

# Uma Contribuição Analítica ao Mapeamento

## Geomorfológico no Brasil (1970-1995)<sup>1</sup>

*Marta Foeppe Ribeiro\**

### 1 . INTRODUÇÃO

É consensual referir-se à Geomorfologia como uma ciência que tem como objeto estudar as formas de relevo e os seus processos geradores. A análise e a compreensão de tais formas e processos permitem decifrar a história evolutiva da paisagem. Desse modo, todas as informações geradas a partir da análise da paisagem natural são fontes valiosas para a identificação e o monitoramento de mudanças no quadro ambiental. Dentro dessa perspectiva, as formas de relevo constituem “fatos geomorfológicos” que devem ser estudados, classificados e cartografados. No entanto, ainda existem problemas relacionados ao modo de classificar e representar graficamente as formas de relevo e seus processos atuantes.

Diferentes critérios de classificação dos “fatos geomorfológicos” surgiram com o desenvolvimento da Geomorfologia. Essa diversidade de critérios tem dificultado a elaboração de mapas geomorfológicos. Ainda não existe uma padronização de legendas associadas a diferentes escalas. Nesse sentido, parecem existir impasses quanto à questão dos mapeamentos geomorfológicos tanto no Brasil como no exterior, havendo necessidade de se explicitar o conteúdo geomorfológico a ser cartografado, tornando essencial a busca de caminhos metodológicos em direção a

sua elaboração. É importante também conhecer o instrumental de apoio cartográfico disponível e utilizado para a execução de mapeamentos do conteúdo geomorfológico.

### 2 - OBJETIVOS

Este trabalho objetiva conhecer o quadro evolutivo referente ao desenvolvimento de trabalhos que apresentam metodologias e/ou suas aplicações em mapeamento geomorfológico no Brasil, bem como avaliar de que forma os meios do sensoriamento remoto existentes vêm sendo empregados na identificação e na cartografia do conteúdo geomorfológico, principalmente no Brasil.

### 3 - MATERIAIS E MÉTODOS

De modo a atingir os objetivos propostos, procurou-se elucidar questões importantes quanto ao desenvolvimento de metodologias relacionadas ao mapeamento geomorfológico e à forma como as técnicas e os métodos do sensoriamento remoto vêm sendo aplicados na identificação e na cartografia do conteúdo geomorfológico.

Para o entendimento de tais questões, foram feitos levantamentos bibliográficos visando a obter informações sobre o desenvolvimento de metodologias e de suas aplicações em mapeamentos geomorfológicos no Brasil a partir de 1970, e verificar o número de trabalhos que utilizaram o sensoriamento remoto como instrumento para

<sup>1</sup> Este trabalho, aqui ampliado, é parte da Dissertação de Mestrado defendida junto ao Programa de Pós-Graduação em Geografia da Universidade Federal do Rio de Janeiro/UFRJ.

\* Professora Assistente do Departamento de Geografia /UERJ - Mestre em Geografia - PPGG/UFRJ

elaboração de mapas geomorfológicos. Portanto, foram consultados trabalhos publicados em periódicos nacionais de maior circulação e de divulgação na área das geociências, em anais de simpósios de Geografia Física Aplicada e de Sensoriamento Remoto e em publicações do INPE (Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais). Foram consideradas também algumas publicações técnicas elaboradas por órgãos públicos e por universidades. Esse levantamento bibliográfico permitiu, por conseguinte, delinear um quadro evolutivo sobre questões inerentes ao mapeamento geomorfológico no Brasil.

#### **4 - MAPEAMENTO GEOMORFOLÓGICO: CONSIDERAÇÕES GERAIS**

O binômio formas de relevo e processos atuantes deve sempre ser considerado em estudos geomorfológicos. A análise da distribuição das formas e dos processos conduz ao reconhecimento e à inferência das características físicas de uma área. Desse modo, o estudo das formas de relevo, dos materiais que as compõem e dos processos que nelas atuam é um instrumento valioso para a compreensão do meio ambiente e para a solução de problemas ambientais existentes ou que venham a acontecer. Em virtude disso, é inegável a importância dos mapeamentos geomorfológicos (COOKE E DOORNKAMP, 1974).

No mundo inteiro esforços há muito são feitos no sentido de se criar métodos capazes de conjugar *escala e legenda* em mapeamentos geomorfológicos. Muitos especialistas apontam a dificuldade de tal empreitada em função de diversos motivos: a falta de um padrão definido quanto às escalas e às legendas, já que existe grande variação de concepções conforme os países em que os mapas são elaborados; os tipos de relevo das áreas; a extensão das áreas a serem mapeadas (local ou regional); as finalidades dos mapeamentos e o tipo de tecnologia adotada, dentre outros (KLIMASZEWSKI, 1982).

