural environments and their geological relevance. *Sedimentology*, 20(2): 323-329.
- . 1974 — Reaction, relaxation and lag in natural environments: general principles, examples and lessons. *Earth Science Review*, 10: 263-342.
- Alexander, David — 1976 — The role of profile disturbances in channel morphology. *Occasional Paper*, (29): 1-51, Dept. of geography, University College London.
- Archambault, Michel — 1967 — *Essai sur la genese des glaciers d'érosion dans le Sud et le Sud-Est de la France*. Mémoires et Documents du CNRS, 2, pp. 101-141, Paris, França.
- Argento, M. S. F., Ribeiro dos Reis, J. R. J. Gonçalves, M. A. F. — 1978 — *Ambiente Deltaico: um acervo bibliográfico do Município do Rio de Janeiro*. Impresso pela COPPE — Centro de Tecnologia, U.F.R.J., RJ.
- Argento, Mauro Sérgio Fernandes — 1982 — *A planície deltaica no Paraíba do Sul: um sistema ambiental*. Atas do IV Simpósio do Quaternário no Brasil — Rio de Janeiro.
- . 1983 — *Poliuição ambiental* — UFRJ — Rio de Janeiro.
- Bagnold, Ralph A. — 1960 — Some aspects of the river meanders. *U.S. Geol. Survey Prof. Paper*, (282-E), pp. 135-144.
- Baker, V. R. e Ritter, D. F. — 1975 — Competence of rivers to transport coarse bedload material. *Geol. Soc. America Bulletin*, 86(7): 959-967.
- Baker, Vitor R. — 1977 — Stream-channel to floods, with examples from Central Texas. *Geol. Soc. America Bulletin*, 88(8): 1057-1081.
- Barbosa, Getúlio Vargas — 1980 — Superfícies de erosão no Quadrilátero Ferrífero — Minas Gerais — *Rev. Bras. de Geociências*, 10(80): 89-101.
- Barcha, Samir Felício e Arid, Fahad Moisés — 1975 — Testes não paramétricos aplicados a rúditos da Formação Rio Grande (Quaternário). *Notícia Geomorfológica*, 15(30): 25-39, Campinas.
- . 1975 — Origem das cachoeiras da bacia do Alto Paraná. *Rev. Brasileira de Geociências*, 5(2): 120-135.
- Barnes, H. H. — 1967 — Roughness characteristics of natural channels. *U. S. Geol. Survey Water Supply Paper* (1849): 1-213.
- Barr, Anthony J., Goodnighy James H., Sall John P. e Helwig, Jane T. — 1976 — *A User's guide to SAS 76*. SAS Institute Inc. Post Office Box 10066. Raleigh, North Carolina 7005 USA, 329 p.
- Baulig, Henri — 1950 — *Essais de Geomorphologie*. Publicação de l'Université de Strasbourg.
- Berthois, Léopold — 1967 — La sedimentation, en période de crue, dans le fleuve Konkouré (Guinée). *Rev. de Géog. Physique et de Géologie Dynamique*, 9(2): 253-226.
- Bigarella, J. J., Alessi, A. H., Becker, R. D. e Duarte J., M. — 1969 — Textural Characteristics of the coastal dune sand ridge and beach sediments — *Bol. Paran. Geociências*, 27: 15-80, Curitiba.
- Bigarella, J. J. R. e Marques, P. L. — 1961 — Método para avaliação do nível oceânico à época da formação dos terraços de construção marinha. *Bol. Paran. Geografia*, n.º 4 e 5, Curitiba.
- Bigarella, J. J. e Mousinho, M. R. — 1965 — Considerações a respeito dos terraços fluviais, rampas de colúvio e várzeas. *Boletim Paranaense de Geografia* (16/17), p. 153-197, Curitiba.
- Bigarella, J. J., Mousinho, M. R. e Silva J. X. — 1965 — Pediplanos, pedimentos e seus depósitos correlativos no Brasil. *Boletim Paranaense de Geografia*, (16/17), p. 117-151, Curitiba.
- Briot, Pierre — 1949 — *Essai sur quelques problèmes de morphologie générale*. Centro de Estudos Geográficos, Lisboa, Portugal.
- . 1955 — *Les méthodes de la morphologie*. Presses Universitaires de France, Paris, França.
