

O REGISTRO CARTOGRÁFICO DOS FATOS GEOMÓRFICOS E A QUESTÃO DA TAXONOMIA DO RELEVO

Jurandyr Luciano Sanches Ross(*)

1 - INTRODUÇÃO

Este trabalho visa passar aos interessados em geomorfologia e em análise ambiental espacializada, informações e orientações experimentadas e amadurecidas ao longo de vários anos no Laboratório de Geomorfologia do Departamento de Geografia da Faculdade de Filosofia, Letras e Ciências Humanas da Universidade de São Paulo. Têm objetivo direto de fornecer aos futuros estudiosos da disciplina um dos vários caminhos que podem ser trilhados nas pesquisas das ciências da terra, onde a geomorfologia se inclui. Neste caso especificamente a preocupação é dar direção a uma geomorfologia que tem suas bases conceituais nas ciências da terra, mas fortes vínculos com as ciências humanas, à medida que pode servir como suporte para entendimento dos ambientes naturais, onde as sociedades humanas se estruturam, extraem os recursos para a sobrevivência e organizam o espaço físico-territorial.

Assim sendo, o entendimento do relevo e sua dinâmica, passa obrigatoriamente pela compreensão do funcionamento e da interrelação entre os demais componentes naturais (águas, solos, sub-solo, clima e cobertura vegetal), e isto é de significativo interesse ao planejamento físico-territorial. Planejamento que deve levar em conta as potencialidades dos recursos e as fragilidades dos ambientes naturais, bem como a capacidade tecnológica, o nível sócio-cultural e os recursos econômicos da população atingida.

Deste modo, os estudos geomorfológicos e ambientais, quer sejam eles detalhados ou de âmbito

regional, atendem as necessidades político-administrativas e funcionam como instrumento de apoio técnico aos mais diversos interesses políticos e sociais.

Assim sendo, o primeiro fato que deve estar permanentemente em alerta nos estudiosos da geomorfologia é que as formas do relevo de diferentes tamanhos têm explicação genética e são interrelacionadas e interdependentes às demais componentes da natureza. A superfície terrestre, que se compõe por formas de relevo de diferentes tamanhos ou taxons, de diferentes idades e processos genéticos distintos, é portanto dinâmica, ainda que os olhos humanos não consigam captar isso. A dinamicidade das formas do relevo apresenta velocidades diferenciadas, mostrando-se ora mais estável, ora mais instável. Tal comportamento depende às vezes, de fatores naturais e outras de interferências dos homens. As mudanças climáticas espontâneas ou induzidas pelo homem alteram a intensidade da dinâmica geomórfica. Os movimentos da crosta terrestre, como os abalos sísmicos, falhamentos e erupções vulcânicas também interferem na dinâmica do relevo. É entretanto o homem, o maior predador da natureza, e conseqüentemente, o ser animal que mais se julga capaz de alterar e controlar os ambientes naturais. A história da humanidade demonstra claramente que esse domínio do natural pelo homem, têm se revelado na verdade em uma intensa, inescrupulosa e desordenada

(*) Professor Doutor do Departamento de Geografia da Faculdade de Filosofia, Letras e Ciências Humanas/USP

apropriação dos recursos naturais. É evidente a contradição entre a natureza e as sociedades humanas, não se podendo negar que o crescimento demográfico e o avanço tecnológico tem contribuído cada vez mais para acentuar essa contradição. É fato também notório que os homens exigem cada vez mais recursos naturais para suprir as necessidades básicas e as necessidades criadas pelo incentivo ao consumo. Certamente é possível e desejável que tal voracidade seja administrada e controlada através de medidas legais, educacionais e até mesmo penalizações aos transgressores. Cabe ao homem, como ser social, consciente e dotado de maior capacidade de raciocínio, saber planejar o uso dos recursos da natureza sem transformar a terra em um planeta onde os seres humanos não possam subsistir com boa qualidade de vida.

Neste trabalho, a preocupação básica é nortear a execução de estudos técnicos de caráter geomorfológico engajado ao planejamento sócio-econômico e ambiental com a utilização de imagens de radar e satélites e o controle sistemático de campo. Tem como fim a geração de uma cartografia geomorfológica integrada de leitura direta e que subsidie o planejamento ambiental em espaços físico-territoriais de diferentes dimensões. Por isso serão discutidos sinteticamente alguns fundamentos teórico-metodológicos que embasam os estudos e os procedimentos técnico-operacionais de gabinete e de campo. A preocupação portanto é orientar a produção de uma carta geomorfológica integrada e cujas informações tenham sido controladas pelas observações e medidas sistemáticas de campo e gabinete.

2 – OS FUNDAMENTOS TEÓRICO-METODOLÓGICOS: UMA PROPOSTA TAXONÔMICA

É preciso desde o início esclarecer que há uma diferença nítida entre metodologia e as técnicas para execução do trabalho. A metodologia está diretamente atrelada à fundamentação teórica e se define por nortear a

pesquisa, enquanto as técnicas são os meios para gerar os trabalhos e atingir com isso os objetivos. Assim sendo, a metodologia determina a linha a seguir, é a espinha dorsal, enquanto as técnicas são as ferramentas para execução das tarefas da pesquisa.

A fundamentação teórica-metodológica, que se propõe para trabalhar a pesquisa geomorfológica têm suas raízes na concepção de Walter Penck (1953) que definiu com clareza as forças geradoras das formas do relevo terrestre. Penck percebeu que o entendimento das atuais formas de relevo da superfície da terra são produtos do antagonismo das forças motoras dos processos endógenos e exógenos, ou seja, da ação das forças emanadas do interior da crosta terrestre de um lado e das forças impulsionadas através da atmosfera pela ação climática, atual e do passado, de outro. As forças endógenas, seguindo os princípios de W. Penck, se revelam de dois modos distintos através da estrutura da crosta terrestre. Uma das revelações é através do processo ativo, comandado pela dinâmica da crosta terrestre – os abalos sísmicos, o vulcanismo, os dobramentos, os afundamentos e soerguimentos das plataformas, falhamentos e fraturas que têm explicação hoje na teoria da tectônica de placas. A segunda revelação se processa de modo imperceptível através da resistência ao desgaste que a litologia e seu arranjo estrutural oferece a ação dos processos exógenos ou de erosão. Neste caso é uma ação passiva constante, porém desigual, face ao maior ou menor grau de resistência da litologia.