Além disso, a própria definição de um mapa geomorfológico tem sido objeto de discussões em publicações nacionais e internacionais. Na prática, há uma grande diversidade de tipos de mapas que focalizam aspectos particulares de interesse da Geomorfologia e que criam melhores condições de apreensão das técnicas e dos métodos utilizados em sua elaboração, quanto à facilidade e à precisão para sua leitura (MARQUES *et al*, 1993). Pode-se citar, por exemplo, os mapas de declive, os topográficos, os de compartimentação de relevo e os de formações superficiais, embora alguns deles não apresentem informações acerca dos processos atuantes, da origem ou da idade das formas representadas (KLIMASZEWSKI, 1982; MARQUES *et al*, 1993).

COOKE E DOORNKAMP (1974) também reconhecem que existem vários mapas que são chamados de geomorfológicos. Geralmente, são mapas elaborados para atenderem aos propósitos acadêmicos, como a caracterização da geomorfologia de uma área de estudo, ou, então, para serem aplicados de modo a atingir algum objetivo específico, como: planejamento do uso do solo, controle da erosão, conservação do solo, drenagem, exploração de recursos minerais entre outros. Em função disso, uma distinção entre mapas morfográficos, morfogenéticos, morfométricos e morfocronológicos deve ser feita, identificando o relevo apenas pela forma, pela origem e evolução, pela extensão ou dimensão e pela idade.

MARQUES *et al* (1993) afirmam que quando se pretende reunir num mesmo mapa todos os aspectos relevantes para caracterizar o quadro geomorfológico de uma área, o nível de complexidade cresce e maiores são as dificuldades para cartografar em unidades de área tudo aquilo que deve ser incluído, como a gênese, as formas, os conteúdos e os processos que tendem a indicar a evolução do relevo.

Verstappen e Zuidam (1968 *apud* COOKE e DOORNKAMP, 1974) apontam importantes as-

pectos gerais que devem sempre ser considerados em mapeamentos geomorfológicos, tais como:

- a) o mapeamento deve ser flexível, adotando-se a legenda mais apropriada possível;
- b) os mapas devem ser simples para facilitar sua leitura;
- c) os mapas podem ser elaborados em escalas de detalhe ou regionais, tomando-se cuidado para adotar uma taxonomia compatível;
- d) o uso de cores pode facilitar a identificação de unidades geomorfológicas. No entanto, os autores chamam a atenção para o elevado custo da impressão de mapas coloridos. Atualmente, a utilização de computadores traz novas perspectivas quanto à reprodução de mapas coloridos, no que diz respeito ao custo, ao tempo despendido e à qualidade;
- e) a combinação, quando possível, do trabalho de foto-interpretação com verificação em campo, permitindo, além de uma maior aproximação com a “verdade terrestre”, a observação de outros aspectos da paisagem capazes de auxiliar na identificação dos fatos geomorfológicos. Esse aspecto é válido também quando se realiza mapeamentos com base na interpretação de imagens de satélite: quer visual, quer digital.

COOKE e DOORNKAMP (1974) afirmam que o estilo adotado para o mapeamento geomorfológico irá variar de um país para outro e, com isso, serão apresentados diferentes enfoques sobre as informações relativas ao relevo. O mapeamento geomorfológico envolve, em conjunto ou separadamente, distintos conteúdos relacionados ao relevo. Por isso os mapas elaborados poderão dar maior ênfase às formas, aos materiais que recobrem a superfície, à estrutura e litologia ou aos processos. Em vista disso, os autores tecem comentários sobre os métodos de mapeamento geomorfológico desenvolvidos em diferentes países, entre eles, Hungria, Polônia, França, África do Sul e a antiga União Soviética.

GARDINER e DACKOMBE (1987) apresentam legendas criadas para elaboração de ma-

pas geomorfológicos. São apresentados três tipos de legendas: o primeiro reúne símbolos indicados para mapas morfológicos básicos, nos quais as formas são reconhecidas por unidades de áreas com igual declive; o segundo reúne símbolos para serem adotados em mapeamentos geomorfológicos nos quais a gênese do relevo é considerada; e o terceiro inclui símbolos usados para mapeamentos de detalhe, enfatizando os processos.

KLIMASZEWSKI (1982) faz uma revisão bibliográfica sobre o desenvolvimento do mapeamento geomorfológico no mundo e discute tanto os princípios obedecidos na preparação de mapas geomorfológicos de detalhe, como o seu valor prático.

SALOMÉ *et al* (1982) realizaram um trabalho em que sintetizam uma comparação entre *sistemas de mapeamento geomorfológico* de diferentes países  $\frac{3}{4}$  Bélgica, Suíça, França e Polônia  $\frac{3}{4}$  além de comentarem o *sistema ITC* para mapeamentos geomorfológicos aplicados.

