

## LIMITES E POSSIBILIDADES DA GEOMORFOLOGIA APLICADA

RODRIGUES, C.<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Universidade de São Paulo, e-mail: [cleidrig@usp.br](mailto:cleidrig@usp.br)

### RESUMO

O estudo baseia-se numa ampla revisão da literatura (RODRIGUES, 1997) e na participação ininterrupta por mais de 14 anos em processos de avaliação do meio físico relativos a projetos e planos de natureza físico-territorial ou ambiental, passando pelos planos de desenvolvimento regional do Estado de São Paulo das décadas de setenta e oitenta, pelo planejamento e avaliação de impacto de hidrelétricas em diversas regiões brasileiras da década de oitenta e por estudos recentes ou emissão de pareceres no planejamento da Região Metropolitana de São Paulo na década de noventa. Em todas essas experiências foi possível utilizar-se de ou gerar conhecimento geomorfológico de parcelas significativas das áreas estudadas. Essa experiência acumulada resultou na possibilidade de análises, reflexões e proposições a respeito do papel potencial (técnico) do conhecimento geomorfológico e de suas limitações, que podem ser de ordem científica e técnica ou de natureza política. Aqui demonstra-se parte da reflexão a respeito dos limites entre as práticas externas e internas à área acadêmica, ou seja, os limites entre a ciência pura e aplicada, no caso, a geomorfologia.

Palavras-chave: Geomorfologia e Planejamento, Geomorfologia Aplicada, Geomorfologia e avaliação ambiental

### INTRODUÇÃO

Traçar um limite entre a geomorfologia pura e aplicada não é uma tarefa simples como se poderia supor a princípio. Existem especialistas que afirmam que essa última não seria um ramo particular da geomorfologia devido ao fato de que, desde seus primórdios e ainda hoje, a disciplina vem se desenvolvendo em maior grau também porque vinculada a problemas de ordem prática. Essa idéia se coloca também em função de que, dentre outros ramos do conhecimento e em seus primórdios, a disciplina esteve ligada aos estudos pioneiros de engenheiros de minas, hidráulicos, agrônomos e florestais. Estes profissionais, ao se confrontarem com as realidades naturais, teriam acumulado observações discriminando “*pouco a pouco, os objetivos específicos da geomorfologia*” (JOLY, 1977). Sua distinção como ciência autônoma, portanto, teria sido cunhada a partir das necessidades práticas de compreensão dos processos superficiais naturais e derivados ação humana, o que tornaria mais difícil a delimitação entre ambas. Outros, preocupados com a falta de contato entre o mundo da academia que algumas demandas sociais têm assumido nas últimas décadas e em alguns países em particular, como no caso do Brasil, afirmam que esses dois ramos do conhecimento não devam ser separados, para evitar a vulgarização e utilização equivocada de alguns de seus preciosos instrumentos de investigação.

Se na sua origem esteve mais ligada à aplicação imediata do conhecimento gerado, como aconteceu com a maior parte das ciências naturais, seu desenvolvimento posterior observou, de fato, uma cisão segundo dois conjuntos de interesses. Desde as fases de maior

institucionalização e disseminação da do ensino universitário podem ser observados esses dois grandes conjuntos de interesse. São eles: os interesses pragmáticos (mais vinculados a demandas externas às academias científicas) e os interesses científicos (em geral mais vinculados a seu desenvolvimento enquanto ciência institucionalizada), ainda que ambos possam coexistir em diversos arranjos institucionais.

Mas, esses dois conjuntos produzem, de alguma forma, conhecimento consequente. Essa consequência pode se dar com maior ou menor abrangência, imediata ou de longo prazo, direta ou indireta, mas, em geral existe. Isso se coloca em função natureza própria dessa área do conhecimento em sua busca por compreender o conjunto de processos atuais e passados da superfície terrestre, *locus* privilegiado da materialização do conjunto de ações e apropriações sociais.

Dentro mesmo desses dois conjuntos de interesses é possível produzir conhecimento substantivo, que, sendo ou não sistematizado em linguagem gráfica e cartográfica, seria aquele relativo a um sistema físico, ou a uma área determinada da superfície da Terra. Isso significa que, mesmo diante das atuais velozes demandas por conhecimento, é possível produzir conhecimento geomorfológico válido cientificamente dentro mesmo dos diversos arranjos externos. Essa situação pode ser mais ou menos verdadeira de acordo com os diferentes países, nos quais a relação entre as instituições universitárias ou demais instituições de pesquisa com as áreas administrativas do estado e empresariais privadas podem se dar de diferentes formas. Seja como for, a grande aplicabilidade do conhecimento geomorfológico coloca como necessidade a reflexão sobre a fluidez desses dois universos, que podem apresentar interfaces diversas.

