



A IMPORTÂNCIA DOS MAPEAMENTOS GEOMORFOLÓGICOS NA CIÊNCIA GEOMORFOLÓGICA

THE IMPORTANCE OF GEOMORPHOLOGICAL MAPPINGS IN THE GEOMORPHOLOGICAL SCIENCE

Renato Miranda Ribeiro de Almeida

Universidade Federal do Rio de Janeiro
Av. Athos da Silveira Ramos, 274. Prédio do CCMN, Bloco G,
Sala G-028, Ilha do Fundão. CEP: 21941-916.
E-mail: renatomra@gmail.com

Telma Mendes da Silva

Universidade Federal do Rio de Janeiro
Av. Athos da Silveira Ramos, 274. Prédio do CCMN, Bloco G,
Sala G-028, Ilha do Fundão. CEP: 21941-916.
E-mail: telmendes@globo.com

Informações sobre o Artigo

Data de Recebimento:
04/2016
Data de Aprovação:
08/2016

Resumo

O presente trabalho tem por objetivo principal realizar um breve debate da importância dos mapeamentos geomorfológicos na construção do pensamento geomorfológico no Mundo e no Brasil, bem como tecer comentários sobre de que forma este instrumento de trabalho da Ciência geomorfológica tem sido influenciado por distintas correntes de pensamento e também debater sobre as dificuldades no processo de homogeneização das metodologias de elaboração destes mapeamentos.

Palavras-chave: Mapeamento geomorfológico; metodologias de mapeamento geomorfológico; unidades de mapeamento, evolução da ciência geomorfológica.

Abstract

This work has the main objective to accomplish a brief discussion of the importance of geomorphological mapping in the construction of geomorphological thought in the world and in Brazil, and comment on how this working tool geomorphological science has been influenced by different schools of thought and also discuss the difficulties in the process of homogenization of preparation methodologies of these mappings

Keywords: Geomorphological mapping; geomorphological mapping methodologies; mapping units, geomorphological science evolution..

Introdução e objetivos

A Geomorfologia é uma ciência de crescente importância para conhecimento e planejamento do espaço que ocupamos, pois, a superfície terrestre é caracterizada por variações no terreno por toda sua extensão. Por ser esta ciência a que estuda o relevo e todos processos e componentes de sua formação e transformação, a Geomorfologia fornece subsídios para identificar, registrar e analisar os processos de evolução da paisagem e subsidiar projetos de

manejo e uso da Terra. E, em função da interferência crescente de seres humanos no ambiente, a utilidade e necessidade destes estudos torna-se urgente para subsidiar a vulnerabilidade físico-ambiental. Uma das formas de se traduzir estas informações de maneira que possa ser utilizada pelo poder público e/ou privado é pela elaboração de mapas geomorfológicos, haja vista que este é um documento essencial para subsidiar políticas de uso e ocupação.

Sendo assim, o objetivo que norteia este trabalho é discutir diferentes óticas que embasaram à elaboração de mapeamentos geomorfológicos ao longo do tempo dentro da ciência geomorfológica, bem como sua elaboração em diferentes escalas e aplicações.

Geomorfologia e Mapeamentos Geomorfológicos

A Geomorfologia é uma ciência de elevada complexidade, em virtude das diferentes abordagens (processual, estrutural e histórica), e, também, pela variedade de escalas de abordagem de seus estudos. Quando se trata especificamente de mapeamentos geomorfológicos vale ressaltar a falta de metodologias previamente definidas a nível mundial, ou seja, a inexistência de homogeneidade do padrão ou de elementos a serem identificados, o que na atualidade pode ser provocado pela limitação tecnológica e por elevados custos de imagens de satélite, o que acaba por não priorizar a qualidade da informação (LONGLEY et al., 2010). Além, é claro, que a variedade na paisagem mundial de feições de relevo é um fato que dificultou e dificulta a homogeneização de técnicas a serem empregadas na construção de mapas geomorfológicos.

As unidades identificadas em um mapeamento geomorfológico podem ser apreendidas através de dois modelos básicos (e que possuem variações e inovações por todo o mundo): o modelo de elementos da paisagem e o de padrões da paisagem. A escolha por um destes modelos varia em função do objetivo do trabalho a ser realizado, pois apresentam diferentes informações sobre uma mesma área. O modelo de elementos da paisagem compreende as unidades morfológicas em função da sua característica geométrica e da inclinação da superfície, já o modelo de padrões da paisagem compreende a superfície do terreno, como um fenômeno repetitivo onde os elementos apresentam-se com certa regularidade formando padrões na superfície, sendo estes padrões identificados como a unidade no mapeamento geomorfológico.

