

MAPEAMENTOS GEOMORFOLÓGICOS: ESCALAS, APLICAÇÕES E TÉCNICAS DE COMPARTIMENTAÇÃO DO RELEVO

Telma Mendes da Silva*

RESUMO

Na busca de identificar e representar diferentes formas de relevo um significativo número de propostas de mapeamentos utilizam como instrumento de análise a interpretação de imagens de satélite. Neste trabalho procura-se discutir a utilização de mapas geomorfológicos e as diferentes escalas de abordagem, visando ressaltar a importância desta informação nas mais diferenciadas categorias de uso e suas aplicações. A técnica utilizada refere-se à identificação de diferentes feições morfológicas no estado do Rio de Janeiro a partir de índices de desnivelamento altimétrico, reconhecidos com base na análise de cartas topográficas. Os resultados alcançados permitiram destacar dois aspectos em relação ao arranjo dos compartimentos: a) uma leitura direta com destaque para as relações entre a estrutura geológica e o relevo; b) identificação de áreas de retenção e evasão da sedimentação quaternária, com identificação de diferentes domínios morfodinâmicos (susceptibilidade a processos erosivos e sedimentares) em áreas morfologicamente homogêneas (domínio colinoso).

PALAVRAS-CHAVE: desnivelamento altimétrico; bacias de drenagem; compartimentos morfoestruturais.

ABSTRACT

To identify and to represent distinct relief morphologies, a great number of mapping proposals use satellite images as a tool of analysis. In this work, I will discuss the use of geomorphological maps at different scales as a source of important and diverse information for different applications. For this propose I used geomorphological maps elaborated by using a hillslope elevation and dissection geomorphological technique. This technique allowed the identification of distinct geomorphological features in Rio de Janeiro based on a dissection index measured topographic charts. The results allowed two major aspects: a) easy visualization of the relationship between geological structure and geomorphology; b) identification of Quaternary sedimentation and erosion areas related to local geomorphological features (fluvial terraces, “rampas de colúvio”, etc) within a homogeneous regional geomorphological domains (hilly relief).

KEYWORDS: *Hillslope elevation and dissection technique; Drainage basins; Morpho-structural compartments.*

INTRODUÇÃO

A busca de representação do relevo não é assunto recente na literatura, data desde o início do século (TROPMAIR & MNICH 1969), quando se procura representar as formas topográficas em cartas morfográficas, cartas morfométricas e/ou cartas genéticas. Neste sentido, a importância adquirida pelas cartas geomorfológicas, tanto na Geografia como em ciências afins (Geologia, Pedologia, Biogeografia, entre outras) vem de encontro a uma crescente necessidade de compreensão dos sistemas ambientais após a II Grande Guerra Mundial (TROPMAIR 1970), demonstrando que a valorização da contribuição científica não se restringiu às participações de físicos na elaboração de bombas atômicas mas também para a estruturação e funcionamento dos diversos ambientes existentes no Planeta (XAVIER-DASILVA 1994).

Visando um melhor conhecimento dos diferentes ambientes, a utilização de cartas topográficas é fundamental, possibilitando a extração de informações mais seguras e precisas do terreno. Procurou-se, portanto, avançar sobre o caráter apenas descritivo fornecido pela base altimétrica através do desenvolvimento de cartas geomorfológicas que permitissem o reconhecimento de outros aspectos do relevo. Em um primeiro momento esta leitura fora apenas em termos qualitativos, sendo somente, mais tarde, na década de 70, complementada e, muitas vezes, substituída por informações de caráter quantitativo. O que se almejava, no entanto, era uma aproximação da história de evolução das formas de relevo (TROPMAIR 1970).

A importância da elaboração de cartas geomorfológicas¹ levou à criação de uma comissão específica sobre o tema dentro da *Union Geomorphological Internacional* (UGI). Esta comissão cartográfica, criada na década de 60, procurava discutir as propostas de diferentes escolas geográficas sobre a sistematização e o agrupamento dos processos modeladores e das formas resultantes. A representação simbólica de tais fatos deve aproximar-se ao máximo das formas reais e este tem sido o objetivo das diversas propostas de mapeamento sugeridas ao longo de todos estes anos de pesquisa geográfica. É bastante conhecido na literatura geomorfológica o papel da Escola Francesa na proposição de mapeamentos das formas de relevo, tendo em Jean Tricart seu maior representante. Vale ressaltar que, apesar de existir uma bibliografia rica na representação cartográfica de fenômenos típicos de regiões temperadas e frias, para as regiões tropicais, em que a evolução do relevo envolve uma complexa rede de fatores interrelacionados (clima - temperatura e umidade; solos; vegetação etc) traduzida na paisagem em uma grande variedade de formas com uma complicada história evolutiva, a representação geomorfológica torna-se um tanto mais difícil de apreensão e aproximação com fatos reais.

Para COOKE & DOORNKAMP (1991) os mapas geomorfológicos fornecem uma base para a avaliação do terreno, sendo um documento apropriado para estar nas mãos de engenheiros, planejadores e outros profissionais que trabalhem com manejo e uso dos solos, principalmente para aqueles que tratem de questões ambientais (Quadro 1).

Quadro 1: Algumas aplicações do mapeamento geomorfológico no planejamento e desenvolvimento econômico (modificado de COOKE & DOORNKAMP 1991).

