

SUPORTE DA GEOMORFOLOGIA APLICADA: OS TAXONS E A CARTOGRAFIA DO RELEVO

Jurandyr Luciano Sanches Ross, Deopto. De Geografia/USP. Juraross@usp.br

As formas do relevo, do mesmo modo que as demais componentes da natureza, são elementos cartografáveis como também apresentam-se em diferentes tamanhos e formas. Suas dimensões e formatos são elementos importantes para o entendimento de sua gênese e dinâmica atual, e sua representação cartográfica é um recurso técnico-científico importante para efeito de sua aplicação. Por essa razão, desde a década de sessenta, do século XX, a questão da cartografia geomorfológica e sua classificação tem sido objeto de pesquisas e experimentações em diferentes países, sobretudo nos europeus.

Nesse contexto, dois aspectos da questão geomorfológica são importantes para serem analisados: um é a da classificação das formas do relevo ou a taxonomia das formas; outro é a da representação cartográfica dessas formas, face o interesse à sua aplicabilidade. Tanto uma quanto outra, estão diretamente relacionadas com a questão genética, com o aspecto fisionômico e características estruturais. Assim sendo, ao se tratar de taxonomia e representação cartográfica das formas, está se considerando os elementos básicos de um sistema funcional, forma ou fisionomia, estrutura e dinâmica ou funcionalidade e portanto gênese e cronologia, ainda que relativa.

Classificações ou Taxonomias das Formas do Relevo

A questão da taxonomia das formas do relevo, surgiu aparentemente em função da necessidade de estabelecer uma organização e uma ordem nas coisas que se referem aos diferentes tamanhos das formas e gêneses do relevo terrestre. Certamente inspirando-se em outros ramos das ciências da natureza, como o caso da biologia, que classifica as plantas e os animais, grupos, famílias, espécies obedecendo uma hierarquização de níveis de agrupamento genético, na geomorfologia nas décadas de cinquenta e sessenta, aparecem algumas propostas taxonômicas, dentre elas a de Cailleux & Tricart (1956, 1965), Demek (1965) e de Mecerjakov (1968). Certamente as primeiras tentativas de classificação das formas do relevo podem estar perdidas por trabalhos desenvolvidos por outros estudiosos da geomorfologia e que por motivos diversos não vieram à tona. Esse trabalho de “verdadeira garipagem” teria que ser feito sobretudo nas publicações do primeiro e segundo quartel do século XX, dos alemães, poloneses, russos ou até mesmo franceses onde possivelmente poderá encontrar-se os primeiros embriões da taxonomia do relevo.

É, entretanto, através do livro “Princípios e Métodos da Geomorfologia”, publicado por Tricart (1965), que se toma conhecimento no Brasil sobre a que tem-se considerado a primeira classificação geral do relevo terrestre, elaborada por Cailleux e Tricart em 1956.

Diferentemente de outros ramos das ciências da natureza, para um adequado entendimento da geomorfologia em todos os seus aspectos, é preciso ter conhecimento desde micro dimensões como por exemplo das argilas até macro dimensões como a de uma cadeia montanhosa. Como manifesta-se Tricart (1965), “a dimensão dos objetos da geomorfologia (fatos e fenômenos), intervêm não somente na sua classificação, mas na escolha dos métodos de estudo e na natureza das ligações de causalidade, tanto com os outros objetos da geomorfologia entre si, como com as disciplinas conexas. O problema das

escalas têmporo-espaciais é fundamental, ... objeto de análise metodológica sistemática” . “ A classificação taxonômica não é no fundo, mais do que uma melhor conduzida noção geográfica de escala. Mas é preciso entender que a noção de escala é habitualmente puramente descritiva, enquanto a classificação taxonômica é genética”. Ela constitui um instrumento para clarificar as relações de causalidade entre fatos de diferentes dimensões territoriais, temporais e genéticos. Nessa direção, Tricart (op cit), apresenta um quadro classificatório ou de taxonomia das formas do relevo expresso em oito (8) ordens de grandeza temporo-espaciais.