Na visão de COOKE e DOORNKAMP (1974), o propósito dos mapas geomorfológicos é o de retratar as formas de relevo existentes na superfície terrestre, indicando a natureza do material que as recobre e também o tipo e magnitude dos processos que nelas atuam. Somente assim, seria possível obter uma compreensão mais exata do relevo de uma área. KLIMASZEWSKI (1982) reforça esse ponto de vista ao considerar que uma ilustração completa do relevo requer um estudo das formas e de seus elementos, tanto no aspecto qualitativo  $\frac{3}{4}$  condições ambientais a que está submetido, formação e evolução  $\frac{3}{4}$  quanto no quantitativo  $\frac{3}{4}$  dimensão, distribuição, densidade, entre outros.

O trabalho de cartografia obriga a seleção de uma legenda e de uma escala. Obviamente, a definição desses dois elementos ocorrerá em função dos objetivos ou dos propósitos do mapeamento. Para um mapa ser consistente deverá respeitar três parâmetros: o nível de detalhamento desejado, a definição de unidades de área capa-

zes de representar os detalhes e a escala. Uma disparidade entre esses parâmetros poderá comprometer a eficácia do mapeamento. Uma legenda geral e mais aberta será efetiva para mapas em pequenas escalas e que recobrem extensas áreas. A legenda com símbolos que identifiquem formas isoladas e processos locais expressará um maior nível de detalhamento e, portanto, o mapa terá uma escala grande e representará uma pequena área.

Pode-se ainda destacar que, ao fazer variar os elementos a serem considerados como fundamentais para o mapeamento geomorfológico, criam-se valores relativos quanto a menor e a maior propriedade no emprego de cada um dos recursos a serem utilizados.

## 5 - O MAPEAMENTO GEOMORFOLÓGICO NO BRASIL E O USO DO SENSORIAMENTO REMOTO

O interesse em obter uma avaliação do quadro evolutivo, referente a metodologias desenvolvidas em direção ao mapeamento geomorfo-

lógico no Brasil, justifica a realização de levantamento bibliográfico sistemático nos periódicos nacionais de maior circulação relacionados à área das geociências.

O critério de seleção dos trabalhos privilegiou, como elemento explícito em seu objetivo e conteúdo, a presença do mapeamento geomorfológico. Buscou-se observar como os autores entendem o significado de mapeamento geomorfológico. Foram incluídos também trabalhos que continham mapas considerados geomorfológicos, elaborados para servirem de suporte à análise de outras temáticas.

Foi verificado o número de trabalhos que utilizaram o sensoriamento remoto na elaboração de mapas geomorfológicos pela interpretação de fotografias aéreas, de imagens de radar ou de satélite.

A análise da bibliografia foi realizada considerando-se os principais periódicos nacionais entre 1970 - 1995<sup>2</sup>, conforme mostra a Tabela 1. Alguns trabalhos anteriores foram incluídos devido a sua contribuição à Geomorfologia e porque são freqüentemente referenciados.

TAB. 1 - PRINCIPAIS PERIÓDICOS NACIONAIS CONSULTADOS

PERIÓDICOS NACIONAIS CONSULTADOS	PERIODO DE CONSULTA	TOTAL DE PUBLICAÇÕES
NOTICIA GEOMORFOLÓGICA	vol. 8 n. 15 (1968) ao vol. 22 n. 44 (1982)	30 publicações
GEOCIÊNCIAS (que incorporou o Notícia Geomorfológica)	vol. 2 (1983) ao vol. 9 (1990)	8 publicações
REVISTA BRASILEIRA DE GEOGRAFIA	ano 32 n. 1 (1970) ao ano 54 n. 4 (1992)	88 publicações
GEOGRAFIA	vol. 1 n. 1 (1976)  ao vol. 18 n. 2 (1993)	35 publicações
BOLETIM DE GEOGRAFIA TEORÉTICA	Vol. 1 n. 1 (1971) ao vol. 25 n. 49/50 (1995)	47 publicações
REVISTA BRASILEIRA DE GEOCIÊNCIAS	vol. 1 n. 1 (1971) ao vol. 20 n. 4 (1990); vol. 24, n. 3 e 4 (1994) e vol. 25, n. 1 (1995)	83 publicações
CADERNOS DE GEOCIÊNCIAS	n. 1 (1988) ao n. 15 (1995)	15 publicações

2 Não foi possível encontrar disponíveis para a consulta todos os números e volumes dos periódicos até 1995. Além disso, alguns estão com publicações em atraso.

Somam-se a isso consultas realizadas em anais de simpósios de Geografia Física Aplicada e de Sensoriamento Remoto, em cadernos da USP (séries Cartografia, Geomorfologia e Aerofotogrametria) e publicações técnicas elaboradas por órgãos públicos e pelas universidades.

Foi investigado também o "Sistema de Informações Bibliográficas de Sensoriamento Remoto - SIBSER", volumes 1 e 2, organizado pelo Instituto de Pesquisas Espaciais (INPE), com trabalhos publicados até 1990.

Alicerçado na análise dos trabalhos selecionados nos periódicos, foram destacadas duas direções mais gerais em relação aos seus objetivos: uma ligada às questões metodológicas; outra, a estudos de áreas específicas.