Categoria de Uso	Exemplos de aplicações do mapeamento geomorfológico
Uso da Terra	planejamento e conservação territorial - áreas naturais e culturais da paisagem;
Regiões Agrícolas e Florestadas	potencial de uso; potencial à erosão/perda de solos; áreas de recuperação ambiental; drenagem e irrigação;
Engenharia Civil	reconstrução e replanejamento de projetos de instalações industriais; construção de linhas de comunicação, represas, reservatórios, canalizações, portos, etc; proteção de costa; regularização de níveis naturais e artificiais de canais navegáveis;
Prospecção/exploração mineral	recuperação de áreas mineradoras, áreas de desmoronamentos e subsidências; manutenção e criação de depósitos de materiais residuais e lixo.

Um aspecto inerente a esta discussão refere-se à resolução espacial observada ou considerada do fenômeno estudado - a questão de “escala”. Considerada como uma transformação geométrica de aplicação nas informações geográficas, a escala representa uma fração que indica a relação existente entre as medidas de aproximação do real.

A escala é importante em diversos aspectos do estudo da “paisagem”. FORMAN & GODRON (1991) destacam a diferenciação de escalas temporais e espaciais na ocorrência dos fenômenos que envolvem os estudos da ecologia da paisagem (Figura 1). Nesta figura pode-se notar a grande diversidade dos níveis de escala a ser empregado segundo o estudo realizado: na micro-escala, perturbações naturais e humanas afetam a estabilidade e sucessão de espécies; na macro-escala, mudanças climáticas regionais afetam processos de migração de espécies e substituição de ecossistemas; em mega-escala, tectônica de placas, evolução de grupos maiores, e desenvolvimento global de padrões de vegetação são predominantes.