Alguns fatos chamam a atenção na classificação de Cailheux-Tricart (op cit), entre eles estão:

--como as ordens de grandeza são espaciais e temporais, imediatamente emerge a relação direta entre tamanho e idade das formas, ou seja, subentende-se que, quanto maior a extensão do fato geomorfológico, maior é a sua idade, e quanto menor o tamanho, menor a idade;

--as ordens de grandeza são expressas em quilômetros quadrados, numa tentativa de relacionar dimensão/tamanho com os tipos de formas a elas associadas;

--procura estabelecer relações diretas entre unidades climáticas de diferentes tamanhos com unidades de relevo e gênese, o que certamente na prática isso nem sempre se ajusta;

--e por fim estabelece relação direta entre cada taxon com um determinado tempo que vai das escala temporal geológica à escala temporal presente, o que certamente se aplica, porém não obrigatoriamente, com os espaçamentos temporais propostos;

--transparece claramente a noção de escala e gênese na taxonomia apresentada, o que é absolutamente pertinente;

--emerge a noção de hierarquização, ordenação, colocando uma certa ordem no aparente caos que é entender o relevo.

Contemporaneamente à publicação de Tricart (1965), surge na ex-URSSuma outra classificação do relevo proposta por Ju.P.Mescerjakov (1968), no bojo da introdução e discussão dos conceitos de morfoescultura com um novo instrumento de análise geomorfológica. Nessa linha, Mescerjakov (op cit) considera que “o problema teórico central das ciências da terra é a elaboração de uma classificação dos fenômenos estudados”. Segue afirmando que “o melhor meio de estabelecer a classificação geomorfológica está ligado ao emprego dos conceitos de morfoestrutura e morfoescultura, proposto por I.P.Guerassimov em 1946 e 1959, que permite distinguir a diversidade de formas do relevo do nosso planeta e os mais importantes grupos genéticos”. Continua considerando que “...a classificação é fundamentada na idéia que a formação do relevo resulta da interação das forças endôgenas e exôgenas, onde a regra de elaboração das formas da natureza diferente não é a mesma”. Sob a ação predominante dos fatores endógenos são formados os elementos morfoestruturais ou morfotectônicos do relevo terrestre.

“As morfoestruturais designam, os elementos do relevo de ordem mediana, parecendo complicar as superfícies das morfotecturas”. “As morfoestruturas se referem aos grandes conjuntos de relevos como cadeias montanhosas, maciços, planaltos, depressões sobre a superfícies dos continentes e dos fundos oceânicos”. Sob a ação dos fatores

exógenos, são formados os elementos morfoesculturais do relevo”. “As morfoesculturas se reportam às formas do relevo de ordem inferior, com, por exemplo, grupos de morainas, as barkanas, formas cársticas...’ .Entretanto, esclarece Mescerjakov (op cit), as influências morfoese estruturais são também nas formas menores do relevo, assim como as influências morfoesculturais são também identificadas nas grandes formas do relevo terrestre”. O que nos parece é que sobressai é a influência morfoestrutural, enquanto que a influência morfoestrutural se destaca nas formas menores do relevo, e tanto uma, quanto outra estabelecem-se por relações genéticas intrínsecas. Enquanto as morfoestruturas são pré-determinadas pela heterogeneidade tectônica e estrutural da crosta ou litosfera, as morfoestruturas decorrem dos processos esculturais produzidos pela atividade climática pretérita e atual, que, portanto, apresenta diferenciação temporal e espacial.

Na linha de esboçar uma classificação, Mescerjakov (1968) apresenta um quadro síntese, a que denomina “Esquema Geral da Classificação do Relevo Terrestre”, em que define seis (6) níveis hierárquicos correlacionados com superfícies de terras em quilômetros quadrados à semelhança de Tricart (1965). Sua classificação considera seis colunas. Na primeira delas destacam-se as superfícies da terra, em segundo os elementos morfoestruturais e em terceiro as categorias morfoesculturais do relevo.

Os conceitos de morfoestrutura e morfoescultura, ao serem colocados como produtos decorrentes de processos endógenos e exógenos, se caracterizam como uma manifestação estática decorrente de processos morfogenéticos por essência dinâmicos, que se manifestam permanentemente ao longo dos tempos e nos diferentes espaços. Entretanto, a questão da taxonomia continua sendo uma proposição confusa do ponto de vista de sua aplicação, não havendo por parte de Mescerjakov (op cit) nenhuma preocupação em como transformar essa proposição em algo que se possa representar ordenadamente em mapeamento geomorfológico.

A primeira aparição de uma proposta de classificação do relevo terrestre com articulação para cartografia geomorfologia ocorre com Demek (1965), ao publicar o trabalho “Generalização de Mapas Geomorfológicos”. Citando Trincart (1965) e Mazur (1963), Demek (op cit) escreve que “ o principal problema da construção e generalização de mapas geomorfológicos é da classificação e sistematização das formas do relevo”. Em função disso, de imediato apresenta sua contribuição para resolver essa questão da cartografia geomorfológica, afirmando que vai se “ basear considerando três unidades taxonômicas básica”, quais sejam:

- 1- “superfícies geneticamente homogêneas”, como o menor taxon, por exemplo: uma vertente;
- 2- “forma de relevo”, taxon intermediário, como exemplo: uma colina;
- 3- “tipos de relevo”, taxon superior, correspondendo a conjuntos de formas semelhantes entre si.