A escolha da unidade a ser reconhecida em um mapeamento tem, portanto, relação direta com a escala do trabalho, pois diferentes características são passíveis de identificação em diferentes escalas. Desta forma, a escala não depende apenas da área física investigada, mas principalmente do objetivo da pesquisa em obter determinadas características no mapeamento geomorfológico a ser elaborado.

O Mapeamento Geomorfológico no Século XX

Inicialmente, a fim de descrever a superfície terrestre as representações do terreno eram feitas por ilustrações que incluíam desenhos, blocos-diagramas e registros fotográficos. Os países europeus tiveram um papel importantíssimo, não apenas pelo grande volume de informações geomorfológicas produzidas, mas por ter sido o berço da articulação mundial sobre metodologias de mapeamento geomorfológico (PAVLOPOULOS et al., 2009). Apesar das diferentes técnicas aplicadas em escalas locais e regionais serem o foco principal das discussões, nas últimas décadas houveram algumas tentativas relevantes de unificar métodos de mapeamento em todo o mundo, o que possibilitaria comparações e analogias de informações geomorfológicas.

É importante destacar que até o início do século XX, a principal forma para se estudar o relevo era pela descrição estática da natureza, sem levar em consideração as constantes mudanças que ocorre continuamente em uma paisagem e os processos que a formaram. Ainda nesta época, alguns pesquisadores, europeus, já consideravam as forças dinâmicas como agentes modificadores da paisagem (p.ex., John Wesley Powell, que no final do século XIX discutia o processo de erosão do Grand Cranyon pela força da água; William Morris Davis, que marcou história na geomorfologia ao registrar em seu livro as ideias da existência de um ciclo de erosão dos terrenos em: *The Geographical Cycle* (1899)". Este autor introduziu, no estudo da paisagem, a concepção de que ela é dinâmica, e está em constante evolução, em uma sequência cíclica de etapas evolutivas derivadas da ação de agentes externos. Isto significa dizer que houve uma quebra de paradigma ao deixar de compreender a paisagem apenas como algo estático, uma ilustração, e passar a compreendê-la como um ciclo em movimento. Os ideais de dinamismo de Davis marcaram a geomorfologia, mesmo sendo seu trabalho muito criticado tanto inicialmente como posteriormente no meio acadêmico, ele deu um passo importante na busca de se ver a paisagem sob uma outra ótica de análise. A fisiografia descritiva e estática ainda era a principal forma de se estudar as feições do relevo, os textos científicos ainda recebiam ilustrações esquemáticas, quase que artísticas, que apresentavam as conclusões do pesquisador. Embora estas ilustrações fossem, em geral, ótimas representações de processos geomorfológicos, eles apresentavam apenas dados qualitativos e de muita influência do pesquisador e não quantitativos, o que dificultava a verificação, ou validação, da análise gráfica da paisagem.

O uso de refostros fotográficos para fins científicos na geomorfologia teve seu início também no final do século XIX, mais precisamente na década de 1840, pois mesmo que ainda houvessem poucos usuários, foi quando recebeu reconhecimento como importante ferramenta para o mapeamento topográfico. Este reconhecimento deu um salto ainda maior com o surgimento da fotografia aérea, quando Albert Heim, em 1899, publicou, ainda em caráter experimental, suas fotografias e observações sobre seu vôo de balão sobre os Alpes. As fotografias aéreas foram intensamente usadas durante a Primeira Guerra Mundial para

reconhecimento das formações inimigas no campo de batalha. O uso militar serviu e injetou um grande volume de investimento tecnológico nesta área, o que proporcionou uma significativa melhora na qualidade fotográfica permitindo um alto nível de sofisticação, admitindo que os geomorfólogos utilizassem esta ferramenta para sua ciência (PAVLOPOULOS et al., 2009).

Até o início do século XX, antes da Segunda Guerra Mundial e em função dos conflitos latentes, a superfície não era reconhecida de forma homogênea, locais específicos ou frações de paisagem foram alvo da maioria das pesquisas geomorfológicas. Aos poucos, pesquisadores passaram a perceber a necessidade de se compreender a paisagem de um ponto de vista mais amplo e, assim, se concentraram no recorte espacial regional.