O conjunto de trabalhos referente às questões metodológicas apresenta uma diversidade de objetivos propostos que não estão relacionados a uma temática específica.

Em linhas gerais, esses trabalhos apresentam métodos ou comparação de métodos utilizados em aspectos específicos e gerais da elaboração de mapas geomorfológicos; procuram apresentar o

estado atual do mapeamento geomorfológico no Brasil; relacionam o Sensoriamento Remoto à Geomorfologia; usam a Geomorfologia como suporte para o estudo de solos, para a análise ambiental e para o planejamento; e alguns procuram definir unidades geomorfológicas.

Os trabalhos desenvolvidos em direção ao estudo de áreas específicas apresentam como objetivos a identificação de unidades geomorfológicas; a caracterização de formas de relevo e o entendimento do comportamento dos processos atuantes; o uso da geomorfologia como subsídio para a análise do quadro ambiental.

Nesse conjunto, há maior concentração de trabalhos em direção à identificação e à caracterização de unidades geomorfológicas nas áreas estudadas.

A Tabela 2 expõe o número de trabalhos selecionados em cada periódico, indicando quantos se relacionam ao mapeamento geomorfológico e quantos foram elaborados em direção a outra temática (agricultura, uso do solo, pedologia, geologia, por exemplo), que inclui a Geomorfologia e seus mapas.

**TAB. 2 - DISTRIBUIÇÃO DE TRABALHOS PUBLICADOS NOS PRINCIPAIS PERIÓDICOS NACIONAIS DE ACORDO COM DIFERENTES TEMÁTICAS.**

PERIÓDICO	Nº DE PUBLICAÇÕES	TRABALHOS RELACIONADOS AO MAPEAMENTO GEOMORFOLÓGICO	TRABALHOS ELABORADOS EM OUTRAS TEMÁTICAS QUE INCLUEM A GEOMORFOLOGIA E SEUS MAPAS
NOTÍCIA GEOMORFOLÓGICA	30	16	0
GEOCIÊNCIAS	8	11	3
REVISTA BRASILEIRA DE GEOGRAFIA	88	14	2
GEOGRAFIA	35	8	5
BOLETIM DE GEOGRAFIA TEORÉTICA	47	12	7
REVISTA BRASILEIRA DE GEOCIÊNCIAS	83	2	0
CADERNOS DE GEOCIÊNCIAS	15	2	2
TOTAL	306	65	19

Os trabalhos relacionados ao mapeamento geomorfológico correspondem a pouco mais de 20% do total. Entretanto, ao comparar esse valor com o total de trabalhos em Geomorfologia, nota-se que é significativo.

A Tabela 3 mostra a frequência do uso de fotografias aéreas, de imagens de radar e de satélite, como também de cartas topográficas em trabalhos relativos ao mapeamento geomorfológico.

**TAB. 3 - A FREQUÊNCIA DO USO DE FOTOGRAFIAS AÉREAS, DE IMAGENS DE RADAR, DE IMAGENS DE SATÉLITE E DE CARTAS TOPOGRÁFICAS EM TRABALHOS PUBLICADOS NOS PRINCIPAIS PERIÓDICOS NACIONAIS.**

PERIÓDICO	Nº TOTAL DE TRABALHOS	USO DE FOTOGRAFIAS AÉREAS	USO DE IMAGENS DE RADAR	USO DE IMAGENS DE SATÉLITE	USO DE CARTAS TOPOGRÁFICAS
NOTÍCIA GEOMORFOLÓGICA	16	13	2	3	13
GEOCIÊNCIAS	14	6	3	1	9
REVISTA BRASILEIRA DE GEOGRAFIA	16	9	8	7	12
GEOGRAFIA	13	6	5	4	5
BOLETIM DE GEOGRAFIA TEORÉTICA	19	8	4	5	7
REVISTA BRASILEIRA DE GEOCIÊNCIAS	2	2	1	1	1
CADERNOS DE GEOCIÊNCIAS	4	1	0	2	1
TOTAL	84	45	23	23	48

A Tabela 3 permite verificar que as fotografias aéreas e as cartas topográficas continuam sendo os instrumentos de apoio cartográfico mais utilizados em trabalhos de mapeamentos geomorfológicos. O uso de imagens de radar e de satélite possuem a mesma participação, no entanto, os trabalhos que empregam imagens de satélite restringem-se à atividade de interpretação visual. Os estudos desenvolvidos em escala regional, abrangendo extensas áreas, geralmente utilizam além das cartas topográficas, fotos aéreas e imagens de radar e de satélite, principalmente. Entre os trabalhos selecionados, merecem destaque aqueles que mais diretamente tratam a questão da cartografia geomorfológica, alguns inclusive preocupando-se com a utilização de sensores de radar e de satélites para esse fim: TROPMAIR (1969), TROPMAIR (1970), FRANZLE (1970), BARBOSA *et al* (1977), DONÉ (1981), BARBOSA (1983), CHRISTO-

FOLETTI (1983), ARGENTO *et al* (1984) e NOVO (1988).