- . *Le cycle d'érosion sous les différentes climats*. Faculdade de Filosofia da Universidade do Brasil, Rio de Janeiro.
- Bridge, J. S. e Jarvis, J. — 1976 — Flow and sedimentary processes in the meandering river South Esk, Glen Clova, Scotland. *Earth Surface Processes*, 1(4): 303-336.
- Brush, L. M., Jr. — 1961 — Drainage basins, channels and flow characteristics of selected streams in Central Pennsylvania. *U. S. Geol. Survey Professional Paper*, (282-F): 145-181.
- Bull, William B. — 1978 — Transformação alométrica em formas de relevo. *Notícia Geomorfológica*, 18(35): 3-44.
- Caetano, Maria Rita e Landim, Paulo M. B. — 1975 — Análise da distribuição normal em partículas arenosas. *Not. Geomorfológica*, 15(30): 41-54, Campinas.
- Cailleux, André — 1961 — *Aplicação à la Géographie des méthodes d'étude des sables et des galets*. C. P. G. B. Univ. Brasil. Curso de Altos Estudos Geográficos, n.º 2.
- Carlston, Charles W. — 1965 — The relation of free meander geometry to system discharge and its geomorphic implications. *Amer. Journal Science*, 263, p. 864-885.
- . 1969 — Downstream variations in the hydraulic geometry of streams: special emphasis on mean velocity. *Amer. Journal Science*, 267(4): p. 499-509.
- Chitale, Shrikrihna V. — 1976 — Shape and size of alluvial canals. *Journal of the Hydraulics Division*, ASCE, 102(7): 1003-1011.
- . 1970 — River channel patterns. *Journal Hydraulics Division*, ASCE, 96(1): 201-221.
- . 1973 — Theories and relationships of river channel patterns. *Journal of Hydrology*, 19(3): 285-308.
- Chorley, Richard J — 1969 — *Introduction to fluvial process*. Methen and Co. Ltd. — Londres.
- . 1971 — A geomorfologia e a teoria dos sistemas gerais. *Notícia Geomorfológica*, Campinas, 11(21): 3-22.
- Chorley, R. J. e Becksale, R. P. — 1968 — "Base level". In *Enciclopedia of Geomorphology* (Fairbridge, R. W., editor) Reinhold Book Co., New York, p. 58-60.
- Chorley, R. J., Beckinsale, R. P. e Dunn, A. J. — 1964 — *Geomorphology before Davis. The history of the study of landforms*. Methuen & Co., Londres V.1.
- . *The history of the study of landforms*, V. II. The life and work of William Morris Davis. Methuen & Co., Londres.
- Christofoletti, Antonio — 1969 — Análise hipsométrica de bacias hidrográficas. *Notícia Geomorfológica*, 9(18): 35-64.

- . — 1969 — Análise morfométrica das bacias hidrográficas. *Notícia geomorfológica*, 9(18): 35-64, Campinas.
- . — 1970 — Análise morfométrica de bacias hidrográficas do Planalto de Poços de Caldas. Tese de Livre Docência, Rio Claro.
- . — 1971 — Aplicações dos índices de sinuosidade. *Boletim de Geografia teórica* (1): 41-49, Rio Claro.
- . — 1971 — A relação do equivalente vectorial aplicada ao Planalto de Poços de Caldas. *Notícia Geomorfológica*, 11(22): p. 9-19.
- . — A teoria dos sistemas. *Boletim de Geografia Teorética* 1(2): p. 43-60.
- . — 1971 — Correlação de variáveis para o estudo comparativo de bacias hidrográficas. *Boletim Geográfico*, 30(224): 101-106
- . — 1972 — A nova Geografia e a Geomorfologia. *Notícia Geomorfológica*, 12(23): p. 63-69.
- . — 1973 — As teorias geomorfológicas. *Notícia Geomorfológica*, 13(25): 3-42.
- . — 1974 — *Geomorfologia*. Edgard Blücher/EDUSP, S.P.
- . — Capturas fluviais. In *Enciclopédia Mirador Internacional*, V. 5, p. 2049-2051.
- . — 1976 — Capacidade e competência no transporte fluvial. *Boletim de Geografia Teorética*, 6(11-12): 67-77.