Os acontecimentos e demandas dinâmicas geradas pela Segunda Guerra Mundial (de 1939 a 1945) marcaram a ciência com um significativo ganho de importância para a geomorfologia. Este ganho se deu tanto do ponto de vista teórico, com a necessidade de se conhecer a superfície, especialmente do território inimigo em tempo recorde, quanto do ponto de vista técnico, com o aperfeiçoamento da tecnologia disponível e da interpretação de fotografias aéreas. Ainda em consequência da Guerra, em 1957, momento em que os avanços estimulados durante a guerra retornam para a sociedade civil com novas tecnologias e ferramentas, é que técnicas quantitativas de análise, anteriormente militares, foram desenvolvidas para fins científicos e aplicadas em pesquisas geomorfológicas.

Sendo assim, a partir da segunda metade do século XX, já de posse de boas ferramentas de trabalho, os geomorfólogos passaram a se interessar por estudos regionais da paisagem, e passaram a considerar a paisagem não apenas resultante de processos fluviais e sequenciais como proposto por Davis (1899), mas como um somatório constante de processos e acidentes geográficos.

Diante da compreensão da paisagem como complexa, surgiu um novo paradigma para a geomorfologia: a necessidade de se correlacionar paisagens e compreender a relação entre diversos processos de formação da superfície, e de que forma eles influenciam a cobertura vegetal e até mesmo a cultura humana. Esta nova demanda levou os geomorfólogos a buscarem um método de representação gráfica de fatores complexos na formação da paisagem, pois assim poderiam correlacionar estudos realizados em todo o mundo. E, esta ordenação na produção científica, atenderia a nova demanda que se referia ao entendimento dos processos evolutivos em escalas menores.

Nas décadas de 50 e 60, a ciência da geomorfologia passou a moldar-se pelo uso de mapas geomorfológicos detalhados. Essa nova forma de produzir conhecimento através da geomorfologia analítica 'moderna' tinha cinco importantes fundamentos para a realização de mapas geomorfológicos:

- Morfografia: que se refere a descrição das formas e aparência do relevo, ou seja, descrição qualitativa dos elementos geométricos das feições geomorfológicas. Esta é a principal

característica da análise geomorfológica descritiva e deve ser realizado com a máxima precisão possível.

- Morfometria: caracterização do relevo por meio de variáveis com medidas, dimensões e valores, e se refere aos elementos quantitativos como inclinações relevo, altitude, formatos de bordas das feições de relevo, ângulos e comprimentos de elementos extraídos da drenagem e/ou de feições tectônicas impregnadas no relevo.

- Morfogênese: refere-se à origem e ao desenvolvimento das formas de relevo, resultantes da atuação dos processos endógenos e exógenos. Este fundamento diz respeito aos processos genéticos, sistemas morfogenéticos e simulações matemáticas que formam o relevo de uma área ao longo do tempo.

- Morfocronologia: refere-se a busca da idade do relevo ou ainda a determinação de período de recorrência ou período de retorno de um processo ou evento, e estão atrelados à datação absoluta e relativa.

- Morfodinâmica: refere-se aos processos de formação do relevo ativos ou aqueles que possam se tornarem ativos no futuro.

A representação destes fundamentos envolve um conjunto complexo e de difícil procedimentos de análise e de produção cartográfica. Desta forma, o desenvolvimento de metodologias e procedimentos para a representação cartográfica padronizada (ou unificada) exige um grande esforço da comunidade acadêmica e de geomorfólogos em todo o mundo.

Em 1956, no décimo oitavo congresso da União Internacional de (Geografia International Geographical Union – IGU) realizado no Rio de Janeiro, o mapeamento geomorfológico detalhado voltou a ser um dos focos de discussão. Este ganho de importância culminou, dois anos mais tarde, na criação da subcomissão de mapeamento geomorfológico em outro congresso da IGU, em Estocolmo. Esta subcomissão tinha três objetivos:

- introduzir e desenvolver uma metodologia de mapeamento geomorfológico;
- adoção internacional de um sistema uniforme de legenda para o mapeamento geomorfológico, a fim de garantir a compatibilidade;
- demonstrar aplicações de mapeamento geomorfológico no planejamento econômico regional, para promover a utilização racional da superfície da Terra.

Assim, podemos dizer que a subcomissão de mapeamento geomorfológico no congresso da IGU tinha como objetivo promover uma integração de geomorfólogos de todo o mundo. Eles reconheceram que havia uma necessidade de unificação de metodologias e técnicas usadas para na produção de mapas geomorfológicos detalhados, pois as metodologias utilizadas em diferentes países era substancialmente diferente, de modo que os mapas não eram compatíveis, limitando, ou impossibilitando, um cruzamento destes estudos para uso em uma análise geomorfológica de áreas mais amplas.