O estudo aqui apresentado parte do conhecimento geomorfológico gerado e aplicado nas experiências citadas anteriormente e de amplas revisões da literatura em geomorfologia pura e aplicada.

## **CISÃO OU COMPLEMENTARIDADE?**

A tendência atual geral é a de separação entre a geomorfologia pura e a aplicada. Nessa última vem sendo realizadas com mais frequência as atividades de interpretação e adaptação do conhecimento geomorfológico gerado pela primeira. Adaptações, interpretações, decodificações, apropriações estas, realizadas para fins de um segundo nível de absorção e interpretação, que se dá em processos de planejamento territorial dos mais variados, tais como: estudos de impacto de grandes e médios empreendimentos, planejamento regional, planejamento setorial, planejamento urbano, zoneamentos, planos

diretores, mapeamento de riscos ou cartas geotécnicas, dentre outros. E dentro destes processos, ou seja, dentro das práticas externas à academia, haveria maior espaço para produção de conhecimento substantivo e de ciência pura numa das principais fases de planejamento territorial: a fase de diagnose. Essas diagnoses tem maior possibilidade de se desenvolver em processos de planejamento de longo prazo, como por exemplo, o do setor energético.

Contudo, mesmo admitindo-se que as práticas revelam a inexistência de rupturas nítidas entre essas duas práticas, tampouco exclusividade de interesses, é preciso compreender que existem diferenças fundamentais na lida com o conhecimento. Dentre essas diferenças, emergência da conclusão e de respostas está muito mais presente dentro do mundo da aplicação, além da maior necessidade de se trabalhar aspectos relativos à comunicação do conhecimento produzido, onde a linguagem específica, por vezes, é substituída por outra de menor precisão. Em planejamento físico-territorial e ambiental, quando não há informação geomorfológica, o que se produz nas fases de diagnose é ciência pura e conhecimento substantivo. Contudo na grande maioria dos casos atuais essa situação é uma exceção.

A ausência desta emergência e a ausência de temas ou áreas preferenciais para os estudos, por outro lado, caracterizam as práticas acadêmicas. Estas, libertas de um confinamento a assuntos emergenciais ou de limites temporais rígidos podem, por exemplo, testar em maior profundidade a validade de certas interpretações, ou lançar-se em assuntos pouco discutidos, ocupando um espaço que, certamente, não seria preenchido se perseguidos exclusivamente interesses mais imediatos. Ainda que em ciências da Terra não exista a possibilidade de desvincular-se da base empírica, estudos teóricos que resultem em modelos, não poderiam ser efetuados caso não houvesse espaço para seu desenvolvimento dentro da área científica acadêmica.

Na revisão da literatura realizada por RODRIGUES (1997) verificou-se que essa vinculação e complementaridade são sugeridas ou comentadas por diversos autores, tal como HART (1986) e TRICART (1962, 1965) e estão presentes em grande parte da literatura de metodologia científica que procura distinguir ciência pura e aplicada ou discutir métodos científicos. HART (1986) considera que a geomorfologia, compreendida como o estudo das formas, dos materiais superficiais e dos processos, teria, de fato, dois ramos principais: a moderna geomorfologia pura e a moderna geomorfologia aplicada. E estas seriam distintas, ainda que uma se apoie na outra. Demonstrando a

complementaridade entre ambas o autor elabora um painel do conhecimento requerido pela geomorfologia aplicada à geomorfologia pura.