“ As Superfícies Geneticamente Homogêneas é o resultado de um determinado processo geomorfológico ou de um complexo de processos atuando em uma certa direção”. “A origem das Superfícies Geneticamente Homogêneas é condicionada por processos de três classes: processos endógenos; processos exógenos (divididos em processos de erosão/desnudação e acumulação) e os processos devido às atividades humanas.

As Superfícies Geneticamente Homogêneas criam as “Formas do Relevo” que se desenvolvem devido a algum tipo de processo geomorfológico, mas que denotam muito tempo para se desenvolver. Um exemplo de “Formas de Relevo é o Terraço Fluvial, constituído pela superfície plana do topo do terraço, formada por acumulação, que é uma superfície geneticamente homogênea, e pela escarpa da borda do terraço, que é outra superfície geneticamente homogênea, gerada pela erosão fluvial.

Os “Tipos de Relevo” são entendidos como sendo constituídos por um complexo de formas em uma área mais ou menos distintas, notada por uma determinada elevação absoluta, alguma gênese específica associada a uma determinada morfoestrutura e ligado a algum agente morfogenético complexo e a alguma história do desenvolvimento. “ O Tipo de Relevo” não é mais uma unidade concreta, mas uma unidade abstrata, estabelecida em um caminho dedutivo”. Demek (op cit), com esta proposição taxonômica, apresenta um lado pragmático da representação do relevo terrestre, que pode ser transformado em Mapa Geomorfológico, considerando fatores morfológicos, morfométricos, cronológicos e genéticos dentro de um hierarquização lógica e absolutamente clara.

A subcomissão da UGI de geomorfologia para mapeamento geomorfológico, segundo Klimazewski (1982), quando se reuniu em Krakow, em 1962, definiu os princípios que norteiam a construção de mapas geomorfológicos de detalhe, quais sejam:

1-um mapa geomorfológico de detalhe deve ser resultante de mapeamento com controle de campo, recomendando-se o uso das fotografias aéreas de fotointerpretação;

2 mapas geomorfológicos de detalhe são considerados os de escala 1:10.000 a 1 :100.000;

3 mapa geomorfológico de detalhe deve fornecer a visão completa do relevo, reconstituir seu passado e possibilitar o prognóstico das tendências de desenvolvimento futuro. Os mapas devem conter as informações morfográficas, morfométricas, e morfocronológicas;

4 todas as formas investigadas devem ser marcadas em um mapa por meio de símbolos em escala. Através dos símbolos e cores, as informações são apresentadas na perspectiva do tamanho, gênese e idade das formas;

5 a determinação da idade das formas (morfocronologia) é necessária porque introduz a ordem cronológica no conteúdo do mapa e ajuda a reconstruir o desenvolvimento geomorfológico e a prognosticar tendências de desenvolvimento futuro.

6 os dados litológicos devem ser marcados em símbolos especiais, preferencialmente no “fundo do mapa.”;

7 a legenda deve ser arranjada em uma ordem genético-cronológica.

8 o mapa geomorfológico de detalhe é de grande importância para o desenvolvimento da geomorfologia e para as investigações no campo da geomorfologia regional para grandes extensões territoriais onde há variações climáticas e estruturais. E portanto, muito importante para a aplicação prática e científica.

O exemplo de que se dispunha na prática é o da Cartografia geomorfológica de detalhe contida na obra de Tricart-1965- Princípios e Métodos da Geomorfologia. Com esse suporte teórico, Metodológico da Geomorfologia. Com esse suporte teórico,

metodológico e prático apresentado por Tricart (op cit), no âmbito do Instituto de Geografia da USP, e do Departamento de Geografia da FFLCH-USP, foram desenvolvidos vários trabalhos por pesquisadores como José Pereira de Queiroz Neto, Lylian Coltrinari, Augusto Humberto Vairo Titarelli, Paulo Nakashima, Rose Dias Pacheco, Selma Simões de Castro, May Modenesi, Olga Cruz, Adilson Avansi de Abreu, entre outros tendo sido alguns desses trabalhos publicados em escalas 1:50 000 e 1:100 000 através do Instituto de Geografia da USP no início da década de setenta. Entre esses produtos cartográficos destacam-se o do Vale do Paratei por Augusto H.V Titarelli, da Folha Guaratinguetá por Lylian Contrinari, Folha de São Pedro, de José P. Queiroz Neto et alii, do Vale do Rio do Peixe-Marília por Queiroz Neto et alii, entre outros.