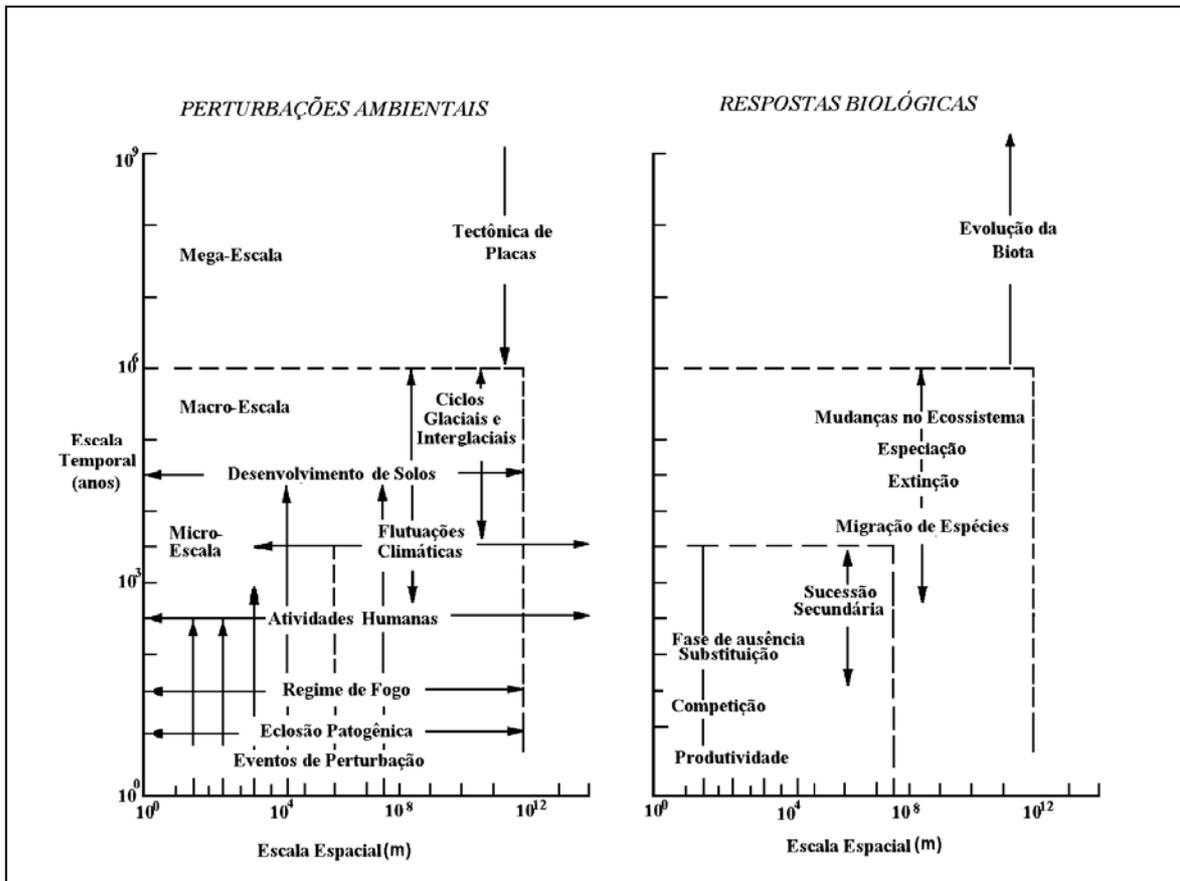


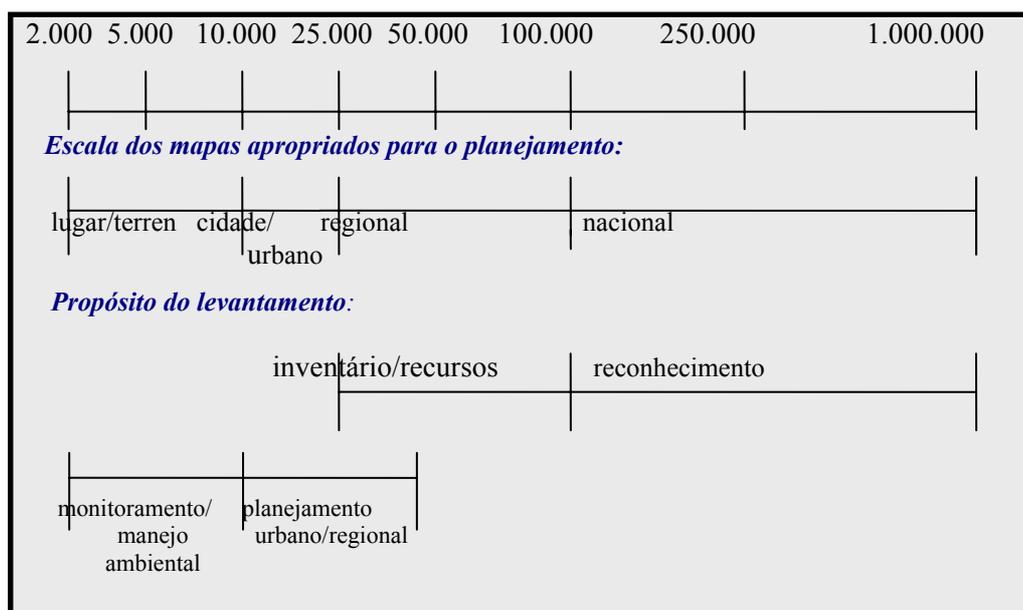
Figura 1: Relação entre escalas espacial e temporal para vários fenômenos ecológicos (modificado de FORMAN & GODRON 1991).

Desta maneira, a escala deve ser tratada como um problema metodológico fundamental na compreensão do sentido e da visibilidade dos fenômenos numa perspectiva espacial. Para LACOSTE (1988) as diferenças de tamanho de superfície implicavam em diferenças quantitativas e qualitativas dos fenômenos representados (ou a serem representados), haja vista que a realidade torna-se diferente de acordo com a escala do mapa e dos níveis de análise utilizados. Na realidade, “escala” é uma medida que confere visibilidade ao fenômeno (CASTRO,1995).

Sendo assim, COOKE & DOORNKAMP (1991) fazem referência ao que concerne a mapeamentos geomorfológicos em escalas distintas, visto que

diferentes escalas são apropriadas para diferentes propósitos. O Quadro 2 ilustra esta questão demonstrando as escalas de representação cartográfica e uma aproximação com os diferentes objetivos de estudo: a) estudos voltados ao manejo ambiental, podem variar de 1:2.000 a 1:10.000; b) planejamento urbano ou regional variam de 1:10.000 a 1:50.000; c) elaboração de inventários e levantamento de recursos naturais vão de 1:25.000 a 1:100.000; d) escalas acima de 1:100.000 assumem o caráter de reconhecimento, em pesquisas de âmbito regional.

Quadro 2: Relações entre escala e propósito dos mapeamentos geomorfológicos (modificado de COOKE et al., 1982, apud COOKE & DOORNKAMP 1991).



A escala de trabalho selecionada pode prosseguir, em teoria, até o infinito dos pontos de vista possíveis sobre uma realidade percebida. No entanto, o resultado do recorte realizado será função do nível de percepção/concepção empregado, podendo-se definir a escala como sendo, fundamentalmente, um problema operacional, não somente para a Geografia, como para a Arquitetura ou qualquer experimento científico (CASTRO 1995).

Sob óticas estruturalistas (SANTOS 1991), considera-se que as análises de padrões de distribuição espaciais encontrados na realidade ambiental devam ser cotejados com os padrões de comportamento sócio-econômico, para que sejam evidenciados as causas reais das organizações territoriais, sempre estruturadas pelos processos históricos subjacentes e geradores desses padrões espaciais (XAVIER -DA-SILVA 1988).

Para XAVIER-DA-SILVA (*op cit.*) os ambientes ditos naturais são conjuntos perceptíveis da realidade que nos cerca, os quais consideramos, para fins práticos de aquisição de conhecimentos, como estruturados pelo jogo de forças registráveis como atuantes no Planeta. Pode-se tentar organizar a investigação desse “ambiente natural” segundo tratamentos dos dados dispostos por ordens de grandeza, tais como macro, meso e micro escalas. Um fenômeno de re-hierarquização de sistemas fluviais pelo desenvolvimento de voçorocas conectadas à rede de drenagem, por exemplo, estaria compreendido no quadro de evolução regional do relevo terrestre (macro-escala), sendo um evento contido na

unidade de bacias de drenagem (meso-escala), e de ocorrência local/específica (micro-escala).

Os processos atuantes, nas diferentes escalas mencionadas, representam integrações de diversificados e numerosos arranjos de forças ambientais, as quais, para serem corretamente identificadas, analisadas e classificadas, requerem o uso extensivo de registros de campo, ou seja, a utilização da abordagem empírica.