O ponto de vista aqui exposto, construído por meio da geração e aplicação de conhecimento geomorfológico em diversas regiões do Brasil, é coincidente com o referido autor. HART (1986) afirma por exemplo que, de forma geral, admite-se que a geomorfologia aplicada não tenha ainda acontecido plenamente, apesar da demanda ter crescido. Uma série de princípios e orientações metodológicas explorados de forma pontual em geomorfologia pura, permaneceram sub-utilizados em geomorfologia aplicada. São coincidentes também as correlações entre alguns temas da geomorfologia aplicada e determinadas necessidades de recursos teórico-metodológicos observadas por diversos autores . Por exemplo, para os temas '*riscos*', *planejamento ambiental* e *avaliação de recursos* o referido autor identifica a necessidade de utilização dos princípios e modelos que incluem o fator ou o agente antrópico, a necessidade da utilização do conhecimento gerado pelo estudo dos processos, das técnicas quantitativas, da utilização do paradigma da análise sistêmica, de técnicas modernas como as de sensoriamento remoto e sistemas de informação geográfica, da cartografia geomorfológica, assim como a utilização da noção de limiares e a análise de magnitude e frequência de processos. Em RODRIGUES (2004) essa lista é explorada, ampliada e desenvolvida, apontando-se sua utilidade para a consideração da ação humana como ação geomorfológica, uma das principais necessidades do mundo da aplicação.

Se há propósitos distintos e semelhantes entre ambas, é preciso tomar um certo cuidado quanto à sobrevalorização ou substituição de uma em detrimento de outra. Nos últimos vinte ou trinta anos, tanto no Brasil, como no plano internacional, houve um desenvolvimento expressivo da geomorfologia aplicada. Mas isto não deve significar que a geomorfologia pura tornou-se menos importante. Ao contrário, o fluxo entre ambas deve ser altamente estimulado porque produtivo. A geomorfologia aplicada não sobrevive sem a geomorfologia pura mas pode colocar em cheque o conhecimento teórico-metodológico gerado por ela , trazendo novas questões à ordem do dia. Pode trazer à luz aspectos mal desenvolvidos da ciência pura auxiliando em redefinições de prioridades do temário de pesquisa , tornando esta última mais consequente.

Não é possível, portanto, afirmar que a geomorfologia aplicada deva ser algo muito diferente de geomorfologia pura. Na realidade, a geomorfologia aplicada a inclui e necessita ir além. É preciso também lembrar que a aplicação do conhecimento geomorfológico apresenta, ainda, dois conjuntos de possibilidades. Um deles é o da

colaboração em pesquisas de ciências afins e o outro relaciona-se ao planejamento e gestão físico-territorial.

## **COLABORAÇÃO COM CIÊNCIAS AFINS**

Relativamente ao primeiro conjunto, TRICART (1962, 1965, 1970), assim como outros autores, demonstram de que maneira a geomorfologia seria um dos meios de levantar, principalmente ao nível de reconhecimento e inventário, dados de pedologia, geologia, hidrologia e biogeografia.

Para a geologia estrutural o relevo é o dado intermediário para se chegar ao afloramento e por isso é um guia precioso no reconhecimento geológico. Apesar de não ser informação nova, é interessante repensar o significado dessa afirmação pois houve recentemente um grande desenvolvimento de técnicas , principalmente de técnicas de sensoriamento remoto e uma ampliação significativa de possibilidades de reconhecimento e mensuração das formas que não pode ser negligenciada pelo geólogo. Para os levantamentos pedológicos a literatura vem apontando também um apanhado de possibilidades que referem-se às relações de causalidade que ligam a geomorfologia à pedologia. A cartografia geomorfológica fornece muitas informações para o levantamento e entendimento dos solos, dentre os quais destaca-se a natureza exata dos materiais de origem, a dinâmica da superfície, a idade das unidades morfológicas e fatores que controlam a drenagem do solo. É possível considerar que o mapa geomorfológico reduza consideravelmente o trabalho do pedólogo que ao invés de realizar 'n' perfurações, teria como principal tarefa verificar as relações entre as unidades geomorfo-pedológicas e unidades taxonômicas do solo. Esta afirmação tem consequências relevantes para projetos de assentamentos agrícolas. De posse de um mapa geomorfológico, o levantamento pedológico estaria limitado a áreas onde valeria a pena fazê-lo.

CHARTRES (1982) também coloca que as informações exclusivamente morfológicas são utilizadas em várias escalas de levantamentos de capacidade das terras em projetos agrícolas. Anota que em escalas superiores a 1: 50.000 a relação entre a morfologia e solos são freqüentemente utilizadas como uma base da cartografia pedológica e cita vários exemplos de estudos que consideram a contribuição da geomorfologia para o entendimento da gênese, propriedades e comportamentos dos solos.