O levantamento com base no "Sistema de Informações Bibliográficas de Sensoriamento Remoto" apontou aspectos importantes:

- a) todos os trabalhos selecionados possuem caráter aplicado, isto é, abordam e desenvolvem metodologias relativas ao mapeamento geomorfológico, a partir do uso de métodos e de técnicas de sensoriamento remoto;
- b) a produção de trabalhos em direção à aplicação do sensoriamento remoto à Geomorfologia tem início em 1977. Desta data até 1990 foi destacado um total de quatorze trabalhos, sendo que há uma concentração maior de trabalhos na segunda metade da década de 80.

Algumas contribuições em direção ao uso do sensoriamento remoto na Geomorfologia estão presentes em anais de simpósios brasileiros de Sensoriamento Remoto. A leitura dos trabalhos,

publicados na íntegra ou sob a forma de resumos, permite avaliar a natureza dos trabalhos que vêm sendo desenvolvidos por diferentes grupos de pesquisas pertencentes a universidades ou a órgãos públicos. De um modo geral, os trabalhos apresentados apontam dois caminhos: a utilização da geomorfologia, como suporte para outras temáticas, e a abordagem de métodos e de técnicas de sensoriamento remoto para elaboração de mapas geomorfológicos e para definição de unidades geomorfológicas. No entanto, a participação de trabalhos que relacionam a aplicação do Sensoriamento Remoto à Geomorfologia em simpósios de Sensoriamento Remoto ainda é muito restrita.

O Instituto de Pesquisas Tecnológicas do Estado de São Paulo (IPT) elaborou um trabalho sobre o mapeamento geomorfológico do Estado de São Paulo, datado de 1981, no qual apresenta uma síntese da contribuição, desde o início do século, de diferentes autores em direção à evolução desse tipo de mapeamento no estado. Os autores citados no trabalho apontam diferentes metodologias de mapeamento geomorfológico e, principalmente, sugestões de regionalização do relevo, considerando-se forma, processos e aspectos geológicos, o que possibilitou progressos em relação à definição de taxonomias e de legendas referentes a diferentes escalas.

SOUZA (1992) destaca em seu trabalho a importância da utilização de mapas geomorfológicos como planos de informação para mapeamentos geotécnicos, apontando, inclusive, estudos que possibilitaram a fundamentação dos “critérios geomorfológicos”, nos quais se baseou o mapeamento geomorfológico.

Alguns trabalhos publicados fora dos periódicos nacionais de maior circulação merecem destaque devido a sua contribuição à Geomorfologia: MOREIRA (1968); AB’SABER (1969); MODENESI (1969); PEIXOTO (1970); CONTI (1970); COLTRINARI (1970); RIMBERT (1976); MEIS e MACHADO (1978).

Após a análise dos trabalhos publicados nos periódicos nacionais e nos anais dos simpósios brasileiros de Sensoriamento Remoto e de Geografia Física Aplicada, foi possível constatar que raros são os trabalhos que descrevem como realizar os mapeamentos, utilizando-se os instrumentos de apoio cartográfico disponíveis. Alguns poucos trabalhos demonstram essa preocupação e chamam a atenção para a necessidade de serem estabelecidas regras gerais para a elaboração dos mapas e de suas legendas, para as quais, inclusive, não existe uma padronização e também não estão claras suas origens e definições. A maior parte dos mapas publicados representa apenas os aspectos morfológicos, não havendo nas legendas muitas referências à cartografia de processos geomorfológicos. Além disso, poucas menções são feitas ao que é utilizado da Geomorfologia em mapeamentos que alcançam usos mais frequentes em trabalhos aplicados, como é o caso dos mapas geotécnicos.

Os trabalhos com foto-interpretação continuam sendo muito utilizados, mesmo para grandes áreas, envolvendo alto custo com as fotografias aéreas e demandando longo período de tempo para a sua finalização.

Muito embora já sejam disponíveis os sistemas de tratamento de dados digitais de imagens de satélite, seu uso em mapeamentos geomorfológicos ainda é restrito. O mesmo ocorre em relação aos mapeamentos elaborados por computador em programas isolados ou por sistemas de informação geográfica.

Há enorme dificuldade de consulta a trabalhos aplicados que empregam mapeamentos geomorfológicos, já que, muitas vezes, se restringem a relatórios técnicos de órgãos e de empresas. No entanto, os periódicos de circulação nacional e os anais de simpósios representam importantes veículos de divulgação do que está sendo produzido, levando aqueles que estudam Geomorfologia à atualização do conhecimento e à apreensão de novas perspectivas de trabalho.