ALGUMAS PROPOSTAS NA ELABORAÇÃO DE MAPAS GEOMORFOLÓGICOS REGIONAIS

As propostas de mapeamentos geomorfológicos, em escalas regionais, aqui analisadas permitiram constatar que a representação cartográfica dos fatos geomorfológicos se subdivide, a princípio, em análises que têm como base critérios morfoestruturais e/ou morfoclimáticos. Cabe ressaltar que aos dados estruturais articulam-se explicações dos processos de formação do relevo (FRANZLE 1970), enquanto a análise morfoclimática associa a diferenciação morfológica à variação dos elementos do clima.

Mantendo esta base teórico-metodológica na elaboração de uma proposta taxonômica dos fatos geomorfológicos, PONÇANO *et al.* (1981) apresentam o mapeamento geomorfológico do Estado de São Paulo empregando a noção de “sistemas de relevo” na busca de apreensão, para uma dada região, de áreas

cujos atributos físicos sejam distintos das áreas adjacentes, levando a subdivisão da região em áreas de dimensões variáveis desde dezenas até algumas centenas de km². Os sistemas de relevo podem ainda ser subdivididos em porções menores do terreno denominadas “unidades de relevo”, as quais refletem formas simples, que ocorrem sobre um único tipo de rocha ou depósito superficial, tais como feições de escarpas, morros, leques aluviais e colinas. Os sistemas de relevo são ainda reunidos em unidades maiores, a partir da avaliação dos condicionantes morfoestruturais e morfoclimáticos, dando origem às subzonas, zonas e províncias (Quadro 3).

PONÇANO *et al.* (1981) utilizam-se das províncias geomorfológicas reconhecidas por ALMEIDA (1964) para dar início ao mapeamento geomorfológico do Estado de São Paulo, identificando-as e delimitando-as a partir da utilização de imagens de satélite nas escalas de 1:250.000 e 1:500.000, além de mosaicos de radar em 1:250.000. A subdivisão destas em zonas e subzonas e, ainda, a separação do conjunto de formas do relevo em sistemas de relevo foram realizadas através do uso de cartas topográficas. Para o reconhecimento dos sistemas de relevo são avaliados dados referentes às características das encostas (declividade, formas em perfil, etc), das formas de topo e do padrão e da densidade de drenagem. Por fim, atividades desenvolvidas em campo permitem checar as unidades reconhecidas em gabinete e coletar amostras para análises geotécnicas do terreno, constituindo informações complementares ao mapeamento do relevo.

A proposta seguinte analisada diz respeito ao mapeamento de diversos fatores físico-ambientais (geologia, geomorfologia, vegetação, solos, entre outros) do

território brasileiro realizado pelo projeto RADAMBRASIL efetuado na década de oitenta. O reconhecimento das unidades de relevo foi baseado na interpretação de mosaicos de imagens de radar na escala 1:250.000, com verificação das unidades fotointerpretadas através de controle de campo com sobrevôos e caminhamento expedito efetuados nas mais diversas regiões e, ainda, a identificação de parâmetros voltados para a caracterização da rede de drenagem, tais como densidade de drenagem (Dd) e aprofundamento das incisões fluviais através da análise de cartas topográficas - Quadro 3.

Seguindo esta mesma base metodológica, a proposta contida no Manual Técnico de Geomorfologia elaborada por pesquisadores do IBGE (NUNES *et al.* 1995) está baseada na utilização de critérios morfoestruturais, sendo considerada em uma primeira etapa de reconhecimento e classificação dos domínios morfológicos da paisagem. As denominações taxonômicas utilizadas se referem, portanto, aos domínios morfoestruturais (grandes conjuntos estruturais, que geram arranjos regionais de relevo), às regiões geomorfológicas (grupamentos de unidades geomorfológicas que apresentam semelhanças resultantes da convergência de fatores de sua evolução), às unidades geomorfológicas (associações de formas de relevo recorrentes, geradas de uma evolução comum) e aos tipos de modelado (especificações referentes aos processos geomorfológicos predominantes) - Quadro 3. O mais recente mapa geomorfológico elaborado para o Estado de São Paulo por ROSS & MOROZ (1997), utiliza-se os conceitos de morfoestrutura e de morfoescultura² (ROSS 1990). A morfoestrutura corresponderia à gênese do

relevo, voltada para identificação de características estruturais, litológicas e geotectônicas, de forma a definir macro-compartimentos do relevo.

A morfoescultura associa-se aos produtos morfológicos resultantes da influência atual e pretérita do clima, ou seja, formas de relevo geradas sobre diferentes morfoestruturas através do desgaste produzido em ambientes climáticos diferenciados na escala espaço-temporal (ROSS & MOROZ 1997). A morfoescultura é, portanto marcada por padrões de fisionomias de relevo desenvolvidas ao longo do tempo através das atividades climáticas.

Baseados nestas concepções ROSS & MOROZ (*op cit.*) propõem o emprego das seguintes unidades taxonômicas (Quadro 3): unidades morfoestruturais (domínios morfológicos de significativa expressão areal); unidades morfoesculturais (representadas por planaltos, serras e depressões contidas em cada uma das morfoestruturas reconhecidas) e formas de relevo (unidades morfológicas ou padrões de formas semelhantes ou ainda tipos de relevo, representadas por diferentes padrões de formas que, face suas características de rugosidade topográfica, são extremamente semelhantes entre si, quanto às altimetrias dos topos, dominância de declividades das vertentes, dimensões interfluviais e entalhamento dos canais de drenagem). Estas unidades são identificáveis em cada uma das unidades morfoestruturais e morfoesculturais. Ressalta-se que estes autores ainda detalham a caracterização da unidade taxonômica das formas de relevo através do emprego de mais três taxons, descrevendo os tipos de vertentes por sua morfologia, sua declividade e as feições menores derivadas de

processos atuais, ou ainda formas geradas pela ação antrópica (sulcos, ravinas, voçorocas, cicatrizes de movimentos de massa entre outros).