- . — 1976 — *Geometria hidráulica*. *Notícia Geomorfológica*, 16-(32): 3-37.
- . — 1977 — A mecânica do transporte fluvial. *Geomorfologia*, IGUSP (51): 1-42.
- . — 1977 — Considerações sobre o nível de base, rupturas de declive, capturas fluviais e morfogênese do perfil longitudinal. *Geografia*, 2(4): 81-102.
- . — 1978 — A evolução das idéias a propósito do perfil longitudinal de cursos de água. *Anais da Associação de Geógrafos Brasileiros*, 19: 11-52.
- . — 1981 — *Geomorfologia fluvial*. Edgard Blücher/EDUSP, São Paulo, 313 p.
- Christofolletti, A. e Oliveira, A. A. B. de — 1975 — Densidade de meandramento. *Notícia Geomorfológica*, 15(29): 83-87.
- . — 1976 — Caracterização dos tipos de distribuição populacional das propriedades geométricas de meandros fluviais. *Ciência e Cultura*, 28(7): 791-795.
- . — 1976 — Relacionamento entre a geometria dos meandros e as características hidrológicas do rio Paraíba, na área da bacia sedimentar de Taubaté. *Ciência e Cultura*, 28(7): 787-791.
- . — 1974 — "Análise morfométrica dos meandramentos do vale do Paraíba, na área da bacia sedimentar de Taubaté. *Notícia Geomorfológica*, 14(27-28): 45-60.
- Christofolletti, Antonio e Fillizola, Heloisa Ferreira — 1978 — Procedimentos expeditos para o cálculo da densidade de drenagem" — *Boletim Geográfico*, 36(256) 96/117, Rio de Janeiro.
- Christofolletti, A. e Oha-Fiori, Chisato — 1980 — O uso da densidade de rios como elemento para caracterizar as formações superficiais. *Notícia Geomorfológica* 20(39-40): 73-85, Campinas.
- Christofolletti, A., Gerardi, L. H. O. e Tavares, A. C. — 1974 — Análise comparativa e classificatória de bacias hidrográficas paulistas. *Geomorfologia*, 45 — Instituto de Geografia, Universidade de São Paulo.
- Christofolletti, Antônio e Tavares, Antonio Carlos — 1977 — Análise de vertentes; caracterização e correlação de atributos do sistema. *Notícia Geomorfológica*, 17(34): 65-83, Campinas.

- Clarke, John I. — 1966 — Morphometry from maps, in *Essays in Geomorphology*, G. H. Dury, editor), pp. 235-274. Heinemann Educacional Books, Londres, Inglaterra.
- Coleman, J. M. — 1969 — Brahmaputra river: channel processes and sedimentation. *Sedimentary Geology*, 3(2): 129-239.
- Cobel, Jean — 1964 — L'érosion terrestre, étude quantitative. *Annales de Géographie*, 73(398): 383-412.
- Culling, W. E. H. — 1957 — Multicyclic stream profiles and the equilibrium theory of grade. *Journal of Geology*, 65(2): 259-274.
- . — 1963 — Soil creep and the development of hillside slopes. *Journal of Geology*, 71(2): pp. 127-161.
- . — 1965 — Theory of erosion on soil-covered slopes. *Journal of Geology* 73(2): pp. 230-254.
- Curry, Leslie — 1967 — Chance and landscape. *Northern Geographical Essays in Honour of G. Daysh*. Department of Geograph, University of Newcastle Upon Tyne.
- Davis, J. C. — 1973 — *Statistics and data analysis in Geology*. London, John Wiley y Sons.
- Doornkamp, J. C. e King, C. A. M. — 1971 — *Numerical analysis in geomorphology*. London, Edward Arnold.
- Douglas, Ian — 1972 — The geographical interpretation of river water quality data. *Progress in Geography*, 4: 1-81.
- Dury, C. H. — 1961 — Bankfull discharge — an example of its statistical relationships. *Bull. Assoc. Scientific Hydrology*. VI année, n.º 3, p. 48-55.
- . — 1964 — Some results of a magnitude-frequency analysis of precipitation. *Australian Geographical Studies*, 2(1): 21-34.
- . — High temperature extremes in Australia. *Annals of the Assoc. of American Geographers*, 62(3): 388-400.
- . — Discharge prediction, present and former, from channel dimensions. *Journal of Hydrology*, 30(3): 219-245.