A ação exógena é também de atuação constante e também diferencial, tanto no espaço quanto no tempo, face às características climáticas locais, regionais e zonais e às mudanças climáticas. O processo de meteorização, erosão e transporte da base rochosa, se exerce tanto pela ação mecânica da água, do vento, da variação térmica como pela ação química da água, que transforma minerais primários em secundários e simultaneamente esculpe as formas do relevo.

Tendo como princípio teórico os processos endógenos e exógenos como geradores das formas

grandes, médias e pequenas do relevo terrestre, Guerasimov (1946) e Mecerjakov (1968) desenvolveram os conceitos de morfoestrutura e morfoescultura. Assim todo o relevo terrestre pertence a uma determinada estrutura que o sustenta e mostra um aspecto escultural que é decorrente da ação do tipo climático atual e pretérito que atuou e atua nessa estrutura. Deste modo a morfoestrutura e a morfoescultura definem situações estáticas, produtos da ação dinâmica dos processos endógenos e exógenos. A noção de morfoescultura não deve ser confundida com a de morfoclimática, pois enquanto a primeira é um produto da ação climática sobre uma determinada estrutura, a segunda se define por processos morfogenéticos comandados por um determinado tipo climático. Assim sendo pode-se definir que a morfoescultura é fruto de ações climáticas subsequentes e a morfoclimática é o tipo de agente climático atuante em uma determinada época.

Dentro desta concepção, os domínios ou zonas morfoclimáticas atuais não são obrigatoriamente coincidentes com as unidades morfoesculturais identificáveis na superfície terrestre. Isto se deve a dois motivos: primeiro porque as unidades morfoesculturais não são produtos somente da ação climática atual, mas também dos climas do passado; segundo porque as unidades morfoesculturais refletem a influência da diversidade de resistência da litologia, e seu respectivo arranjo estrutural, sobre a qual foi esculpida. Deste modo, em uma determinada unidade morfoestrutural pode-se ter uma ou mais unidades morfoesculturais que refletem as diversidades litológicas da estrutura, os tipos climáticos que atuaram no passado e os que atuam no presente. Tomando como exemplo concreto a morfoestrutura da bacia sedimentar do Paraná, pode-se encontrar nela várias unidades morfoesculturais. De imediato já se tem, baseando-se na interpretação genética, dois níveis de entendimento. O primeiro, que se caracteriza por um taxon maior ou seja, a morfoestrutura da bacia sedimentar que pelas suas características estruturais define um determinado padrão de formas grandes do

relevo. O segundo, definido por um taxon menor são as unidades morfoesculturais, geradas pela ação climática ao longo do tempo geológico, no seio da morfoestrutura. Assim em uma unidade morfoestrutural como a da bacia do Paraná pode-se ter várias unidades morfoesculturais como por exemplo depressões periféricas, depressões monoclinais, planaltos em patamares intermediários, planaltos e chapadas de superfícies de cimeira, planalto residuais entre outros. Todas essas unidades morfoesculturais podem pertencer a uma mesma zona ou domínio morfoclimático atual. Daí fica claro que as unidades morfoesculturais identificadas nesta morfoestrutura (Bacia do Paraná), não tem relação genética em sua totalidade com as características climáticas atuais. Entretanto, ao passar-se para a identificação e análise de um terceiro taxon (de dimensão inferior), chega-se as Unidades dos Padrões de Formas Semelhantes do Relevo ou os Padrões de Tipos do Relevo que é onde os processos morfoclimáticos atuais começam a ser mais facilmente notados. Estes Padrões de Formas Semelhantes, são conjuntos de formas menores do relevo, que apresentam distinções de aparência entre si em função da rugosidade topográfica ou índice de dissecação do relevo, bem como do formato dos topos, vertentes e vales de cada padrão existente. Pode-se ter várias Unidades de Padrões de Formas Semelhantes em cada Unidade Morfoescultural. Avançando no raciocínio dos níveis ou taxons do relevo terrestre chega-se a pelo menos outros três taxons de dimensões espaciais menores – as formas de relevo, as vertentes, as formas atuais (ravinas, voçorocas e cicatrizes de deslizamentos, terracetes de pisoteio, entre outros).

As formas de relevo individualizadas dentro de cada Unidade de Padrão de Formas Semelhantes, corresponde ao 4º Taxon na ordem decrescente. As formas de relevo desta categoria tanto podem ser as de agradação tais como as planícies fluviais, terraços fluviais ou marinhos, planícies marinhas, planícies lacustres entre outros ou as de denudação resultantes do desgaste erosivo, como colinas, morros, cristas, enfim, formas com topos planos,

aguçados ou convexos. Assim uma unidade de Padrão de Formas Semelhantes constitui-se por grande número de formas de relevo do 4º taxon, todas semelhantes entre si tanto na morfologia quanto na morfometria, ou seja, no formato, no tamanho, bem como na idade.

O 5º Taxon na ordem decrescente são as vertentes ou setores das vertentes pertencentes a cada uma das formas individualizadas do relevo. As vertentes de cada tipologia de forma são geneticamente distintas, e cada um dos setores destas vertentes também mostram-se diferentes. Como exemplo, tomando-se a forma de uma colina ou de um morro, os diversos setores apresentam características geométricas, genéticas e dinâmicas bem distintas. O topo e a parte superior da vertente podem, por exemplo, ter formato retilíneo e a base côncava. Ao mesmo tempo esses setores podem apresentar inclinações diversas que também ajudam a definir as suas características.