Para o reconhecimento de tais unidades taxonômicas foram utilizadas imagens de radar na escala 1:250.000 e cartas topográficas 1:100.000, com posterior integração aos dados geológicos e checagem de campo.

O último trabalho analisado corresponde ao recente mapa geomorfológico com identificação dos conjuntos de relevo existentes no Estado do Rio de Janeiro por DANTAS (2001). O embasamento metodológico utilizado baseou-se nas já comentadas obras de ROSS (1990) e PONÇANO *et al.* (1981), partindo da interpretação de mosaico de imagens de satélite Landsat TM (bandas 3, 4 e 5) na escala 1:250.000, juntamente com o apoio de cartas topográficas nas escalas 1:50.000 e de fotos aéreas na escala 1:60.000 (Quadro 3). A taxonomia aplicada para identificação das morfologias reconhecidas refere-se às unidades morfoestruturais e morfoesculturais (ROSS, 1990) e, para cada unidade morfoescultural delimitada tem-se, ainda, a identificação dos sistemas de relevo, que teve como primeiro critério de individualização o agrupamento em relevos de agradiação, onde predominam os processos deposicionais, e em relevos de degradação, onde predominam os processos erosivos. Como complemento à caracterização dos distintos sistemas de relevo reconhecidos, realizou-se uma amostragem com cálculo dos seguintes parâmetros morfométricos: amplitude altimétrica, gradiente de encosta, geometria de topos e encostas, densidade de drenagem, padrão de drenagem e coberturas inconsolidadas.

Referência da Obra	Ponçano et al. 1981. Mapa Geomorfológico do Estado de São Paulo. IPT.	Proj. RadamBrasil. 1983. Folhas SF23/24 – RJ/ Vi-tória. Min. Minas e Energia	Nunes et al. 1995. Manual técnico de Geomorfologia. IBGE.	Ross & Moroz. 1997. Mapa Geomorfológico do Estado de SP. USP.	Dantas ,M.E.2001. Mapa Geomorfológico do Est. do RJ. CPRM (CD-ROM)
Escala (apresentada/sugerida)	1:500.000	1:1.000.000	Segundo o material disponível	1:500.000	1:250.000
Base Metodológica (documentos utilizados/ escala)	# imagens LANDSAT/ 1:250.000 e 1:500.000; # mosaicos radar/1:250.000; # cartas topográficas/ 1:50.000 e 1:100.000; # etapas de campo; # análises geotécnicas.	# pesquisa bibliográfica; # mosaico radar/1:250.000; # cartas geológicas, pedoló-gicas e de vegetação; # etapas de campo: sobrevôo e caminhamento expedito.	# pesquisa bibliográfica; # imagens de diferentes senso-res; # bases cartográficas; # etapas de campo; # análises de solos.	# imagens de radar / 1:250.000; # cartas topográficas / 1:100.000; # cartas geológicas; # etapas de campo.	# imagens de Landsat TM (bandas 3,4 e 5); # cartas topográficas (1:50.000); # fotog. aéreas (1:60.000); # registros fotográficos de campo.
Unidades Taxonômicas propostas	# Províncias (Almeida, 1964); # Zonas e Subzonas ; # Sistemas de Relevo (Agradação; Degradação; Residuais; Cársticos e de Transição).	# Domínios Morfoestruturais ; # Regiões Geomorfológicas (Províncias); # Unidades Geomorfológicas (Zonas); # Tipos de Modelado (avaliação do relevo): Acumulação e Dissecação.	# Domínios Morfoestruturais ; # Regiões Geomorfológicas (Províncias); # Unidades Geomorfológicas (Zonas); # Tipos de Modelado (avaliação do relevo): Acumulação, Aplainamento, Dissecação e Dissolução.	# Unidades Morfoestruturais (cinturões orogênicos, bacias sedimentares, depressões tectônicas); # Unidades Morfoescultu-rais (planalto, planícies e depressões periféricas); # Formas de Relevo (feições morfológicas locais).	# Unidades Morfoestruturais ; # Unidades Morfoescultu-rais ; # Sistemas de relevo (Unidades Geomorfológicas)
Legenda proposta (para unidades de maior detalhamento)	Sistemas de Relevo: # Centenas - (Agradação - 100 ; Degradação - 200 ; Residuais- 300 ; Cársticos - 400 e de Transição - 500); # Dezenas - ex.: proc. Agra-dacionais continentais - 110 ; proc. agrad. Litorân. - 120 ; # Unidades - ex.: feições morfológicas locais - planícies aluviais 111 ; terraços fluviais 112 .	Tipos de Modelado: # 1ª letra maiúscula (proc. geomorfológico): Acumulação - A ; Dissecação - D ; # 2ª, 3ª e 4ª letra(s) minúscula(s) - feição/subfeição morfológicas: ex: planície fluvial - Af ; terraço - Atf ; planície e terraço - Aptf ; # números : ex.: Densidade de drenagem - 1 (muito grosseira) a muito fina (5); aprofundamento das incisões - 1 (muito fraco) a muito forte (5).	Tipos de Modelado: # 1ª letra maiúscula (proc. Geom.): Acum. - A ; Aplainamento - P ; Dissecação- D ; Dissolução - K ; # 2ª, 3ª e 4ª letra(s) minúscula(s) (feição e subfeição morfológicas): ex.: planície fluvial - Af ; terraço - Atf ; planície/terraço- Aptf ; # números : ex.: Densidade de drenagem - 1 (muito grosseira) a mto fina (5); Apro-fund. incisões - 1 (mto fraco) a mto forte (5).	Formas de Relevo: # 1ª letra maiúscula (proc. Geomorf.): relevos Agradação - A ; relevos de Denudação - D ; # 2ª e 3ª letra(s) minúscula(s) (feição e subfeição morfológicas): ex.: planície fluvial - Apf ; terraço fluviais - Atf ; formas topos convexos - Dc ; formas topos planos Dt ; # números : grau de entalhamento - 1 (muito fraco) a 5 (muito forte); Dimensão interflúvios - muito grande (1) a muito pequena (5).	Sistemas de relevo (Unida-des Geomorfológicas: # Centenas - (Agradação - 100 ; Degradação - 200); # Dezenas - (processos de agradação continentais - 110 ; agradação em áreas litorâneas - 120 ...); # Unidades - feições morfológicas locais ou localização geográfica: Ex.: 251 - Maciços costeiros e Interiores; 252 - escarpas serranas...).