ARGENTO (1994: 368) ressalta o conteúdo geomorfológico como subsídio ao planejamento ambiental. O autor discute também a metodologia do mapeamento geomorfológico que, na sua visão, “tem como base a ordenação dos fenômenos mapeados, segundo uma taxonomia que deve estar aferida a uma determinada escala cartográfica”. De acordo com a escala de análise, ele destaca a importante contribuição metodológica e cartográfica oferecida pelo Projeto RadamBrasil, que se baseou na interpretação de imagens de radar e em trabalhos de campo, gerando mapas e relatórios que fornecem um quadro geral da Geomorfologia do Brasil, na escala 1 : 1.000.000. Esses mapas utilizam uma classificação analítico-descritiva, a qual ressalta os grandes domínios morfoestruturais como agrupamentos das regiões geomorfológicas que, por sua vez, representam agrupamentos de unidades geomorfológicas, constituídas por diferentes tipos de modelados, que mantêm, portanto, uma coerência hierárquica.

O autor ainda expõe legendas possíveis de serem utilizadas em projetos regionais, com uma taxonomia apropriada a mapeamentos geomorfológicos em escalas iguais ou inferiores a 1 : 100.000. Destaca legendas elaboradas em função das formas resultantes e dos processos geradores e relativas a informações complementares. Apresenta também legendas para mapeamentos geomorfológicos em escalas maiores, as quais chamou de mesoescalas (1 : 50.000) e microescalas de detalhamento (iguais ou maiores do que 1 : 25.000), sugerindo que essas escalas sejam utilizadas em projetos municipais e em planejamentos ambientais locais, respectivamente.

ARGENTO (1994:366) também ressalta que os “mapeamentos geomorfológicos não seguem um padrão predefinido, tanto em nível de escalas adotadas, como quanto à adoção de bases taxonômicas a elas aferidas”. O autor chama a atenção para a dificuldade existente de um critério padronizado para elaboração de mapas temáticos em bases geomorfológicas e para a necessi-

dade de esforços no sentido de se ordenar legendas que atendam a perspectivas de mapeamentos em macro, meso e microescalas. As legendas devem ser manipuladas de modo a possibilitar sua utilização em outras áreas, como engenharia, planejamento, agronomia, saneamento.

XAVIER-DA-SILVA (1994: 399) discute a relação entre escala e classificação de feições geomorfológicas. Chama a atenção para o cuidado que deve haver na adoção de classificações idiográficas e nomotéticas. Segundo o autor, as classificações idiográficas “visam a explicar os fenômenos encontrados, admitindo seu caráter peculiar no tempo e no espaço. Em consequência, (...) nas classificações idiográficas podem ser usados termos identificadores de entidades geomorfológicas (e ambientes em geral) associados à toponímia local (...)”.

Por outro lado, as classificações nomotéticas procuram “(...) por leis de formação que tende a criar um corpo de conhecimentos extrapoláveis. Em consequência, usam-se classificações que não se apoiam em topônimos(...). No caso da Geomorfologia, podem ser usadas classificações que se apoiem na origem e natureza da feição geomorfológica, criando-se, assim, estruturas hierárquico-funcionais passíveis de extrapolação, isto é, que podem ser usadas em situações ambientais análogas, encontradas em outras áreas geográficas”.

ARGENTO (1994: 366) ressalta que o mapeamento temático, em bases geomorfológicas, “deverá fornecer um grau de informação correspondente, que deve estar coerentemente representado através de uma legenda de conteúdo prático e operacional compatível à legenda de interfaces de decisões para o planejamento, quer no contexto rural, urbano ou regional”, o que levaria a uma ampliação das interfaces da Geomorfologia com as outras ciências ambientais. Finalmente, ARGENTO (1994) considera que todo mapa geomorfológico deve apoiar-se numa consistente fundamentação teórica em Geomorfologia, numa adequada escolha da legenda as-

sociada à escala cartográfica e, ainda, numa interpretação visual eficiente das formas de relevo e de seus processos geradores.

## 6 - CONSIDERAÇÕES FINAIS

A análise realizada com base nas discussões e nas propostas metodológicas relativas ao mapeamento geomorfológico em trabalhos desenvolvidos no Brasil mostrou que ainda há dificuldade de ordem conceitual, isto é, existem diferentes e, por vezes, errôneas concepções do que possa ser considerado um mapa geomorfológico. Esse fato, de certo modo, é fruto dos diferentes critérios de classificação dos "fatos geomorfológicos". Poucos estudos foram realizados e divulgados em direção ao desenvolvimento de metodologias que adequem as informações geomorfológicas relevantes aos elementos intrínsecos de um mapa, como escala e legenda.

A maior parte dos mapas geomorfológicos é elaborada em âmbito acadêmico, restringindo-se à análise de casos. São, portanto, estudos isolados, através dos quais são verificadas diferenças quanto à definição de unidades taxonômicas, sem preocupação com a questão da escala de representação e quanto à diversidade de simbologias adotadas.