Seis anos depois, na Polônia de 1962, foi realizada uma reunião com representantes de 15 países para estabelecer um conjunto de diretrizes para a preparação de mapas geomorfológicos:

- trabalho de campo como uma necessidade básica e a fotografia aérea como uma ferramenta recomendada;
- elaboração de mapas em escalas entre 1:10.000 e 1:100.000 convenientemente representam o “relevo e suas peculiaridades”;
- mapeamento deve apresentar todos os aspectos do relevo, incluindo a morfografia, morfometria, morfogênese e morfocronologia, a fim de estudar o desenvolvimento passado, presente e futuro do relevo;
- cores e símbolos deve ser utilizado para transmitir informações;
- estabelecimento e apresentação da ordem cronológica no desenvolvimento de formas de relevo;
- dados litológicos devem ser incorporados em unidades de mapeamento na medida do possível;
- legendas do mapa devem ser dispostas em uma ordem cronológica genética;
- reconhecimento de que os mapas geomorfológicos detalhados são essenciais para o futuro desenvolvimento da geomorfologia.

Na busca pela consolidação destas diretrizes a subcomissão de mapeamento geomorfológico promoveu encontros regulares ao longo da década de 60. No ano de 1968 no Congresso da IGU, em Nova Deli, a subcomissão foi promovida para a Comissão de Pesquisas e Mapeamento Geomorfológico (Commission of Geomorphic Survey and Mapping). Isto se deu não apenas pela crescente valorização do mapeamento geomorfológico, mas porque a recém promovida comissão teria como uma de suas principais tarefas o desenvolvimento do Manual de Mapeamento Geomorfológico Detalhado (Manual of Detailed Geomorphological Mapping) e a elaboração da legenda para o International Geomorphological Map of Europe (Mapa Geomorfológico Internacional da Europa) na escala de 1:2.500.000. O mapa foi publicado em 1971 com a colaboração de diversos geomorfólogos europeus. A publicação do manual ocorreu no ano seguinte, e foi uma compilação de artigos de vinte geomorfólogos.

Embora havendo um grande esforço mundial para atender ao objetivo da subcomissão e posteriormente da ‘Comissão de Pesquisas e Mapeamento Geomorfológico’, ainda havia um grande caminho a se percorrer, pois havia grandes divergências quanto a natureza, metodologia e conteúdo dos mapas geomorfológicos. Com o passar dos anos as divergências aumentaram, pois, a unificação não atenderia aos objetivos nacionais e regionais da maioria dos estudos realizados. Desta forma, o mapeamento geomorfológico nacional e regional, mesmo tendo aumentado sua importância teórica e prática em função de sua aplicabilidade nas escalas de trabalho mencionadas, se distanciou cada vez mais de uma padronização mundial.

O desenvolvimento de mapeamento geomorfológico em diferentes países, seguiu diferentes rumos. Podemos identificar alguns grupos que se formaram em função da metodologia e escala a ser usada no mapeamento geomorfológico e da ocorrência de uma unidade litológica estrutural única como elemento básico para a análise do relevo, como foi o caso da França,

Tchecoslováquia e Hungria; ou o uso da forma como unidade básica pelos geomorfólogos alemães, poloneses, russos e romenos. Podemos citar casos diferenciados como o da Organização de Pesquisa Científica e Industrial da Comunidade Britânica (Commonwealth Scientific and Industrial Research Organization – CSIRO) com a criação de um sistema de mapeamento geomorfológico para levantamento de recursos, baseado em um conceito de unidades da Terra e sistemas geograficamente e geneticamente relacionados.

O Mapeamento Geomorfológico no Brasil

O Brasil entra no contexto geomorfológico mundial em meados do século XX, com a criação ou reformulação de diversas universidades, como Universidade Federal do Rio de Janeiro e Universidade de São Paulo, ou ainda a fundação, em 1937, do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Neste período, em um cenário político e cultural pungente para a ciência, iniciou-se uma reestruturação científica da geomorfologia nacional.

Simplificadamente, o início do desenvolvimento da geomorfologia brasileira se deu através da compreensão das superfícies erosivas no sudeste do país. No período de 1930 até 1950, a teoria do “Ciclo Geográfico” de Davis, foi a base propulsora dos estudos geomorfológicos não apenas fora, mas também dentro do território brasileiro. Enquanto a teoria elaborada por Davis revolucionou as pesquisas geomorfológicas até meados da década de 1950, a Teoria da Pediplanação de King (1956), quebrou a lógica usada pela teoria de “Ciclo Geográfico”, somadas a grandes mudanças na ciência geológica, provindas da sedimentologia e da estratigrafia, e ainda o desenvolvimento de novas técnicas de obtenção da informação, provocaram uma quebra paradigmática na geomorfologia brasileira.