Quadro 3: Relação das principais propostas de mapeamentos geomorfológicos existentes para escala regional; ressalta-se ênfase dada para mapeamentos que cobrem a área de estudo e regiões adjacentes (SILVA 2002).

A TÉCNICA DE DESNIVELAMENTO ALTIMÉTRICO NO RECONHECIMENTO DE COMPARTIMENTOS DO RELEVO NO ESTADO DO RIO DE JANEIRO

No reconhecimento de diferentes compartimentos do relevo para o Estado do Rio de Janeiro foi utilizada a técnica desenvolvida por MEIS *et al.* (1982), na qual se considera o conceito de bacias de drenagem³ como unidade-básica para cálculo do desnivelamento altimétrico. O significado desta noção, em termos práticos e conceituais, concebe que em bacias formadoras da rede de drenagem o valor entre a cota superior e a inferior, antes de atingir a drenagem coletora, corresponde ao trabalho de dissecação do relevo efetuado pela atuação de agentes erosivos ao longo do tempo geológico. O índice de dissecação topográfica vai variar de acordo com a litologia e/ou com as diferentes histórias de movimentação geológica, refletindo, no modelado, domínios de relevo distintos e que correspondem a ambientes de dinâmicas também diferenciadas.

A maioria dos mapeamentos geomorfológicos regionais demonstra que a base instrumental mais utilizada são as imagens de satélite e/ou radar, com reconhecimento e delimitação das unidades morfológicas e transpostas para folhas topográficas em escalas próximas à da imagem interpretada. Estes mapeamentos são baseados em fotointerpretação onde a textura da imagem é elemento-chave para um primeiro nível de reconhecimento de morfologias distintas. No entanto, esta análise acaba por mascarar muitos detalhes da morfologia que só mais tarde serão identificados a partir do auxílio de trabalhos complementares, tendo como base cartas topográficas e/ou etapas de campo. Ressalta-se, ainda, que, se a identificação das feições morfológicas fosse realizada com base no cálculo do índice de dissecação topográfica, possibilitaria ao pesquisador um maior detalhamento das unidades de relevo mapeadas, com uma maior precisão dos limites traçados, buscando avançar sobre o caráter extremamente descritivo dos mapas geomorfológicos clássicos e fornecer elementos capazes de subsidiar um melhor conhecimento sobre a evolução geodinâmica do relevo, considerando que o desnivelamento altimétrico, que reflete o grau de encaixamento fluvial ou entalhamento erosivo das encostas, associa-se intimamente a variações lito-estruturais e/ou tectônicas.

Este cálculo é obtido para a drenagem afluente (bacias de primeira e segunda ordens), extraído pela diferença entre os valores das curvas de nível de valor altimétrico mais elevado ($h_{máx.}$) pelo valor da última curva de nível antes de ocorrer a confluência da drenagem afluente com a drenagem coletora ($h_{mín.}$),

definindo o índice de dissecação do relevo ($\Delta h = h_{\text{máx.}} - h_{\text{mín.}}$). O cálculo do desnivelamento altimétrico efetuado para bacias de drenagem de até segunda ordem foi proposto por MEIS *et al.* (1982) para mapeamentos realizados na região do Planalto Sudeste do Brasil. Tais autores justificam que canais de ordens hierárquicas superiores podem estar sujeitos ao predomínio de processos deposicionais, mascarando, neste caso, o índice de dissecação topográfica.