O sexto taxon, corresponde às formas menores produzidas pelos processos erosivos atuais ou por depósitos atuais. Assim, são exemplos as voçorocas, ravinas, cicatrizes de deslizamentos, bancos de sedimentação atual, assoreamentos, terracetes de pisoteio, frutos dos processos morfogenéticos atuais e quase sempre induzidos pelo homem. Pode-se citar ainda as formas antrópicas como corte, aterros, desmontes de morros entre outros.

Com os vários taxons ou categorias de formas de relevo definidos, pode-se com maior facilidade operacionalizar uma pesquisa geomorfológica tendo como apoio a cartografia das formas do relevo de diferentes tamanhos.

A questão da taxonomia e a representação cartográfica do relevo tem sempre revelado grande dificuldade de solução face a natureza do fenômeno a ser representado. As formas são tridimensionais, bem como de diferentes formatos, tamanhos, gêneses e idades.

Diante disto, tem-se muitas propostas de representação do relevo, mas todas demonstram grande dificuldade para atender as determinações da União Geográfica Internacional, quais sejam as de que as Cartas Geomorfológicas devem representar as formas de relevo nos aspectos morfológicos (morfográfica), morfométricas, morfocronológicos e morfogenéticos. Quase sempre as representações valorizam alguns aspectos em detrimento de outros e não raro as cartas geomorfológicas se transformam em verdadeiros documentos de utilidade inócua, face as dificuldades de leitura e de decodificação das informações nelas contidas. Outro fato de grande complexidade é discernir os níveis de representação dos fatos geomórficos em função da dimensão deles e da escala de representação escolhida. É incompatível por exemplo, a representação espacializada dos setores de vertentes para escalas médias e pequenas como 1:50.000, 1:100.000, 1:250.000, 1:500.000. Os setores de vertentes só se tornam passíveis de cartografia em escalas grandes tipo 1:25.000, 1:10.000, 1:5.000. Demek (1967) preocupado com esta questão propôs três níveis de representação cartográfica para escalas grandes ou de detalhe, que se configuram nos três taxons por ele assim definidos, em ordem crescente:

1º taxon – de menor dimensão espacial chamou de "Superfícies Geneticamente Homogêneas;

2º taxon – de dimensão intermediária chamou de "Formas do Relevo";

3º taxon – de dimensão maior denominou de "Tipos de Relevo".

Tal proposta é de significativo valor para a cartografia geomorfológica de escalas de detalhe tipo 1:5.000, 1:10.000, mas mostra-se deficiente quando deseja-se representar áreas maiores e mais complexas, que tendem a apresentar maior diversidade de categorias de formas.

A questão da representação gráfica das formas do relevo não pode ser tratada de modo a negligenciar a classificação ou taxonomia destas. Isto se justifica, antes de mais nada, pelo fato de que os diferentes tamanhos de formas estão diretamente associados à cronologia e à gênese. Para facilitar o entendimento, toma-se o mesmo exemplo da bacia sedimentar do Paraná. A morfoestrutura da bacia sedimentar do Paraná é a forma de relevo maior – têm portanto lugar como 1º taxon. Sua história genética e idade são mais antigas do que as Unidades Morfoesculturais esculpidas no seu interior.

Enquanto a gênese da bacia sedimentar associa-se a formação de uma sequência de depósitos marinhos e continentais que se estendem desde o Paleozóico ao Cenozóico, as Unidades Morfoesculturais foram geradas a partir do Cenozóico com a epirogenia da plataforma sul-americana. Assim as Unidades Morfoesculturais pertencem a um taxon inferior, ou seja, ao 2º Taxon. Esse segundo taxon têm sua gênese relacionada com os processos erosivos ou denudacionais do Cenozóico. Assim sendo as unidades morfoesculturais, como a Depressão Periférica Paulista ou o Segundo Planalto Paranaense entre outros, são de dimensões bem inferiores à totalidade da bacia sedimentar e têm, idade também bem menor. Entretanto, as Unidades Morfoesculturais não são obrigatoriamente homogêneas em toda sua extensão. Ao se tomar como exemplo a Depressão Periférica Paulista verifica-se que esta apresenta características morfológicas e de morfometria diferentes ao longo de sua extensão. Chega-se portanto ao 3º taxon ou ordem de grandeza que se pode definir como Unidades Morfológicas, Unidades de Tipos de Relevo ou Padrões de Formas Semelhantes. São formas de relevo que observadas de avião, em imagens de radar ou satélite mostram o mesmo aspecto fisionômico quanto a rugosidade topográfica ou dissecação do relevo.

As Unidades de Padrões de Formas Semelhantes ou as Unidades Morfológicas retratam um determinado aspecto fisionômico que decorre das influências dos processos erosivos mais recentes, ou seja, posteriores a aqueles que se encarregaram de esculpir depressões, planaltos de níveis intermediários, entre outros. São

unidades que apresentam dimensões de áreas menores, idades mais recentes e processos erosivos que favorecem a dissecação do relevo. Esta Unidade pode ser relacionada com o que Demek (1967) chamou de Tipos de Relevo.