O primeiro pulso político que movimentou os estudos geomorfológicos e a necessidade de mapeamento a nível nacional foi na década de 30 com a busca pelo conhecimento do desconhecido território. Na prática isso significava a expansão do capitalismo por iniciativas do Estado sobre o espaço regional, possibilitando um processo de acumulação de riquezas, de intensificação da relação campo-cidade e desenvolvimento do setor industrial. Na década seguinte o Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), recém-criado, se encarregou na primeira divisão regional do país levando-se em conta a concepção de espaço natural, ou seja, neste caso significa dizer que a vegetação, critério definidor das macrorregiões, é heterogênea.

Nesse período inicial, mesmo que sem uma definição ou especialização do mapeamento geomorfológico, é essencial para a mesma pois deu partida em um longo processo de valorização científica da natureza do Brasil. Esse quadro político e científico/acadêmico no país possibilitou uma enorme produção da geomorfologia brasileira nas décadas posteriores tanto pelas pesquisas do IBGE, por uma necessidade capitalista de expansão para o interior do território nacional, quanto pela crescente expansão da pesquisa geomorfológica em instituições de ensino, as quais

foram fortemente influenciadas pela escola francesa, por seu caráter regional, e principalmente pela teoria de ciclos da paisagem de Davis.

A base de geomorfologia brasileira fundamentada em Davis começa a ser questionada ainda no final da década de 40 por Vitor Ribeiro Leuzinger (LEUZINGER, 1948) com o livro chamado “Controvérsias Geomorfológicas” no qual ele avalia as teorias de Davis e Walter Penck para apontar qual seria mais adequada para os estudos de relevo no Brasil.

A conclusão desta obra foi de que a teoria de Davis apresentava uma série de inadequações para o estudo de relevo no caso brasileiro, inclusive conclui que toda a essência da teoria baseada na evolução cíclica do canal fluvial prejudicaria o verdadeiro entendimento da gênese das formas de relevo. Mesmo com alto potencial para uma quebra de paradigma, este trabalho foi pouco considerado pela academia e por essa razão apenas em 1965, quase duas décadas depois, o trabalho de Jean Tricart (1965) chamado “Princípios e Métodos da Geomorfologia” resgatou e firmou a quebra de paradigma das ideias iniciadas por Leuzinger.

Desta forma, não diferente do contexto mundial, o trabalho de Davis, mesmo que atualmente seja um trabalho ultrapassado, teve uma importância fundamental para os estudos geomorfológicos inclusive no Brasil.

Raízes do Pensamento Geomorfológico Brasileiro

A década de 50 é marcada no Brasil pelo chamado “Anos Dourados” da economia com as ideias nacional-desenvolvimentistas, com a construção de Brasília e promoção da indústria automobilística e por costurar o país com rodovias. Para a ciência geomorfológica o foco dado é o oceano, por sua crescente importância na defesa do território e no conhecimento dos processos continentais. Por essa razão, neste período os conhecimentos da estratigrafia e sedimentologia passam a agregar importante valor aos estudos geomorfológicos. Associado a isto, as novas tecnologias usadas para mapeamento como as fotografias aéreas e a utilização da concepção de variações climáticas com possibilidade de associá-las a diferentes sedimentos encontramos nas continentes e na costa.

O Congresso da UGI realizado no Rio de Janeiro em 1956 foi um marco e o trabalho coordenado por Tricart, Dresch e Ab’Saber focou nos paleopavimentos detríticos e seu significado paleoambiental e geomorfológico. Isto marcou a crescente importância da relação entre a estratigrafia e sedimentologia com a ciência geomorfológica. Outra influência também neste período foi o surgimento dos conceitos de biostasia e resistasia de Erhart, valorizando aspectos da geomorfologia climática e fundamentando a estruturação da ‘Teoria dos Refúgios Florestais’.