Uma adaptação da metodologia supracitada foi realizada para as regiões de topografia suave: áreas de reentrâncias da paisagem com áreas de fundo de vale plano (bacias de ordem zero) preenchidas por sedimentação fluvial, quando localizadas no interior dos planaltos, ou flúvio-marinha, quando localizadas em áreas litorâneas; ou, ainda, feições de colinas ou morros existentes em uma unidade de relevo previamente demarcada, pois neste caso a consideração de bacias de drenagem, muitas vezes, não pode ser aplicada, necessitando da realização do cálculo do desnivelamento altimétrico para cada feição individualmente. Assim, o cálculo do Δh é efetuado pela diferença entre a curva de nível de valor mais elevado pela de valor mais baixo, esta delimita a ruptura de declive da encosta com o fundo plano. Após a mensuração dos valores de desnivelamento altimétrico, são reconhecidas, no caso das feições de bacias de drenagem, as que possuem os mesmos índices de dissecação, separando-se bacias com valores diferentes através da delimitação de interflúvios e divisores; e para as colinas e morros são delimitados os contornos

de cada feição, ou seja, extraída a curva de nível que delimita a ruptura de encosta com o fundo do vale.

Foram reconhecidas e delimitadas feições de degraus escarpados, degraus e/ou

serras reafeiçoados, morros, colinas e planícies fluviais e/ou flúvio-marinhas, cuja organização espacial orientou a definição das unidades taxonômicas de Unidades de Relevô, Regiões e Domínios Morfoestruturais. Sendo identificados os Domínios de Planaltos e Escarpas das Serras da Mantiqueira, da Bocaina, dos Órgãos e do Norte Fluminense, e as Depressões Interplanálticas do médio vale do rio Paraíba do Sul, do Pomba-Muriaé e do *Graben* da Guanabara; na transição para as planícies litorâneas, foi identificada a Região de Morros e Colinas do Leste Fluminense. Nestes Domínios Morfoestruturais, foram individualizadas as Unidades de Planícies Fluviais e Flúvio-Marinhas e Tabuleiros Costeiros, sendo que na Região do *Rift* da Guanabara foi ainda delimitada a Unidade Maciços Costeiros.

Alinhamentos significativos destas Unidades evidenciam o controle da estruturação geológica, sobretudo da direção NE-SW, que corresponde à orientação preferencial dos compartimentos de degraus escarpados e/ou reafeiçoados que caracterizam o conjunto das Serras da Mantiqueira e do Mar e os Maciços Litorâneos. Nas Regiões das Depressões Interplanálticas do médio Paraíba do Sul e do *Rift* da Guanabara, que apresentam uma orientação geral E-W, a direção NE-SW é também evidenciada e marcada pelo alinhamento das feições morfoestruturais reconhecidas (SILVA 2002; 2003). A

dissecação promovida pela rede de drenagem atual possui uma orientação para NW-SE e, secundariamente, N-S - direções preferenciais de reativações neotectônicas do SE brasileiro (RICCOMINI 1989; GONTIJO 1999; FERRARI 2001).

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Considera-se a relevância da metodologia empregada no que tange à caracterização morfológica de uma dada região, podendo-se destacar os seguintes aspectos em relação ao arranjo dos compartimentos reconhecidos:

a) possibilita uma leitura direta com destaque para as relações entre a estrutura geológica e o relevo, com inferência de estruturas tectônicas como lineamentos, zonas de cisalhamentos, falhas e sistemas de fraturas dados pelas orientações e padrões da rede de drenagem, pelo arranjo e orientação das classes de desnivelamento altimétricos do relevo. (A individualização de compartimentos morfoestruturais distintos, auxiliou na discriminação de estruturas geradas e/ou reativadas no Mesozóico-Cenozóico, principalmente, nas áreas de relevo rebaixado, como as Regiões das Depressões, em que as informações extraídas permitiram reconhecer indicativos da história evolutiva geomorfológica-geológica e b) possibilita à identificação de domínios de retenção e evasão da sedimentação quaternária, com identificação de diferentes domínios morfodinâmicos (susceptibilidade a processos erosivos e sedimentares) em áreas morfologicamente homogêneas (domínio colinoso),

podendo fornecer, assim, uma primeira noção do grau de instabilidade ambiental, servindo como um plano de informação básico em projetos de planejamento territorial.

Desta forma, as cartas morfoestruturais elaboradas consubstanciaram uma nova leitura da estruturação geomorfológica do Rio de Janeiro, que deve ser empregada em estudos básicos e aplicados. Neste sentido, a metodologia utilizada, passível de aplicação em diferentes escalas, pode constituir base importante para o mapeamento geomorfológico nos domínios do Planalto Atlântico.

NOTAS

* Profa. Dra. (Adjunta) do Departamento de Geografia – Instituto de Geociências da Universidade Federal do Rio de Janeiro (IGEO/UFRJ). E-mail: telmendes@globo.com.

¹ O objetivo do mapeamento geomorfológico é registrar informações sobre as formas e materiais de superfície (solos e rochas), processos superficiais e, em alguns casos, a idade das formas (COOKE & DOORNKAMP 1991).

² A concepção de morfoescultura se diferencia da morfoclimática porque esta se refere a domínios ou zonas morfoclimáticas determinadas pelas condições climáticas atuais (é um conceito totalmente associado ao clima atual), enquanto a morfoescultura caracteriza-se pelo estado atual de um determinado ambiente ou unidade geomorfológica, onde as características de similitude de formas, altimetrias, idade e gênese a individualizam no cenário paisagístico (ROSS 1992).

³ Bacias de drenagem correspondem a um corte espacial fundamental para compreensão das relações entre área-fonte, zona de transporte e zona de deposição em ambientes geodinâmicos distintos (MEIS *et al.* 1982).