De modo geral, poucos são os estudos que utilizam os recursos do sensoriamento remoto no campo da Geomorfologia. A maioria dos mapas geomorfológicos ainda obtém informação sobre as áreas estudadas por intermédio de fotografias aéreas e de cartas topográficas. As fotografias aéreas apresentam como vantagens tanto a escala, que permite extrair informações detalhadas sobre diferentes aspectos da superfície terrestre, quanto a maior resolução espacial, que possibilita a distinção entre dois elementos vizinhos e a sua representação cartográfica a partir de um mínimo de distorção aceitável. No entanto, o trabalho de interpretação de fotografias aéreas é dispendioso e demorado quando se deseja cobrir grandes áreas. As cartas topográficas apresentam um certo nível de generalização e seus

dados não sofrem atualização frequente. Os mapeamentos realizados com base em imagens de radar e de satélite, por sua vez, restringem-se a sua interpretação visual.

Deve-se ressaltar a necessidade de aprofundamento nas discussões e nas definições acerca das legendas, das unidades taxonômicas e das escalas de representação cartográfica adotadas em mapeamentos geomorfológicos. Do mesmo modo, torna-se cada vez mais importante conhecer os instrumentos de apoio cartográfico disponíveis, os quais facilitam a obtenção de informações geomorfológicas e melhoram a qualidade gráfica dos mapas finais.

## RESUMO

*Ao longo do desenvolvimento da geomorfologia surgiram diferentes critérios de classificação dos "fatos geomorfológicos". Essa diversidade de critérios tem dificultado a elaboração de mapas geomorfológicos.*

*Este trabalho foi realizado objetivando conhecer o quadro evolutivo referente ao desenvolvimento de metodologias adotadas em mapeamentos geomorfológicos no Brasil; e avaliar como os meios do sensoriamento remoto vêm sendo empregados na identificação e na cartografia do conteúdo geomorfológico no Brasil.*

*Para atingir os objetivos, foram feitos levantamentos bibliográficos nos principais periódicos nacionais na área das geociências, nos anais de simpósios de geografia Física Aplicada e de Sensoriamento Remoto e em publicações do INPE.*

*Como resultado dos levantamentos bibliográficos verificou-se que ainda há diferentes concepções do que possa ser considerado um mapa geomorfológico. A maior parte dos mapas é elaborada em âmbito acadêmico. Não existe atualmente*

uma padronização quanto às escalas, às legendas e às unidades taxonômicas no trabalho de elaboração dos mapas geomorfológicos. As fotografias aéreas e as cartas topográficas ainda são os principais meios de obtenção de informações sobre a geomorfologia das áreas estudadas.

## **PALAVRAS-CHAVE** \_\_\_\_\_

*mapeamento geomorfológico;  
sensoriamento remoto*

## **ABSTRACT** \_\_\_\_\_

*During the development of Geomorphology, several relief forms classification rules and processes appeared. There are many different ways for building geomorphological maps.*

*This paper intends to focus on some subjects of Geomorphology, more specifically: a) the development of methodologies relating to geomorphological mapping and their applications in Brazil; b) the evaluation of reconnaissance and cartography of geomorphological content in Brazil.*

*In order to attain the desired purposes, many bibliographical researches were conducted using many important national periodicals on Geography, Physical Applied Geography and Remote Sensing Symposium Annals. Publications from INPE (Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais, Brazil) were also searched.*

*After the bibliographical research, several different conceptions of building a geomorphological map were found. The greater part of the maps has been worked out in details in the academic ambient.*

*Nowadays, there isn't a standardization of scale, legends and taxonomical measure in geomorphological map elaboration. The aerial photography and topographical maps are still the most important means to get information about geomorphology of a giving surface area.*

## **KEYWORDS** \_\_\_\_\_

*Geomorphological mapping; remote sensing.*

## **REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS**

- AB'SABER, A. N. Problemas do mapeamento geomorfológico no Brasil. *I Conferência Nacional de Geografia e Cartografia Comissão G.* Rio de Janeiro: IBGE, 1968. 20 p.
- ARGENTO, M. S. F. Mapeamento geomorfológico. In: GUERRA, A. J. T., CUNHA, S. B. (orgs.), *Geomorfologia - uma atualização de bases e conceitos*, p. 365 - 391. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 1994. 458 p.
- ARGENTO, M. S. F.; CANALI, N. E.; MARQUES, J. S. O uso de sensores remotos em geomorfologia. *Geografia*, Rio Claro, São Paulo, v. 9, n. 17-18, p. 194 - 207, 1984.
- BARBOSA, G. V. Evolução da metodologia para mapeamento geomorfológico do projeto RadamBrasil. *Geociências*, Rio Claro, São Paulo, v. 2, p. 7 - 20, 1983.
- BARBOSA, G. V.; FRANCO, E. M. S.; MOREIRA, M. M. A. Mapas geomorfológicos elaborados a partir do sensor radar. *Notícia Geomorfológica*, Campinas, São Paulo, v. 17, n. 33, p. 137 - 152, 1977.
- CHRISTOFOLETTI, A. Mapeamentos geomorfológicos no Brasil. *Geociências*, Rio Claro, São Paulo, v. 2, p. 1 - 6, 1983.
- COLTRINARI, L. Traços morfológicos do Sítio de Guaratinguetá e de seus arredores. *Cadernos da USP/Geomorfologia*, São Paulo: USP, v. 21, p. 14 - 16, 1970.
- CONTI, J. B. Aspectos do Maciço Central Francês. *Cadernos da USP/Geomorfologia*. São Paulo: USP, v. 21, p. 19 - 22, 1970.
- COOKE, R. V. & DOORNKAMP, J. C. *Geomorphology in environmental management - an introduction*. Oxford: Clarendon Press, 1974, 413 p.