Outro ponto marcante para a Geomorfologia brasileira foi a vinda do pesquisador Lester King ao Brasil a convite do IBGE. A vinda de King resultou em uma pesquisa fundamental em escala regional chamada “A Geomorfologia do Brasil Oriental” (KING, 1956) sobre a pedimentação e pediplanação do Sudeste e Sul do Brasil, e influenciou fortemente as pesquisas

geomorfológicas no Brasil e conseguiram revolucionar a ciência através da importância que os fatores climáticos desempenham sobre a gênese da superfície terrestre. Desta forma, as ideias de King somadas as de Erhart despertaram aos geomorfólogos nacionais para estudos dos materiais superficiais como registro das mudanças climáticas. Neste contexto, se insere os trabalhos de João Bigarella e Aziz Ab'Saber que procuraram responder a existência de pedimentos e pediplanos brasileiros a partir da correlação entre as taxas de epirogênese e as variações climáticas ao longo do Período Quaternário.

Estas mudanças colocavam em cheque as ideias do ciclo de Davis pois estas não mais eram adequadas às novas informações obtidas através da aplicação de novas técnicas, conceitos e tecnologias.

Essa busca incessante por respostas colocou Bigarella e Ab'Saber como grandes marcos da evolução científica geomorfológica brasileira, mas no final da década de 60 a ciência brasileira sofreu duas grandes revoluções promovidas por Ab'Saber. Em 1969 este pesquisador irá publicar seu trabalho "Um conceito de Geomorfologia a serviço das pesquisas sobre o Quaternário" (AB'SÁBER, 1969), que tinha um foco metodológico e que ainda hoje serve de base metodológica fundamental para qualquer estudo geomorfológico. Essencialmente este trabalho diz que a análise geomorfológica deve estar pautada no Quaternário e que ela deve basear-se em três etapas sendo o relevo o produto de uma interação complexa provenientes de forças endogenéticas e exogenéticas.

O primeiro nível de análise consiste em "uma compartimentação topográfica" que corresponde a uma análise da topografia associada a influência geológica e estrutural. O segundo nível de análise refere-se a compreensão da "estrutura superficial da paisagem" que corresponde as características da cobertura superficial como colúvios, rampas de colúvio e das análises químicas e físicas e que permitem reconhecer agentes envolvidos na reformulação ou refeição das formas pretéritas. Por último, o terceiro nível de análise, seria a "fisiologia da paisagem" que corresponde ao funcionamento atual da geoesfera, ou seja, trata-se dos processos atuais de modelamento da superfície.

A metodologia proposta por Ab'Saber quebra a restrição da adoção da taxonomia das formas de relevo desenvolvidas por Tricart, pois agora as formas são produtos de processos passados e atuais, dando uma ideia de contínua evolução, além de incluir conceitos geológicos e climáticos e a noção de domínios morfoclimáticos de refúgios biogeográficos.

Durante a década de 1970, e não muito diferente das décadas anteriores a ciência geomorfológica foi movida por um interesse político em reconhecer todo o espaço natural para localização de recursos e potencialização de regiões visando o rápido processo de acumulação capitalista. Mesmo que o contexto mundial seja diferente nesse período, a necessidade dada pelo governo autoritário em conhecer e controlar o espaço culminou do desenvolvimento do projeto mais importante para a história do mapeamento brasileiro, o Projeto Radam Brasil.

É neste mesmo período, na conferência de Estocolmo, que oficialmente a problemática da degradação ambiental a suas consequências entram em pauta e ganham importância dentro do meio científico. Por esta razão, a partir da década de 70 iniciou-se uma nova ótica quanto ao papel da ciência, como pesquisa, e da tecnologia, como ferramenta, na promoção ou solução destes problemas. Junto com a nova corrente “verde” agrega-se o valor social, pois todo o conhecimento gerado pelo homem é em prol do mesmo, e o detrimento ambiental prejudica não apenas um espaço qualquer, mas principalmente o espaço ocupado e utilizado pelo homem. Neste contexto a obra de Jean Tricart e Jean Killian (1979), “La Ecogeografía y la Ordenación del Medio Natural”, é um marco metodológico para os estudos ambientais em diferentes escalas de abordagens, dando destaque para o relevo como grande ator na degradação ambiental.

Com a preocupação ambiental e um período de política desenvolvimentista, o projeto Radam Brasil significou um salto na base de dados para a ciência geomorfológica, pois as unidades de relevo passam a ser utilizadas como base de definição territorial através da concepção de fragilidade, o que fornece informação para o governo no discernimento de ocupação agrícola no norte e centro-oeste além de potencializar os locais para mineração. Simultaneamente a bigeografia que ganhou espaço no Brasil, a partir dos trabalhos Ab’Saber, desenvolve-se a concepção de geossistemas, que consiste em grandes unidades naturais que apresentam um certo grau de homogeneidade. Essa concepção em conjunto com a cartografia geomorfológica permitiu ao governo brasileiro um melhor uso, controle e exploração do território.