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALMEIDA, F.F.M. Os fundamentos geológicos do relevo paulista. *Boletim do Instituto Geográfico e Geológico*. São Paulo, 1964. n. 41, junho. p.169-263.

CASTRO, I.E. O Problema de Escala. In: CASTRO, I.E.; GOMES, P.C.C.; CORRÊA, R.L. (Org.). *Geografia: conceitos e temas*. 2. ed. Rio de Janeiro: Ed. Bertrand Brasil. 1995. 353p. p. 117-139.

COOKE, R.V. & DOORNKAMP, J.C. *Geomorphology in environmental management: a new introduction*. Oxford: Oxford Clarendon Press, 1990. 410p.

DANTAS, M.E. Mapa geomorfológico do Estado do Rio de Janeiro. In: *CPRM - Estudo Ambiental do Estado do Rio de Janeiro*. Brasília (DF): Ministério de Minas e Energia, 2001. CD-ROM.

FERRARI, A.L. *Evolução tectônica do graben da Guanabara*. 412 f. Tese (Doutorado em Geologia) – Instituto de Geociências, USP, 2001.

FORMAN,R.T.T. & GODRON,M. *Landscape Ecology*. New York: Ed. John Wiley & Sons, 1991. 531p.

FRANZLE,O. Cartografia Geomorfológica. *Notícia Geomorfológica*. Campinas. 10(19), p.76-80, junho. 1970.

GONTIJO,A.H.F. *Morfotectônica do médio vale do rio Paraíba do Sul: região da serra da Bocaina, Estados de São Paulo e Rio de Janeiro*. 259 f. Tese (Doutorado em Geologia) - Depto. Geologia/Área de Concentração em Geologia Regional - IGEO/UNESP-Rio Claro, 1999.

LACOSTE,Y. *A Geografia - isso serve, em primeiro lugar, para fazer a Guerra*. Campinas: Ed. Papirus, 1988. 263p.

MEIS, M.R.M.; MIRANDA, L.H.; FERNANDES, N.F. Desnívelamento de altitude como parâmetros para a compartimentação do relevo: bacia do médio-baixo Paraíba do Sul. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE GEOLOGIA, 32, 1982, Salvador (BA). *Anais...* Salvador (BA): SBG. v.4. p.1489-1503.

NUNES,B.A.; RIBEIRO,M.I.C.; ALMEIDA.V.J. 1995. *Manual técnico de Geomorfologia*. Rio de Janeiro: IBGE, 1995. 112p. (Série Manuais Técnicos em Geociências no. 5).

PONÇANO,W.L.; CARNEIRO,C.; BISTRICHI,C.A.; ALMEIDA,F.F.M.; PRANDINI, F.L. *Mapa geomorfológico do Estado de São Paulo*. São Paulo: IPT, 1981. 94p. (Monografias do Instituto de Pesquisas Tecnológicas do Estado de São Paulo, 5).

RADAMBRASIL. Folhas SF23/24: Rio de Janeiro/Vitória; Geologia, Geomorfologia, Pedologia, Vegetação e Uso Potencial da Terra. Rio de Janeiro: MME, 1983. v. 32. 780p.

RICCOMINI, C. *O Rift Continental do Sudeste do Brasil*. 256 f. Tese (Doutorado em Geologia) - Instituto de Geociências, USP, 1989.

ROSS,J.L.S. *Geomorfologia: ambiente e planejamento*. São Paulo: Ed. Contexto. 1990. 84p.

ROSS,J.L.S. 1992. O registro cartográfico dos fatos geomorfológicos e a questão da taxonomia do relevo. *Revista do Departamento de Geografia*. São Paulo: FFLCH-USP. n. 6. p. 17-30.

ROSS, J.L.S. e MOROZ, I.C. *Mapa Geomorfológico do Estado de São Paulo -*
Escala 1:500.000. São Paulo: Ed. FFLCH-USP, IPT e FAPESP, v. 1. 1997.
64p.

SANTOS, M. Paisagem e Espaço. In: *Metamorfose do Espaço Habitado*. São
Paulo: Ed. Hucitec. 1991. p. 61-74.

SILVA, T.M. *A Estruturação Geomorfológica do Planalto Atlântico no Estado do*
Rio de Janeiro. 265 f. Tese (Doutorado em Geografia) - Depto.
Geografia/IGEO-UFRJ, 2002.

SILVA, T.M. Cartas morfoestruturais do Estado do Rio de Janeiro com base na
técnica de desnivelamento altimétrico – escala 1:250.000. In: SIMPÓSIO
DE GEOLOGIA DO SUDESTE, 8, 2003, Águas de São Pedro (SP). *Atas...*
Águas de São Pedro (SP):SBG-RJ/SP. v. 1. p.

TROPPEMAIR, H. Estudo comparativo de mapeamentos geomorfológicos.
Campinas: *Notícia Geomorfológica*. 10(20), p. 3-11, dezembro. 1970.

TROPPEMAIR, H. & MNICH, J. 1969. Cartas Geomorfológicas. Campinas: *Notícia*
Geomorfológica. 9(17), p. 43-51, junho. 1969.

XAVIER-DA-SILVA,J. *Paralelos e Reflexões*. 172 f. Tese (Professor Titular) -
Depto. Geografia/IGEO-UFRJ, 1988.