- . — 1979 — Magnitude frequency analysis and channel morphometry. In *Fluvial Geomorphology* (Morisawa, M., coordenador). Publications in Geomorphology, State University of New York, Binghamton, pp. 91-121.
- Fairbridge, Rhodes W. — 1968 — *The Encyclopedia of Geomorphology*. Reinhold Book Corporation, New York, EUA.
- Fleming, G. e Poodle, T. — 1970 — Particle size of river sediments. *Proceedings of the ASCE, Journal of the Hydraulics Division*, 96(2): 431-439.
- Folk, R. L. — 1968 — *Petrology of sedimentary rocks*. Hemphills Austin, 170 p.
- Folk, R. L. e Ward, W. D. — 1957 — Brazos river bar: a study in the significance of grain size parameters. *Jour. Sedimentary Petrology*, 27(1): 3-26.
- Freitas, Rui Osório — 1952 — Textura de drenagem e sua aplicação geomorfológica. *Boletim Paulista de Geografia* (11): 53-57, S. Paulo.
- Ghose, B., S. Pandey, S. Singh, and G. Lal. — 1967 — Quantitative geomorphology of the drainage basins in the Central Luni Basin in Western Rajasthan. *Annals of Geomorphology*, Berlin, v. 11, pp. 146-160.
- Gregory, K. J. — 1976 — Lichens and the determination of river channel capacity. *Earth Surface Processes*, 1(3): 273-285.
- . — Stream network volume: an index of channel morphometry. *Geol. Soc. America Bulletin*, 88(8): 1075-1080.
- . — 1977 — *River channel changes*. John Wiley & Sons, Chichester, 48 pp.
- Gregory, K. J. e Walling, D. E. — 1973 — *Drainage basin form and process: a geomorphological approach*. Edward Arnold, Londres, 456 pp.

- Gumbel, E. J. 1954 — Statistical theory of extreme values and some practical applications. *Applied Mathematics Series*, v. 33, National Bureau of Standards, Washington.
- . — 1958 — Statistical theory of floods and droughts. *Proceeding of Institution of Water Engineers*, v. 12, pp. 157-184.
- Guy, Harold P. — 1970 — Techniques of Water Resources Investigations of the United States Geological Survey. *Fluvial sediment concepts*, Book 3, cap. C1, 55 pp., Washington.
- Guy, H. P. e Norman, V. W. — 1970 — Techniques of Water Resources Investigations of the United States Geological Survey. *Fields methods for measurement of fluvial sediment*. in, Book 3, Cap. C2, 59 pp., Washington.
- Hack, John T. — 1960 — Interpretation of erosional topography in humid temperate regions. *American Journal of Science*, 258-A, pp. 80-97 (transcrito em *Notícia Geomorfológica*, 12(24): 1972).
- Haggett, P. e Chorley, R. J. — 1969 — *Network analysis in Geography*. Edward Arnold, Londres, Inglaterra.
- Hammers, T. R. — 1972 — Stream channel enlargement due to urbanization. *Water Resources Research*, 8(6): 1530-1540.
- Hollis, G. E. e Luckett, J. K. — 1976 — The response of natural river channels to urbanization: two case studies from Southeast England. *Journal of Hydrology*, 30(4): 351-363.
- Holzner, L. e Weaver, G. D. — 1965 — Geographical evaluation of climatic and climato-genetic geomorphology. *Annals of the Assoc. American Geographers*, 55(4): pp. 592-602.
- Holz, Roberto K. Baker, Vitor R. Orellana, argarida M. Penteado e Sulton Jr. Stanley M. — 1980 — Uso de imagens ASTP na análise hidrológica — morfodinâmica de rios da bacia amazônica. *Notícia Geomorfológica*, 17(34): 3-25, Campinas.
- Horton, R. E. — 1945 — Erosional development of streams and their drainage basins. Hydrographical approach to quantitative morphology. *Geol. Soc. Am. Bull.*, v. 56, pp. 275-370.
- . — 1971 — Simulation model of stream capture. *Geol. Soc. America Bulletin*, 82(5): 1355-1376.
- . — 1973 — Equilíbrio e dinâmica dos sistemas geomorfológicos. *Notícia Geomorfológica*, 13(26): 3-20.