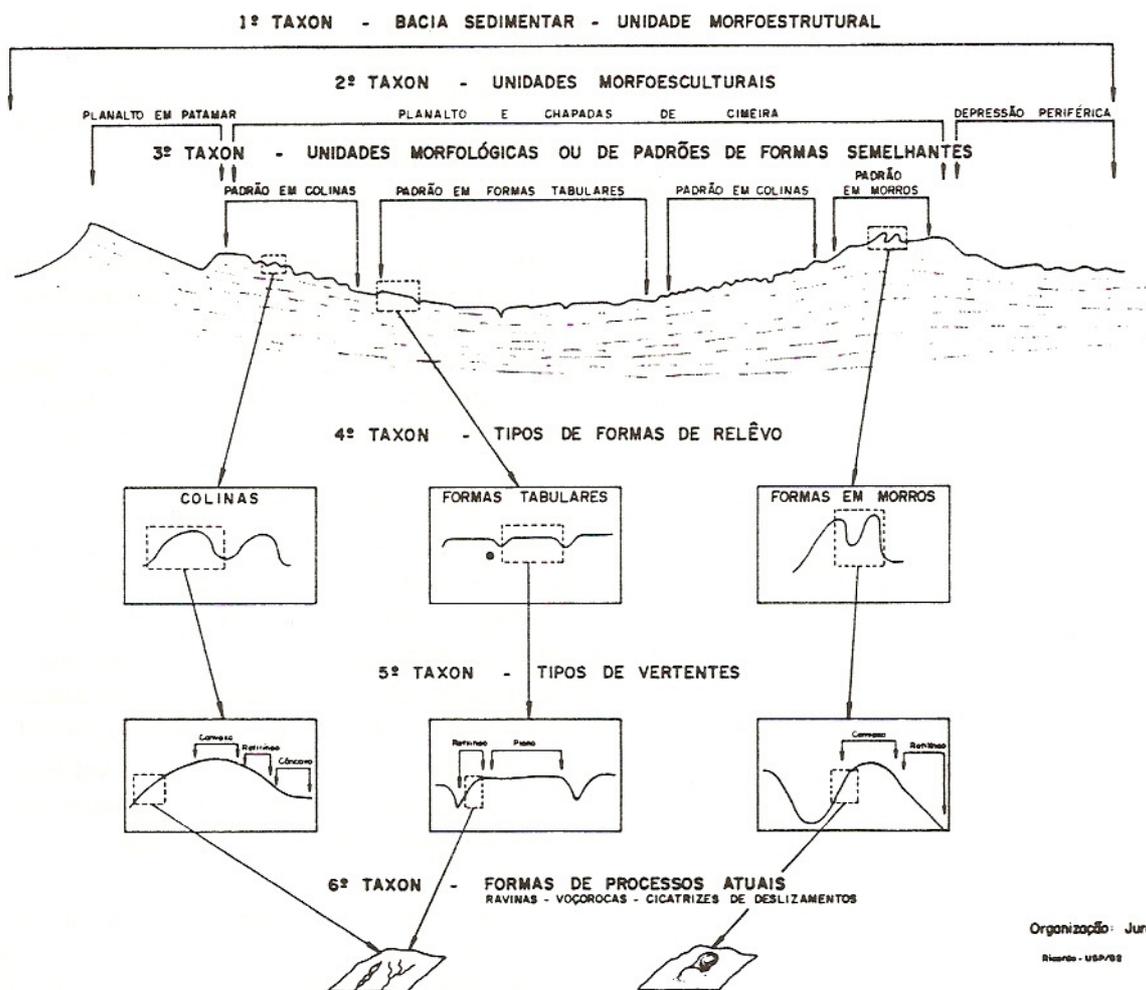
O 4º taxon refere-se a cada uma das formas de relevo contidas nas Unidades Morfológicas ou de Padrões de Formas Semelhantes. Embora as Unidades de Padrões de Formas Semelhantes possam ser classificadas dentro de uma mesma categoria em escalas médias e pequenas, ao se processar uma análise de maior detalhe e cartografiação em escala grande, vai se perceber que cada uma delas têm aspectos fisionômicos próprios embora pertençam à mesma família. Assim sendo, dois morros que façam parte de uma mesma Unidade Morfológica, Unidade de Padrão de Formas Semelhantes, na realidade têm aspectos fisionômicos e genéticos ligeiramente diferenciados. O 5º taxon está representado pelos tipos de vertentes contidas em cada uma das formas de relevo. Os setores de vertentes, quer sejam eles convexos, retilíneos, planos, aguçados, abruptos, côncavos, são dimensões menores do relevo. Assim sendo, são de gênese e idade mais recentes.

É evidente que os processos erosivos ou de esculturação operantes no momento atual se manifestam ao longo das vertentes. A dinâmica atual do relevo melhor se manifesta nas vertentes e é portanto neste taxon que o homem pode melhor perceber e atuar junto aos processos morfogenéticos, pois a vertente é o resultado da morfogenese ou morfodinâmica viva, presente, atual. É ao nível da vertente que confunde-se o estudo da dinâmica do relevo e os problemas relativos à erosão de solos, que na verdade fazem parte de uma mesma realidade.

O sexto taxon que se refere às formas de relevo ainda menores, são geradas ao longo das vertentes por processos geomórficos atuais, e principalmente por indução antrópica. A erosão que degrada os solos, ao mesmo tempo esculpe o relevo, criando pequenas formas como sulcos, ravinas, voçorocas, cicatrizes de deslizamentos, que se desenvolvem ao longo das vertentes por ação das águas pluviais. Essas formas são totalmente induzidas pela interferência da ação humana no ambiente

natural gerando absoluto desequilíbrio, tornando o ambiente instável do ponto de vista morfodinâmico. Pequenos depósitos aluvionares na base das vertentes, bancos de assoreamento nos leitos fluviais, mas também

formas pequenas do relevo se enquadram no sexto taxon (FIGURA 1).



Organização: Jurandyr L. S. Rose
Rio de Janeiro - USP/88

É importante ressaltar que tal proposição de classificação ou de taxonomia apoia-se fundamentalmente no aspecto fisionômico ou seja no formato das formas de relevo de diferentes tamanhos. Entretanto, deve-se frisar também que o aspecto fisionômico é reflexo de determinada influência de ordem genética e ao mesmo tempo indicador de uma determinada idade. Assim, a taxonomia proposta baseada na fisionomia das formas é antes de tudo uma proposta que têm por base a gênese e a idade destas. Deste modo, pode-se afirmar que, quanto maior a dimensão da forma maior é a sua idade e quanto menor a dimensão, menor idade ela têm. O que não se pode é estabelecer com rigidez o tamanho da forma medida em Km^2 , com o tempo geológico e histórico medido em anos e a gênese associada a apenas um determinado processo.