É, entretanto, com a adoção do mapeamento sistemático introduzido pelo Projeto Radam Brasil – ligado ao MME - Ministério de Minas e Energia – através do DNPM – Departamento Nacional da Produção Mineral, que, ao mesmo tempo, se introduziu o uso de imagens de radar para mapeamentos de recursos naturais no território brasileiro, envolvendo, a cartografia temática de geologia, geomorfologia, pedologia, vegetação e análise climática regional, além dos estudos de uso potencial das terras para fins agropecuários, madeireiro, mineral e de aproveitamento hidrelétrico.

O mapa geomorfológico produzido na escala 1:250.000 e publicado em 1:100.000, do Projeto RadamBrasil, ao longo dos 15 anos, sofreu melhorias de caráter metodológico, o que implicou na utilização de quatro diferentes metodologias. Como as concepções metodológicas desenvolvidas nos países europeus e mesmo através das normatizações da UGI, sempre se reportam à cartografia geomorfológica de detalhe, a primeira grande dificuldade foi justamente adotar uma metodologia para ser aplicada em mapeamento sistemático na escala 1:250.000, utilizando-se na época de um instrumento novo na área do sensoriamento remoto, no caso as imagens de radar.

Posteriormente, o IBGE, principalmente por ter herdado o acervo, a tecnologia e parcialmente os pesquisadores do Projeto RadamBrasil, desenvolveu um manual de mapeamento geomorfológico, que se pode considerar a versão oficial de mapeamento do relevo para o território brasileiro, que em linhas gerais segue a quarta versão metodológica do RadamBrasil. Essa metodologia, adaptada da Quarta versão metodológica do Projeto RadamBrasil, foi apresentada pelo IBGE em 1994, através de sua Diretoria de Geociências, com a denominação Manual Técnico de Geomorfologia e sob a responsabilidade executiva de numerosa equipe técnica de mapeamento geomorfológico e assessoria de Getúlio Vargas Barbosa e Teresa Cardoso Silva.

Ao níveis taxonômicos, estabelecidos pela metodologia IBGE, constitui-se por quatro táxons, quais sejam:

Primeiro Táxon: Domínios Morfoestruturais: Grandes conjuntos estruturais, que geram arranjos regionais de relevo, guardando relações de causa entre si.

Segundo Táxon: Regiões geomorfológicas: Correspondem a grupamentos de unidades geomorfológicas que apresentam semelhanças resultantes da convergência de fatores de sua evolução.

Terceiro Táxon: Unidades Geomorfológicas: correspondem à associação de formas de relevo recorrentes, geradas de uma evolução comum.

Quarto Táxon: Tipos de Modelados: correspondem a conjunto de formas de relevo que apresentam elevado grau de semelhança entre si. O mapa são representados quatro tipos de modelados, quais sejam: os modelados de dissecação podem ser identificados como sendo homogêneos e diferenciais. Os modelados de dissecação homogêneos são representados pela análise quantitativa do aprofundamento dos canais de drenagem e da densidade desses canais. A combinação dessas duas variáveis fixam as fáceis de dissecação. O modelado de dissecação diferencial é usado para áreas demarcadas por um forte controle tectônico, onde são analisadas as direções estruturais e os sulcos ocupados pela drenagem, sendo medido apenas pelo aprofundamento da drenagem.

No Departamento de Geografia da Faculdade de Filosofia, Letras e Ciências Humanas da Universidade de São Paulo, mais precisamente nas instalações do Laboratório de Geomorfologia, inicialmente sob a orientação do Professor Doutor Adilson Avansi de Abreu, iniciamos uma nova etapa de pesquisas aplicadas em mapeamento geomorfológico, utilizando-nos de imagens de radar em escalas 1:100.000, 1:250.000 e fotografias aéreas de escalas diversas. Com a preocupação de aprimoramento técnico e melhoria metodológica passamos a desenvolver a partir de 1983, uma grande quantidade de ensaios de mapeamento geomorfológico, tomando como referencial técnico as experiências pessoais adquiridas nos trabalhos do Projeto Radambrasil, período 1977-1982, e somadas à aquisição progressiva de novos conhecimentos teórico-metodológico introduzidos pelo Prof. Dr. Adilson Avansi de Abreu, sintetizada em sua tese de livre- docência denominada “Análise Geomorfológica: Reflexão e Aplicação- Uma Contribuição ao Conhecimento das Formas do Relevo do Planalto de diamantina- MG, apresentada e defendida em 1982.