- King, Cuchlaine A. M. — 1966 — *Techniques in Geomorphology*. London, Edward Arnold Ltd, 342 pp. il.
- King, Lestes C. — 1953 — Canons of Landscape evolution. *Geol. Soc. America Bulletin*, 64, pp. 721-732.
- . — 1956 — A geomorfologia do Brasil Oriental. *Revista Brasileira de Geografia*, 18(2): pp. 147-265.
- . — *Morphology of the Earth*. Oliver & Boyd, Edinburgh, UK.
- King, Cuchlaine A. M. — 1966 — *Techniques in Geomorphology*. London, Incc.
- Knighton, A. D. — 1972 — Changes in a braided reach. *Geol. Soc. America Bulletin*, 83: 3813-3822.
- . — 1974 — Variation in width-discharge relation and some implications for hydraulic geometry. *Geol. Soc. America Bulletin*, 85(7): 1069-1076.
- . — 1975 — Variations in at-a-station hydraulic geometry. *American Journal of Science*, 275(2): 186-218.
- Landim, Paulo Milton Barbosa — 1969 — Aplicação de testes não paramétricos no estudo de seixos. *Notícia Geomorfológica*, v. 9, n. 17, Campinas, 53-66 pp.
- Lane, E. W. e Zorland, W. M. — 1954 — River-bed scour during floods. *Trans. American Soc. Civil Engineers*, 119: 1069-1079.
- Langbein, W. B. — 1964 — Geometry of river channels. *Journal of Hydraulics Division*, ASCE, 90(2): 301-311.
- Langbein, W. B. e Leopold, L. B. — 1964 — Quasi-equilibrium states in channel morphology. *Amer. Jour. Science*, 262, pp. 782-794.
- . — 1966 — River meanders — theory of minimum variance. — *U. S. Geol. Surv. Prof. Paper* (422-H).
- . — 1968 — River channel bars and dunes — theory of kinematic waves. *U. S. Geol. Survey Prof. Paper* (422-L).
- Lee, D. R. e Salle, G. T. — 1970 — A method of measuring shape. *Geographical Review*, 60(4): pp. 555-563.
- Leighly, J. — 1955 — What has happened to Physical Geography? *Ann. Assoc. Amer. Geographers*, 45, pp. 309-318.
- Leopold, Luna B. — 1968 — Hydrology for urban land planing — a guidebook on the hydrologic effects of urban land use. *U. S. Geol. Survey Circular*, (554): 1-18.
- . — 1963 — River channel change with time: an example. *Geol. Soc. America Bulletin*, 84(6): 1845-1860.
- Leopold, L. B. e Langbein, W. B. — 1962 — The concept of entropy in landscape evolution. *U. S. Geol. Surv. Prof. Paper*. (500-A).
- . — 1966 — River Meanders. *Scientific American*, 214(6): pp. 60-70.
- Leopold, L. B. e Maddock Jr., T. — 1953 — The hydraulic geometry of stream channels and some physiographic implications. *U. S. Geol. Survey Professional Paper*, (252): 1-57.
- Leopold, L. B. e Miller, J. P. — 1956 — Ephemeral streams: hydraulic factors and their relation to the drainage net. *U. S. Geol. Surv. Prof. Paper* (282-A), pp. 1-23.
- Leopold, L. B. e Skibitzke, H. E. — 1967 — Observations on unmeasured rivers. *Geografiska Annaler*, 49A: 247-255.
- Leopold, L. B. Wolman, M. G. e Miller, J. P. — 1964 — *Fluvial processes in Geomorphology*. W. H. Freeman and Co., San Francisco.
- Maddoc, Tomas Jr. — 1973 — A role of sediment transport in alluvial channels. *Proc. ASCE, Journal of the Hydraulics Division*, 99(11): 1915-1931.
- . — 1976 — Equations for resistance to flow and sediment transport in alluvial channels. *Water Resources Research*, 12(1): 11-21.
- . — 1969 — The Behavior of straight open channel with movable beds. *U. S. Geol. Survey Prof. Paper*, (622-A): 1-70.
- Maio, Celeste Rodrigues — 1974 — *Evolução Geomorfológica do maciço do Pedra Branca*. Município do Rio de Janeiro (RJ), 162 p.