Esta proposta taxonômica tem a preocupação de resolver um antigo problema não solucionado pelas propostas de classificação dos fatos geomorfológicos de Cailleux-Tricart (1965) e o esquema geral de classificação do relevo da terra de Mecerjakov (1968), que não conseguiram definir concretamente a relação de suas propostas com a cartografia das formas do relevo realmente identificadas ao se executar a cartografia geomorfológica. Tanto a classificação de Cailleux-Tricart quanto a de Mecerjakov procuram dar aos diversos tamanhos e tipos de formas uma dimensão espacial em Km^2 . Ao mesmo tempo Cailleux-Tricart (op cit) evidencia a relação dos tipos de formas e tamanhos destas com a idade ou seja, quanto maior o tamanho

(extensão) da forma, maior é a idade da mesma. Mecerjakov (op cit) estabelece a relação de tamanho com elementos estruturais de um lado e esculturais de outro, procurando evidenciar que as formas do relevo têm influência estrutural independente da dimensão espacial delas. A primeira dificuldade nestas classificações é a relação intrínseca de tipos de formas com dimensão espacial em Km^2 , embora haja ligeira associação destes fatos, não é possível estabelecer relação rígida. O segundo grande e principal problema está na dificuldade de se trabalhar com esses fatos geomorfológicos a nível da pesquisa e cartografia, haja visto que não se consegue estabelecer uma relação direta de correspondência entre os taxons propostos e a realidade do terreno.

O que ambas classificações têm de positivo é que procuram mostrar que existe diferentes ordens de grandeza das formas do relevo e que estas grandezas têm relação com as idades das formas e com os tipos de processos atuantes. Assim, a classificação que ora se propõe é calcada fundamentalmente no aspecto fisionômico que cada tamanho de forma de relevo apresenta, não interessando a rigidez da extensão em Km^2 , mas sim o significado morfogenético e as influências estruturais e esculturais no modelado. Como são as estruturas que fornecem as características principais das formas do relevo, toda identificação e classificação do relevo, têm como ponto de partida a morfoestrutura sobre a qual as formas de diferentes tamanhos estão esculpidas, conforme mostra o quadro a seguir.

É importante ressaltar que tal proposição de classificação ou de taxonomia apoia-se fundamentalmente no aspecto fisionômico ou seja no formato das formas de relevo de diferentes tamanhos. Entretanto, deve-se frisar também que o aspecto fisionômico é reflexo de determinada influência de ordem genética e ao mesmo tempo indicador de uma determinada idade. Assim, a taxonomia proposta baseada na fisionomia das formas é antes de tudo uma proposta que têm por base a gênese e a idade destas. Deste modo, pode-se afirmar que, quanto maior a dimensão da forma maior é a sua idade e quanto menor a dimensão, menor idade ela têm. O que não se pode é estabelecer com rigidez o tamanho da forma medida em Km^2 , com o tempo geológico e histórico medido em anos e a gênese associada a apenas um determinado processo.

Esta proposta taxonômica tem a preocupação de resolver um antigo problema não solucionado pelas propostas de classificação dos fatos geomorfológicos de Cailleux-Tricart (1965) e o esquema geral de classificação do relevo da terra de Mecerjakov (1968), que não conseguiram definir concretamente a relação de suas propostas com a cartografia das formas do relevo realmente identificadas ao se executar a cartografia geomorfológica. Tanto a classificação de Cailleux-Tricart quanto a de Mecerjakov procuram dar aos diversos tamanhos e tipos de formas uma dimensão espacial em Km^2 . Ao mesmo tempo Cailleux-Tricart (op cit) evidencia a relação dos tipos de formas e tamanhos destas com a idade ou seja, quanto maior o tamanho

(extensão) da forma, maior é a idade da mesma. Mecerjakov (op cit) estabelece a relação de tamanho com elementos estruturais de um lado e esculturais de outro, procurando evidenciar que as formas do relevo têm influência estrutural independente da dimensão espacial delas. A primeira dificuldade nestas classificações é a relação intrínseca de tipos de formas com dimensão espacial em Km^2 , embora haja ligeira associação destes fatos, não é possível estabelecer relação rígida. O segundo grande e principal problema está na dificuldade de se trabalhar com esses fatos geomorfológicos a nível da pesquisa e cartografia, haja visto que não se consegue estabelecer uma relação direta de correspondência entre os taxons propostos e a realidade do terreno.

O que ambas classificações têm de positivo é que procuram mostrar que existe diferentes ordens de grandeza das formas do relevo e que estas grandezas têm relação com as idades das formas e com os tipos de processos atuantes. Assim, a classificação que ora se propõe é calcada fundamentalmente no aspecto fisionômico que cada tamanho de forma de relevo apresenta, não interessando a rigidez da extensão em Km^2 , mas sim o significado morfogenético e as influências estruturais e esculturais no modelado. Como são as estruturas que fornecem as características principais das formas do relevo, toda identificação e classificação do relevo, têm como ponto de partida a morfoestrutura sobre a qual as formas de diferentes tamanhos estão esculpidas, conforme mostra o quadro a seguir.