- DONÉ, S. S. B. Mapas geomorfológicos e suas legendas - uma contribuição para estudos analíticos. *Notícia Geomorfológica*, Campinas, São Paulo, v. 21, n. 41, p. 85 - 110, 1981.
- FRANZLE, O. Cartografia geomorfológica. *Notícia Geomorfológica*, Campinas, São Paulo, v. 10, n. 19, p. 76 - 80, 1970.
- GARDINER, V. & DACKOMBE, R. *Geomorphological field manual*. Sidney: George Allen & Unwin, 1987, 254 p.
- IPT. Instituto de Pesquisas Tecnológicas do Estado de São Paulo. Mapa geomorfológico do Estado de São Paulo. *Monografias da Divisão de Minas e Geologia Aplicada*, São Paulo, v. 1, 1981.
- KLIMASZEWSKI, M. Detailed geomorphological maps. *ITC Journal*, 1982/83, 7 p.
- MARQUES, J. S.; RIBEIRO, M. F.; SANTANA, J. S. de. O sensoriamento remoto e o mapeamento geomorfológico no Brasil - uma amostragem no período 1970 - 1990. *V Simpósio de Geografia Física Aplicada*, São Paulo - SP, anais, p. 369-373, 1993.
- MEIS, M. R. M. de & MACHADO, M. B. A morfologia de rampas e terraços no planalto do sudeste do Brasil - Médio Vale do Rio Doce. *Revista Portuguesa de Geografia* (Separata). Lisboa, v. XIII, n. 26, p. 201 - 218, 1978.
- MODENESI, M. C. Memória explicativa da carta geomorfológica da Ilha de Santo Amaro (SP) (Primeiros Estudos). *Cadernos da USP/ Aerofotogeografia*, São Paulo: USP, V. 2, p. 1 - 15, 1969.
- MOREIRA, A. A. N. Cartas geomorfológicas. *I Conferência Nacional de Geografia e Cartografia- Comissão G*, Rio de Janeiro: IBGE, 1968, 12 p.
- NOVO, E. M. L. de M. Utilização de dados de sensoriamento remoto em estudos ambientais. *Geografia*. Rio Claro, São Paulo, v. 13, n. 25, p. 43 - 51, 1988.
- PEIXOTO, C. S. Morfologia do sítio urbano de Salvador. *Cadernos da USP/ Geomorfologia*, São Paulo: USP, v. 21, p. 2 - 8, 1970.
- RIBEIRO, M. F. *O sensoriamento remoto em base orbital aplicado à Geomorfologia: uma contribuição analítica*. (Dissertação de Mestrado). Rio de Janeiro: Instituto de Geociências, UFRJ, 1995, 154 p.
- RIMBERT, S. Metodologia cartográfica comparada em Geomorfologia (2) - Colocação do Problema. *Cadernos da USP/ Cartografia*, São Paulo: USP, v. 3, p. 1 - 12, 1976.
- SALOMÉ, A. I.; DOSSER, H. J. V.; RIEFF, Ph. L. A Comparison of geomorphological mapping systems. *ITC Journal*, 1982/3, 2 p.
- SOUZA, N. C. D. C. de. *Mapeamento geotécnico com base na compartimentação por formas de relevo e perfis típicos de alteração*. São Carlos: São Paulo: USP, 1992, 34 p.
- TROPPMAIR, H & MNICH, J. Cartas geomorfológicas. *Notícia Geomorfológica*. Campinas, São Paulo, v. 9, n. 17, p. 43 - 51, 1969.
- TROPPMAIR, H. Estudo comparativo de mapeamentos geomorfológicos. *Notícia Geomorfológica*. Campinas, São Paulo, v. 10, n. 20, p. 3 - 11, 1970.
- XAVIER-DA-SILVA, J. Geomorfologia e geoprocessamento. In: Guerra, A. J. T., Cunha, S. B. (orgs.), *Geomorfologia - uma atualização de bases e conceitos*, p. 393 - 414. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 1994. 458 p.