- Mather, P. M. — 1976 — *Classification computational methods of multivariate in Physical Geography*. London, John Wiley and Sons.
- Mather, P. M. e Doornkamp, J. C. — 1970 — *Multivariate analysis in Geography, with particular reference to drainage — basin geography*. University of Nottingham, England.
- McPherson, H. J. — 1975 — Sediment yields from intermediate-sized stream basins in Southern Alberta. *Journal of Hydrology*, 25(3-4): 243-257.
- Melton, M. A. — 1957 — An analysis of the relations among elements of climate, surface properties and geomorphology. *Technical Report* (11), Dept. Geology, Columbia University.
- . — 1958 — Geometric properties of mature drainage systems and their representation in an E_4 phase space. *Journal of Geology*, 66(1): pp. 35-36.
- Middleton, Gerard V. — 1976 — Hydraulic interpretation of sand size distributions. *Journal of Geology* 84(4): 405-426.
- Miller, V. C. — 1953 — *A quantitative geomorphology study of drainage basin characteristic in the Clinch Mountain Area*. Virginia and Tennessee, Dept. of Geology, New Yor.

- Morisawa, Marie — 1957 — Accuracy of determination of stream lengths from topographic maps. *Amer. Geoph. Union Trans.*, 38, pp. 86-83.
- . — 1962 — Quantitative geomorphology of some watersheds in the Appalachian Plateau. *Geol. Soc. America Bulletin* 73, pp. 1025-1046.
- . — 1968 — *Streamss their dynamics and morphology*. McGraw Hill Book Co., New York, 175 p.
- Muche, Dieter — 1971 — Subsídios ao estudo da geomorfologia costeira da Praia dos Bandeirantes — restinga de Jacarepaguá. *Rev. Bras. Geogr.*, ano 33, n.º 2, 103-136.
- . — 1974 — *Análise Ambiental no sistema costeiro sul-oriental do Estado do Rio de Janeiro*. Tese de Mestrado em Ciências (Geografia). Departamento de Geografia — Instituto de Geociências — U.F.R.J. — Inédito.
- Peres Filho, Archimedes e Christofolletti, Antonio — 1975 — Relacionamento entre ordem e largura de planícies de inundação em bacias hidrográficas. *Notícia Geomorfológica*, 17(34): 112-119, Campinas.
- Penteado, M. M. e Hulke, S. D. — 1975 — Uma comparação de características de bacia de drenagem, usando fotografias aéreas e análise de computador". *Geomorfologia* — 47, USP., Inst. de Geogr., 21 p.
- Pires Neto, Antônio Gonçalves e Oliveira, Adilson de — 1976 — Granulometria de sedimentos praias do litoral Centro-Norte do Estado de São Paulo, entre Bertioiga e São Sebastião. *Notícia Geomorfológica* (16(31): 75-105, Campinas.
- Reynaud, Alain — 1971 — *Épistemologie de la Géomorphologie*. Masson et Cie., Paris, França.
- Savigear, R. A. G. — 1956 — Technique and terminology in the investigation of slope forms. *Premier Rap. de la Commission pour L'étude des Versants*, Rio de Janeiro, pp. 66-75.
- . — 1967 — The analysis and classification of slope profile forms. In *L'Evolution des Versants*, Liège, França, pp. 271-290.
- Scheidegger, Adrian E. — 1961 — Mathematical models of slope development. *Geol. Soc. America Bulletin*, 72(1): pp. 37-50.
- . — 1967 — A thermodynamic analogy for meander systems. *Water Resources Research*, 3(4): pp. 1041-1046.
- . — 1967 — A complete thermodynamic analogy for landscape evolution. *Bull. Int. Scientific Hydrology*, 12(4): pp. 57-62.
- . — 1970 — *Theoretical Geomorphology*. (2.ª edição) Springer Verlag, Berlin, Alemanha Ocidental, 435 p.
- . — 1970 — On the theory of evolution of river nets. *Bull. Int. Scientific Hydrology*, 15(1): pp. 109-114.
- Schumm, S. A. — 1960 — The shape of alluvial channels in relation to sediment type. *U. S. Geol. Surv. Prof. Paper*, (532-B): pp. 17-30, Washington, EUA.
- . — 1963 — Sinuosity of alluvial rivers on the Great Plains. *Geol. Soc. America Bulletin*, 74, pp. 1089-1099.