QUADRO SIMPLIFICADO DA CLASSIFICAÇÃO DO RELEVO

1º TAXON	2º TAXON	3º TAXON	4º TAXON	5º TAXON	6º TAXON
UNIDADES MORFOESTRUTURAIS	UNIDADES MORFOESCULTURAIS	UNIDADES MORFOLOGICAS OU PADRÕES DE FORMAS SEMELHANTES	FORMAS INDIVIDUALIZADAS	TIPOS DE VERTENTES	FORMAS LINEARES OU AREOLARES RECENTES
Exemplo A					
11-Modelado	Estruturas dobradas meta-Planaletos e serras alongadas ou não, confi-guadas, depressões anticliniais e gúrdas em cinturões oro-clinais e residuais	Padrões de formas em cristas, morros e serras	11-Modelado	Tipos de vertentes a todos os padrões de formas	Estes tipos de formas ocorrem em todos os tipos de vertentes
12-Gênese	Dobramentos gerados a partir de bacias geosin-clinais por movimentação e crustal	Processos esculturais por dissecção	12-Gênese	Vertentes: Alplano, biconvex, cíclico, covo, diretilino, eipata-	1- Modelado: ravinas, voçorocas, cicatrizes de desliza-
13-Cronologia	Diferentes idades-dobras e do Pré-Cambriano, Paleozóico e Cenozóico	Idade-fases alternadas e secas, unidas com início dos talwegues neopleistoceno/Holoceno.	13-Cronologia	em rampa, g) patamares convexos e h) escarpas	2-Gênese: Ação antrópica
Exemplo B					
11-Modelado	Plataformas ou crátons com ou sem cobertura sedimentar e ocorrência de intrusões-superfícies e planadas antigas e recentes	Depressões marginais às bacias sedimentares - entalhadadas nas depressões-morros altos e muito dissecados nos planaltos.	11-Modelado	com desgaste das vertentes	3-Gênese: Ação antrópica
12-Gênese	Estruturas complexas que sofreram fases de metamorfismo, magmatismo e ciclos erosivos	Processos esculturais por dissecção generalizada	12-Gênese	em rampa, g) patamares convexos e h) escarpas	4-Gênese: Ação antrópica
13-Cronologia	Idades diversas no Pré-Cambriano médio e inferior	Início dos talwegues no Pleistoceno-Holoceno	13-Cronologia	em rampa, g) patamares convexos e h) escarpas	5-Gênese: Ação antrópica
Exemplo C					
11-Modelado	Bacias sedimentares amplas com estruturas horizontais ou pouco inclinadas na direção das bordas de bacia, e Formadas por longas fases alternadas de sedimentação e tectônica	Padrões de formas em colinas de topos convexos e concavos	11-Modelado	em rampa, g) patamares convexos e h) escarpas	6-Gênese: Ação antrópica
12-Gênese	Formadas por longas fases alternadas de sedimentação e tectônica	Processos esculturais por dissecção generalizada	12-Gênese	em rampa, g) patamares convexos e h) escarpas	7-Gênese: Ação antrópica
13-Cronologia	Diferentes idades no Paleozóico, Mesozóico e Cenozóico	Início dos talwegues no Pleistoceno-Holoceno	13-Cronologia	em rampa, g) patamares convexos e h) escarpas	8-Gênese: Ação antrópica

Esta proposta está teoricamente embasada no princípio de Penck(1953) relativo aos processos endógenos e exógenos, nos conceitos formulados por Guerasimov(1946) e Mecerjakov(1968) sobre morfoestrutura e morfoescultura e na experiência em cartografia geomorfológica para escalas médias e pequenas elaboradas com imagens de radar e satélite em mapeamento sistemático do Projeto Radambrasil e posteriormente no Laboratório de Geomorfologia do Departamento de Geografia da Faculdade de Filosofia, Letras e Ciências Humanas da Universidade de São Paulo, onde há alguns anos desenvolve-se ensaios de cartografia geomorfológica como programa de treinamento a alunos estagiários.

3 – OS PROCEDIMENTOS TÉCNICOS E OPERACIONAIS DA CARTOGRAFAÇÃO

A cartografia dos fatos geomorfológicos através do uso de sensores como o radar e satélite no Brasil têm sido executados basicamente para escalas médias (1:50.000, 1:100.000) e pequenas (1:250.000, 1:500.000 e 1:1.000.000). Mapeamentos sistemáticos foram gerados basicamente pelo Projeto Radambrasil para todo o território nacional e pelo Instituto de Pesquisas Tecnológicas – IPT(1981) para o estado de São Paulo, entre outros menos divulgados. Estes dois trabalhos aplicaram metodologias distintas, apoiando-se no sensor radar. O procedimento técnico operacional para ambos os trabalhos foi o de identificação visual dos diversos padrões de formas semelhantes, que se definem pelo aspecto fisionômico da rugosidade topográfica ou das diferentes intensidades dos padrões de dissecação do relevo. Assim sendo, a base da cartografia têm sido a identificação e batismo de "manchas" de padrões de formas de relevo semelhantes entre si. No âmbito metodológico, o IPT – Instituto de Pesquisas Tecnológicas, utilizou o chamado "Sistema de Relevos" aplicado anteriormente no mapeamento sistemático da Austrália, enquanto o Projeto Radambrasil desenvolveu quatro metodologias ao longo dos quinze anos de atividades, na tentativa de aprimorar a qualidade da informação cartografada. Na fase inicial a cartografia

representava padrões de formas diversos e tentou-se agrupá-los por superfícies ou níveis altimétricos, acreditando-se na relação intrínseca entre níveis topográficos e superfícies de aplanamento. Na segunda fase manteve-se essa concepção mas alterou-se de modo significativo o modo de identificar os padrões de formas acrescentando além de letras símbolos, números arábicos que indicavam a dimensão interfluvial média e o grau de entalhamento médio dos vales, apoiados em uma matriz de índices de dissecação do relevo. Na terceira fase manteve-se o mesmo tipo de tratamento para os padrões de formas mas incorporou-se a concepção de Unidades Geomorfológicas, inspirada na proposta metodológica de Ab'Saber (1969). A quarta fase procurou dar um tratamento mais genético às formas de relevo cartografadas, incorporando-se a concepção de Unidades Morfoestruturais, Unidades Geomorfológicas e Padrões de Formas Homogêneas, inspirada em Tricart (1965).

A cartografia geomorfológica resente-se da dificuldade de encontrar adequado modelo de representação gráfica, existindo uma diversidade de propostas metodológicas, que valorizam sempre um determinado elemento do relevo. As cartas francesas, bem como a proposta por Tricart (1965), ressaltam a representação da morfogênese através de símbolos pontuais e lineares, e o modelado é indicado pelas curvas de nível. Outros tipos de representação valorizam níveis morfológicos associando às superfícies de erosão, dados morfométricos como declividades de vertentes, informações morfológicas com formas e tipos de relevo.