A partir da década de 1980 o que se observa é um intenso uso de novas tecnologias e do aperfeiçoamento das mesmas, além do emprego crescente da computação para criação de modelagens tridimensionais do relevo. Esta complexidade de métodos e ferramentas no mapeamento contemporâneo acompanha também a crescente reflexão sobre o espaço vindas da física com a teoria do caos, dos fractais e sistemas complexos que exigem um investimento tanto intelectual quanto tecnológico contínuo para quebrar os novos paradigmas geográficos e geomorfológicos. A problemática ambiental não mais pertence a uma escala local, mas agora trata-se de problemas regionais e até globais, exigindo uma articulação e uma modificação dos métodos usados.

No contexto atual, podemos dizer que há um relevante avanço teórico e metodológico na geomorfologia brasileira bem como em outras ciências com o desenvolvimento de novas técnicas que melhor se adequam à realidade do caráter ambiental dos problemas e questionamentos enfrentados pela sociedade.

Escalas e Aplicações do Mapeamento Geomorfológico

Os avanços históricos tratados anteriormente mostram que paradigmas foram quebrados e metodologias foram refutadas ou aperfeiçoadas. Atualmente, apesar de não haver grandes

inovações, o aperfeiçoamento de tecnologias como os Sistemas de Informação Geográfica (SIG), sensoriamento remoto, GPS, modelos digitais de elevação, agregaram, ou modificam, valores ao estudo geomorfológico, o que nos faz repensar os conceitos básicos sempre que uma nova ferramenta é introduzida ou modificada.

O mapeamento geomorfológico é uma importante ferramenta na representação do mundo real, e um facilitador para a compreensão do espaço, permitindo uma melhor avaliação do terreno. Isto vem de encontro com a preocupação crescente com as questões ambientais, seja por interesse econômico ou preservacionista, que necessitam de melhores informações para o planejamento e conservação territorial, potencial de uso do terreno, reconstrução ou replanejamento na engenharia civil. Neste sentido, a relação entre o objetivo final do mapeamento e a escala usada tem relação direta, pois o uso adequado de escala em um mapeamento é fundamental para obter um resultado final satisfatório quanto ao que se deseja representar.

Basicamente, para a ciência geomorfológica, o conceito de escala pode ser dividido entre a escala temporal e espacial. A escala temporal é extremamente importante para a compreensão de fenômenos de formação e reafeiçoamento das formas de relevo ao longo do tempo. Já a escala espacial é fator determinante para a delimitação de espaço físico e tem relação direta com a área representada e quais objetos ou feições se deseja identificar. Podemos compreender de que forma a escala temporal e espacial se relacionam na geomorfologia segundo a classificação de eventos geomorfológicos de Schumm (1985) que divide entre mega, meso, micro e não-eventos os fenômenos, sendo que dependendo da escala espacial os megaeventos podem ocorrer durante 10 milhões de anos (ex.: orogênese), 100 mil (ex.: glaciação continental), 100 anos (deslocamento de um rio), 10 anos (ex.: mudança ou corte de um meandro), 1 ano (ex.: evolução de uma voçoroca) e 1 dia (ex.: escorregamentos).

Outra compreensão do conceito de escala aplicado na geomorfologia se dá pela diferenciação entre a escala cartográfica que possui relação direta com a resolução da mesma, pois em geral, quanto menor a escala cartográfica, maior será o grau de generalização aplicado na representação, o que por sua vez nos permite concluir que quanto maior a generalização, mais distante da realidade estará a representação, e escala geográfica que é diretamente proporcional à extensão da área amostrada, ou seja, quanto maior a área, maior a escala geográfica.

Por último o conceito de escala pode ser compreendido, ainda dentro da geomorfologia, principalmente na ambiental, pela escala operacional que consiste na influência/abrangência de um determinado fenômeno, como a poluição industrial, que pode mudar em função da escala temporal (ex.: a escala operacional de uma poluição provocada por um vazamento em um poço petrolífero marítimo aumenta ao longo de tempo em função de sua área crescente de abrangência).

Escala, Precisão e Visibilidade

A precisão cartográfica depende das normas de posição planimétrica e altimétrica que determinam onde cada objeto encontra-se posicionado na representação e o erro agregado quanto a sua posição no mundo real. Desta forma, ela reflete o controle da informação aplicado na representação e não depende da quantidade de detalhes representados.