- . — 1965 — Quaternary Paleohydrology. In *The Quaternary of the United States* (Wright, H. E. e Frey, D. G., organizadores). Princeton University Press, Princeton, EUA., pp. 783-794.
- . — 1966 — The development and evolution of hillslopes. *Journal of Geological Education* (v. XIV), n.º 3, Washington, pp. 98-103.
- . — 1967 — Meander Wavelength of alluvial rivers. *Science*, 157, pp. 1549-1550.
- Schumm, S. A. e Hadley, R. T. — 1961 — Progress in the Application of Landform Analysis in Studies of Semilari Erosion. *Geological Survey Circular* (437). Washington, pp. 1-13.
- Silva, Jorge Xavier da e Pereira, Maria Luiza Fernandes — 1978 — "Um exemplo de análise numérica em Geomorfologia". 3.º Encontro Nacional de Geógrafos. Associação dos Geógrafos Brasileiros, 33-35 pp.
- Stoddart, D. R. — 1969 — Climatic Geomorphology. *Progress in Geography*. Edward Arnold, v. 1.
- Strahler, A. N. — 1950 — Equilibrium theory of erosional slopes approached by frequency distribution analysis. *Am. J. Sci.*, vol 243, 673-696- e 800-814.
- . — 1952 — Dynamic basis of Geomorphology. *Bull. Geol. Soc. Am.*, 63, 923-938.
- . — 1956 — Quantitative slopes analysis. *Bull. Geol., Soc., Am.*, 67, 571-596.
- . — 1957 — Quantitative Analysis of Watershed Geomorphology. *Geophys. Union Trans.* v. 38, pp. 913-920.
- . — 1958 — Dimensional analysis applied to fluvially erodlandform. *Bull. Geol. Soc. Am.* 69, 279-300.
- . — *Physical Geography*. John Wiley and Sons, Inc., New York, 534 p.
- . — 1964 — "Quantitative geology of drainage basin and channel networks". In: Chow, V. T. editor, *Handbook of Applied Hydrology*, McGraw Hill Book Co.
- Tricart, Jean — 1958 — Observations sur le façonnement des rapides des rivières intertropicales. *Bull. Section de Géographie, Comité des Travaux Historiques et Scientifiques*, pp. 289-313.
- . — 1959 — Méthode d'étude des terraces. *Revista Geográfica*, 1(1): 23-29, Merida.
- . — 1977 — *Précis de Géomorphologies* v. 2 — géomorphologie dynamique générale. SEDES, Paris, 345 p.
- . — 1965 — *Introduction à la Géomorphologie climatique*. Société d'Édition d'Enseignement Supérieur, Paris, França.
- . — 1965 — *Le modelé des régions chaudes: forêts et savanes*. SEDES, Paris, 322 p.
- Vieira, Neuza Machado — 1975 — Os processos morfogenéticos atuantes nas boçorocas de Franca. *Notícia Geomorfológica*, 15(29): 3-52, Campinas.
- Woldenberg, Michael J. — 1966 — Horton's laws justified in terms of allometric growth and steady state in open systems. *Geol. Soc. America Bulletin*, 77(3): pp. 431-434.
- Wolman, M. G. e Miller, J. P. — 1974 — Magnitude e frequência das forças nos processos geomorfológicos. *Notícia Geomorfológica*, 14(27-28): 3-43.
- Wright, L. D. — 1977 — Sediment transport and deposition at river mouths: a synthesis. *Geol. Soc. America Bulletin*, 88(6): 857-868.
- Yasso, W. E. — 1965 — Plan geometry of headland-bay beaches. *Journal of Geology*, 73(5): pp. 702-714.
- Young, Anthony — 1963 — Deductive models of slope evolution. In *Neue Beiträge zur Internationalen Hangforschung*. Nach. der Akad. der Wissenschaften in Göttingen, pp. 45-66.
- . — 1964 — Slope profile analysis. *Zeitschrift für Geomorphologie*, Supplementband 5, pp. 17-27.
- . — Slope profile analysis: the system of best units. In *Slopes: form and processes*, Institut of British Geographers, Publicação especial n.º 3, 1-13.
- . — 1972 — *Slopes*. Oliver & Boyd, Londres, Inglaterra.