A cartografia geomorfológica deve mapear concretamente o que se vê e não o que se deduz da análise geomorfológica, portanto em primeiro plano os mapas geomorfológicos devem representar os diferentes tamanhos de formas de relevo, dentro da escala compatível. Em primeiro plano deve-se representar as formas de diferentes tamanhos e em planos secundários, a representação da morfometria, morfogênese e morfocronologia, que têm vínculo direto com a tipologia das formas. Deve-se aplicar para a cartografia geomorfológica os mesmos princípios adotados para a cartografia de solos e de geologia, onde representa-se o

que estes temas têm de concreto, ou seja os tipos de solos e as formações rochosas, para a seguir dar outras informações relativas à idade, à gênese e às demais características de um modo descritivo no corpo da legenda. A sobrecarga de informações com manchas, ornamentos, símbolos lineares contidas no interior dos mapas os tornam muito ricos, entretanto extremamente difíceis de serem utilizados.

Os ensaios técnicos e metodológicos desenvolvidos no Laboratório de Geomorfologia do Departamento de Geografia da Universidade de São Paulo, nos últimos anos, vêm procurando outros caminhos para a cartografiação e análise geomorfológica utilizando imagens de radar em escalas 1:250.000 e 1:100.000 e fotografias aéreas de escalas grandes (1:10.000 e 1:25.000). Muitos mapas foram gerados artesanalmente pelos alunos estagiários. O acesso a outras propostas metodológicas como as de Demek (1967), Basenina, Aristarchova, Lukasov (1972) e Mecerjakov (1968) em associação com a experiência acumulada em mapeamentos com imagens de radar e fotografias aéreas, chegou-se a algumas outras soluções tanto à nível metodológico quanto técnico, contidas em Ross (1990).

A cartografiação e análise geomorfológica seguem os pressupostos da metodologia descrita no item anterior, obedecendo aos níveis taxonômicos.

O primeiro taxon que representa maior extensão em área e que corresponde às Unidades Morfoestruturais é identificado na imagem de radar e controlado pelo trabalho de campo ou ainda por cartas geológicas de boa qualidade. Na representação cartográfica cada Unidade Morfoestrutural é identificada por uma família de cor, por exemplo, os vários tons de azul.

O segundo taxon, o que se refere às Unidades Morfoesculturais contidas em cada Unidade Morfoestrutural, é do mesmo modo identificado na imagem de radar e controlado com a investigação de campo. Estas unidades recebem identificação pelos tons de uma determinada família de cor. Deste modo, se a cor azul indica, por exemplo, a morfoestrutura da bacia do Paraná, os diversos tons de azul indicarão as Unidades Morfoesculturais como Planaltos em Patamares, Planaltos Residuais, Depressões Periféricas, Depressões Embutidas, entre outros.

O terceiro taxon representa as Unidades Morfológicas ou dos Padrões de Formas Semelhantes, que estão contidas nas Unidades Morfoesculturais. Os Padrões de Formas Semelhantes, correspondem às unidades em manchas de menor extensão territorial e se definem por conjuntos de tipologias de formas que guardam entre si elevado grau de semelhança, quanto ao tamanho de cada forma e o aspecto fisionômico. Esses padrões se caracterizam por diferentes intensidades de dissecação do relevo por influência dos canais de drenagem temporários e perenes. Esses Padrões de Formas Semelhantes são identificados por conjuntos de letras símbolos acompanhados de um conjunto de algarismos arábicos. Os padrões de formas podem ser de duas linhagens genéticas, as chamadas formas de acumulação, representadas por planícies de diferentes gêneses (marinha, fluvial, lacustre) e as formas de denudação, ou seja, esculpidas pelo desgaste erosivo, como morros, colinas, serras, formas aplanadas, entre outras. Nesta Unidade estabelece-se dados morfométricos, que podem ser de diferentes tipos. Entre estes estão a densidade de drenagem, as declividades médias das vertentes, densidade de crênulas ou da matriz dos índices de dissecação do relevo. Este último contempla as informações da dimensão interfluvial média, nas colunas horizontais e entalhamento médio dos vales nas colunas verticais, conforme segue.

MATRIZ DOS ÍNDICES DE DISSECAÇÃO DO RELEVO

	MUITO	GRANDE (2)	MÉDIA (3)	PEQUENA(4)	MUITO
dimensão interfluvial	GRANDE (1)				PEQUENA(5)
média					
Graus de entalhamento dos vales (classes)	> 1500	1500 a 700	700 a 300	300 a 100	< 100 m.
Muito Fraco (1) (< de 10m)	11	12	13	14	15
Fraco (2) (10 a 20m)	21	22	23	24	25
Médio (3) (20 a 40m)	31	32	33	34	35
Forte (4) (40 a 80 m)	41	42	43	44	45
Muito Forte (5) (> 80m)	51	52	53	54	55

OBS : Para escalas médias e pequenas (1:250.000, 1:100.000), face a dificuldade de se estabelecer as classes de densidade de drenagem, utiliza-se a dimensão interfluvial média, cujos valores são inversamente proporcionais, ou seja, quanto maior a densidade de drenagem, menor a dimensão interfluvial média. Quanto ao índice de dissecação, o menor valor numérico é a dissecação mais fraca, ou seja 11 e o maior valor numérico é a dissecação mais forte, ou seja, 55.

Essa matriz foi inspirada nos trabalhos do Projeto Radambrasil com modificações na disposição dos conjuntos numéricos tanto para a coluna horizontal como para a vertical. Na coluna de dimensão interfluvial média, os valores mais altos dos interflúvios estão à esquerda e portanto diminuem para a direita. Nas colunas verticais os algarismos arábicos crescem do topo para a base da matriz, ou seja, do menor para o maior grau de entalhamento. Tomando-se um exemplo, o do conjunto numérico 23 – o número 2 refere-se ao entalhamento do vale tipo Fraco (de 10 a 20 m) e o número 3 significa que

a forma de relevo ali representada têm dimensão interfluvial média que oscila no intervalo de 300 à 700 metros.