Quando se trabalha com representação, como no mapeamento geomorfológico, conclui-se que a escala aplicada na área estudada/representada é uma escala de redução. Porém o olho humano permite identificar uma medida linear de apenas 0,1mm, porém um ponto só é identificado a olho nu se possuir no mínimo 0,2mm de diâmetro. Por essa razão um erro gráfico de até 0,2mm é considerado um erro aceitável, mesmo que já tenhamos precisão, em meios digitais, superior a este valor.

Diferenças entre o tamanho da superfície, ou diferentes escalas cartográficas, implicam em diferenças qualitativas e quantitativas dos fenômenos geomorfológicos. A ordem de grandeza, ou dimensão, de um fenômeno como uma voçoroca é diferente da ordem de grandeza de uma cadeia montanhosa como os Andes. Desta maneira o recorte sob investigação deve garantir que a percepção dos fenômenos estudados possa atender às exigências de análise, ou seja, além de atender às exigências de precisão citadas anteriormente, deve-se garantir que as informações visíveis, passíveis de serem identificadas na representação, possam garantir uma correta compreensão do fenômeno. Podemos dizer que a representação de voçorocas jamais poderá ser corretamente representada em uma escala de 1:1.000.000, assim como a representação dos fenômenos geomorfológicos em cadeias montanhosas como os Andes será dificilmente compreendida, pelo seu todo, em uma escala de 1:1.000.

Desta forma, a escala permite, ou não, uma adequada visibilidade de um fenômeno geomorfológico.

Considerações Finais

A passagem histórica discutida neste trabalho, mostra que sempre houve uma tentativa de padronizar as metodologias de mapeamento utilizadas. Mesmo sem fazer parte do foco das pesquisas, os geomorfólogos sofrem muita influência dos trabalhos internacionais renomados e acabam participando de uma determinada corrente de padronização metodológica. Porém, a incapacidade atual de desenvolvermos uma metodologia que possibilite a representação adequada dos diversos fenômenos geomorfológicos, induz os pesquisadores a quebrarem paradigmas.

Podemos compreender que as várias quebras de paradigmas do pensamento geomorfológico mundial surtiram reflexos diretos na geomorfologia realizada no Brasil. Por essa razão, podemos compreender o porque pesquisadores, como Davis e King, apesar de não

conseguirem algumas respostas para casos específicos da geomorfologia brasileira, foram importantíssimos para a formação desta ciência no país.

É neste contexto, de adaptação de metodologias renomadas ou formulação de novas que expliquem melhor os fenômenos geomorfológicos desencadeados, que a preocupação com as escalas de pesquisa se mostra crucial para que possamos avançar nessa padronização, mesmo que apenas em âmbito nacional.

Conclui-se que apesar dos avanços da ciência geomorfológica, tanto na base teórica, quanto nas ferramentas que ela dispõe, o mapeamento geomorfológico, especificamente, exige uma constante verificação de seus conceitos fundamentais, como as diferentes escalas e a precisão, para manter a adequação dos mesmos.

Referências Bibliográficas

- AB'SÁBER, Aziz Nacib. Um conceito de Geomorfologia a serviço das pesquisas sobre o Quaternário. **Geomorfologia**. São Paulo, n. 18, p. 1-23, 1969.
- DAVIS, William Morris. The Geographical Cycle. **The Geographical Journal**. New Jersey, v. 14, n. 5, p. 481-504, 1899.
- KING, Lester Charles. A Geomorfologia do Brasil Oriental. **Revista Brasileira Geografia**. Rio de Janeiro, v. 18, p.147-285, 1956.
- LEUZINGER, Vitor Ribeiro. **Controvérsias geomorfológicas**. Rio de Janeiro: Jornal do Comércio, 1948, 207p.
- LONGLEY, Paul; GOODSCHILD, Michael; MAQUIRE, David; RHIND, David. **Geographic Information Systems and Science**. Chichester: J. Wiley, 2010, 560p.
- PAVLOPOULOS, Kosmas; EVELPIDOU, Niki; VASSILOPOULOS, Andreas. **Mapping Geomorphological Environments**. Berlim: Springer, 2009, 236 páginas.
- SCHUMM, Stanley Alfred. Explanation and extrapolation in geomorphology: seven reasons to geologic uncertainty. **Japanese Geomorphological Union**, Tokyo, v. 6, p.1-18, 1985.
- TRICART, Jean. **Principes et méthodes de la geomorphologie**. Paris: Masson, 1965, 496p.
- TRICART, Jean.; KILLIAN, Jean. **L'éco-géographie et l'aménagement du milieu naturel**. Paris: François-Maspero, 1979, 325p.