Os ensaios e experimentos estiveram sempre apoiados na concepção desenvolvida por Walter Penck (1924/ 1935), responsável pela sistematização dos princípios básicos da geomorfologia genética ao definir que as formas atuais do relevo terrestre são decorrentes dos processos endógenos e exógenos. A partir desse pressuposto, seus seguidores geomorfólogos do leste europeu, sobretudo da ex- URSS, como Gerasimov, Mecerjakov, Basenina, Trescov entre outros, evidentemente formulando-se adaptações e reformulações face as experiências por nós anteriormente vivenciadas como também face a realidade brasileira que exige entre outras coisas conhecimentos regionais além dos locais, e que por isso a aplicação de escalas de mapeamento médias e pequenas.

Esses produtos cartográficos de conteúdo geomorfológicos, que podem ser denominados Mapas Geomorfológicos, elaborados como ensaios metodológicos, possibilitam estabelecer e consolidar uma abordagem metodológica por nós desenvolvida, que fora por fim publicada na Revista do Departamento de Geografia da FFLCH-USP- número 6, em 1992, sob a denominação de “O Registro cartográfico dos Fatos Geomórficos e a Questão da Taxonomia do Relevo”, onde pode-se, a partir dos pressupostos teóricos de Penk (1924/1953), Gerasimov (1947) e Mecerjakov (1968), Demek (1967), Tricart (1965), Abreu (1982), Ab`Saber (1969), e Radambrasil (1982), formular uma nova proposição metodológica para mapeamento geomorfológico de diferentes escalas, o que a seguir passamos a reproduzir:

- 1° táxon- Unidades Morfoestruturais
- 2° táxon- Unidades Morfoesculturais
- 3° táxon- Padrões Fisionômicos de Formas

4° táxon- Formas de Relevô

5° táxon- Elementos em formas de vertentes

6° táxon- Formas de processos atuais

as pesquisas no Laboratório de geomorfologia da geologia da USP, têm seguido estas abordagens metodológicas, e muitos mapas foram produzidos.

Esta proposição taxonômica vai ao encontro das necessidades de se estabelecer ordem lógica na representação das formas do relevo em mapas geomorfológicos de diferentes escalas. Assim, dependendo da escala, detalha-se: grande, média ou pequena, a representação dará maior ênfase a um determinado táxon.

Nas escalas médias e pequenas, é possível a representação até o terceiro ou no máximo quarto táxon, enquanto nas grandes destacam-se os de quarto ao sexto táxon.

Nos mapeamentos desenvolveu-se ainda a legenda integrada, cuja representação de cada forma do relevo só vem acompanhada de outras informações como litologia, solos, clima, vegetação, uso e morfodinâmica.

Este procedimento, na composição da legenda, é importante porque, além da morfologia, morfometria, morfonêse e morfocronologia, agrega-se as informações que completam a base de dados para um bom entendimento e aplicação dos mapas. As formas do relevo, só ganham maior significado quando entendidas juntamente com os materiais que as sustentam (litologias e solos) e com os processos que nelas atuam e que são comandados pela dinâmica climática e pela proteção diferenciada da cobertura vegetal natural ou antrópica. A combinação dessas variáveis possibilita interpretar para cada forma do relevo o seu comportamento morfodinâmico. Essa integração de informações, logicamente ordenadas dos mapas geomorfológicos em suas diferentes escalas, os coloca como instrumento técnico-científico aplicável para análise das potencialidades dos recursos naturais das fragilidades dos sistemas ambientais e isto compõem a base de dados para definição do zoneamento ecológico-econômico, contribuindo, assim, para a implantação de políticas públicas voltadas ao planejamento e gestão ambiental, sustentáculo para o desenvolvimento sustentável.

BIBLIOGRAFIA

AB'SABER, ^a N. – Um conceito de geomorfologia a serviço das pesquisas sobre o Quaternário. In **Geomorfologia** 18, IGEOG-USP, São paulo, 1969.

DEMEK, J. – **Generalization of Geomorphological Maps Progress Made in Geomorphological Mapping**, Brno, 1967.

MERCERJAKOV, J. P. – **Les Concepts de morphoestruture et de Morphoesculture: un novel instrument de l'anlyse geomorphologique** *Annales de Geographie*, 77 e anées 423, Paris, 1968.

PENK, W. – **Morphological analysis of Land Forms**, macmillian 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 Ce, Editeurs, Paris, 1965.

TRICART, J. – **Ecodinâmica** FIBGE/Supren, Rio de Janeiro, 1977.