Essa matriz tem a vantagem da melhor representação dos índices de Dissecação do Relevo, assim quanto maior for o valor numérico expresso pelo conjunto dos dois algarismos arábicos, maior é a dissecação e vice-versa. Por exemplo, o conjunto de algarismos 2.1 representa um menor índice de dissecação do relevo que o conjunto dos algarismos 2.3 (veja matriz).

As Unidades Morfológicas ou dos Padrões de Formas Semelhantes são identificadas por um conjunto de algarismos arábicos extraídos da Matriz dos Índices de Dissecação do Relevo. As letras símbolos são de duas naturezas genéticas – as formas agradacionais (acumulação) e as formas denudacionais (erosão) As formas Agradacionais recebem a primeira letra maiúscula A (de agradação) acompanhadas de outras duas letras minúsculas que determinam a gênese e processo de geração da forma de agradação, por exemplo Apf – A de agradação ou acumulação; p de planície e f de fluvial. Outras formas de agradação possíveis são as planícies marinhas (Apm), planícies lacustres (Apl), áreas planas de inundação por dificuldade de escoamento (Api) e as de gênese mistas. As formas de Agradação não recebem os algarismos arábicos, pois estas não apresentam, dissecação por erosão.

As formas Denudacionais (D) são acompanhadas de outra letra minúscula que indica a morfologia do topo da forma individualizada que é reflexo do processo morfogenético que gerou tal forma. As formas podem apresentar características de topos aguçados (a), convexos (c), tabulares (t) ou absolutamente planos (p). Deste modo, os conjuntos de formas denudacionais são batizados pelos conjuntos Da, Dc, Dt e Dp ou outras combinações que apareçam ao se executar o mapeamento. Esses conjuntos de algarismos arábicos extraídos da matriz dos índices de dissecação, como exemplo o conjunto Dc₃₂, significa forma denudacional de topo convexo com entalhamento de vale de índice 3 (20 a 40 metros) e dimensão interfluvial de tamanho grande-2 (700 a 1500 metros).

O quarto taxon é representado pelas formas individualizadas e que neste caso é indicada no conjunto. Deste modo a Unidade Morfológica ou de Padrão de Formas Semelhantes tipo Dc₃₃ constitui-se por formas de topos arredondados ou convexos e vales entalhados que individualmente se caracterizam por colinas. Assim a

forma individualizada é uma colina de topo convexo com determinadas características de tamanho, inclinação das vertentes e gerada por erosão de ambiente climático quente e úmido e que faz parte de um conjunto maior que é o Padrão de Forma Semelhante.

O quinto taxon refere-se às partes das formas do relevo ou seja das vertentes. Este taxon só pode ser totalmente representado cartograficamente quando se trabalha com fotografias aéreas em escalas grandes ou de detalhe como 1:25.000, 1:10.000, 1:5.000. Nestes casos as vertentes são identificadas por seus diversos setores, que indicam determinadas características genéticas. Assim, os setores de vertentes podem ser tipo escarpada (Ve), convexa (Vc), retilíneas (Vr), concava (Vcc), em patamares planos (Vpp), em patamares inclinados (Vpi), topos convexos (Tc), topos planos (Tp) entre outras que possam ser encontradas. Para mapeamentos em escalas médias tipo 1:50.000, 1:100.000 e 1:250.000 as vertentes não podem ser representadas de modo espacializado. Nestes casos utiliza-se símbolos lineares ou pontuais, indicando os tipos de vertentes.

O sexto taxon corresponde às pequenas formas de relevo que se desenvolvem por interferência antrópica ao longo das vertentes. São formas geradas pelos processos erosivos e acumulativos atuais. Nestes casos destacam-se as ravinas, voçorocas, deslizamentos, corridas de lama, pequenos depósitos aluvionares de indução antrópica, bancos de assoreamento, entre outros.

A representação cartográfica destas formas de relevo só pode ser efetuada em escalas grandes, onde é possível cartografar detalhes dos fatos geomórficos identificados em fotos aéreas ou no campo. Não é possível cartografar, até o momento, no Brasil, fatos desta natureza utilizando-se imagens de radar ou mesmo de satélites nas escalas disponíveis atualmente.

BIBLIOGRAFIA

AB'SABER, A.N. – "Um Conceito de Geomorfologia a serviço das pesquisas sobre o Quaternário" in Geomorfologia 18, IGEOG-USP, São Paulo, 1969.

ABREU, A. A. – "Análise Geomorfológica: reflexão e aplicação". Tese de Livre Docência apresentada ao Departamento de Geografia da Faculdade de Filosofia, Letras e Ciências Humanas – USP, São Paulo, 1982.

- BASENINA, N.V., ARISTARCHOVA, L. B. & LUKASOV, A.A. – "Methods of Morphostrutural Analysis", Geomorphological Mapping-Comission on Geomorphological Survey and Mapping of U.G.I., Praga, 1972.
- DEMEK, J. – "Generalization of Geomorphological Maps, in Progress Made in Geomorphological Mapping, Brno, 1967.
- IPT – Instituto de Pesquisas Tecnológicas do Estado de São Paulo , São Paulo, 1981.
- MECERJAKOV, J. P. – "Les Concepts de Morphostruture et de Morphosculture : un novel instrument de l'analyse geomorphologique.", in *Annales de Geographie*, 77 e anées 423, Paris, 1968.
- PENCK, W. – "Morphological Analysis of Land Forms", Macmillan and Co., London, 1953.
- ROSS, J. L. S. & SANTOS, L. M. dos – "Geomorfologia da Folha SD-21 Cuiabá, Série Levantamento dos Recursos Naturais , N.M.E. – Projeto Radambrasil, volume 26, Rio de Janeiro, 1982.
- ROSS, J. L. S. – "Geomorfologia, Ambiente e Planejamento", Editora Contexto, 1991.
- TRICART, J. – "Principes et Méthodes de la Geomorphologie", Masson et Cie . Editeurs, Paris, 1965.
- TRICART, J. – "Ecodinâmica", FIBGE/Supren, Rio de Janeiro, 1977.