Para a ecologia e biogeografia, também há distinção na colaboração da geomorfologia. Em *Ecodinâmica* TRICART (1977, apud RODRIGUES, 1997) situa a colaboração da geomorfologia na definição dos ecótopos, onde a morfodinâmica e a

pedogênese constituem-se fatores ecológicos para a repartição das plantas e as associações de vegetais. Neste setor, houve um desenvolvimento de colaboração da geomorfologia nas últimas décadas, onde por exemplo, estudos biogeográficos tem progredido em direção à identificação de sistemas geomorfológicos, tais como os sistemas lacustres criando elos entre a biogeografia, geomorfologia e hidrologia (O'SULLIVAN, 1979, apud RODRIGUES 1997).

A cooperação da geomorfologia para a hidrologia também foi explorada por TRICART (1962,1970 e 1979) e outros autores. Por exemplo, o mapa 'hidromorfológico', dentro da concepção polonesa, deriva, em grande parte, do geomorfológico, fornecendo informações como: cursos d'água permanentes, sazonais e intermitentes, comportamento das formações de superfície e subsolo, solos impermeáveis, superfícies inundáveis, permeabilidade dos materiais para circulação do freático, natureza dos aluviões, etc.

Outras possibilidades de colaboração não incluídas neste painel devem ser citadas. O caráter interdisciplinar e a natureza da pesquisa geomorfológica também encontra possibilidades de colaboração junto à arqueologia. GREGORY (1992) aponta os estudos de SIMMONS (1980) e SIMMONS e TOOLEY (1981) como exemplos. Dentro do conjunto de estudos sobre mudanças ambientais mais desenvolvidos nas últimas décadas, a geomorfologia também colabora significativamente. Este é o caso da pesquisa sobre o Quaternário ou de mudanças ambientais recentes. A reconstituição paleoambiental, a cronologia de mudanças espaciais, a magnitude do homem, mudanças climáticas globais e o monitoramento de geoindicadores fazem parte deste conjunto de possibilidades.

## **APLICAÇÃO NO PLANEJAMENTO FÍSICO-TERRITORIAL E AMBIENTAL**

Para a demonstração das áreas de planejamento nas quais a geomorfologia pode e está atuando, diversos autores propõem conjuntos de problemas semelhantes. É comum subdividir a atuação da geomorfologia aplicada em cinco áreas: recursos naturais, riscos naturais, desenvolvimento rural, desenvolvimento urbano e projetos de engenharia. Outros autores destacam também a colaboração da informação geomorfológica para uso agrícola e erosão do solo, uso urbano, manejo e estabilidade das vertentes, manejo de sistemas pluviais, manejo costeiro e formulação de políticas ambientais. HOOKE (1982) examinou como a formulação de políticas de gestão ambiental tem sido realizadas, demonstrando a maneira pela qual os geomorfólogos podem envolver-se neste processo, inclusive ao propor novas políticas.

TRICART (1962,1970), baseado no fato de que toda aplicação fundamenta-se no conhecimento territorial e discriminando a colaboração da disciplina nos levantamentos de áreas afins, chega a propor uma ordenação do trabalho interdisciplinar em áreas como planejamento urbano e planejamento agrícola. Está implícito em suas colocações que o profissional geomorfólogo teria um papel a desempenhar, que iria da fase de programação e definição dos estudos até a fase de sistematização final e conclusão. Além disto, seria uma figura cuja presença em processos de planejamento, contribuiria para diminuição dos custos destes levantamentos. Considera que os mapas geomorfológicos podem definir unidades físicas e geográficas que servirão de base para o preparo de planos de desenvolvimento. Isto levaria a um considerável aumento de eficiência mediante a eliminação de unidades que são de pouco ou nenhum valor. HART (1986) considera três ramos principais: os riscos ou acidentes naturais, onde inclui erosão de solos, vários tipos de colapsos em vertentes, enchentes, vulcões, terremotos, sejam exclusivamente naturais ou não; o manejo ambiental, onde inclui o controle de acidente/riscos, a escolha de sítios para edificações ou sistema viário; e a avaliação de recursos, onde o geomorfólogo teria um vasto campo de atuação.

A respeito da informação requerida, vários autores afirmam que dependerá do objetivo do trabalho e da escala de planejamento. E sobre a adequação do geomorfólogo à resolução destas tarefas, são, em geral destacadas as seguintes características: habilidade para o raciocínio espacial e consideração de vários fenômenos concomitantemente; aptidão para identificar correlações espaciais; capacidade de mudar a escala de raciocínio de acordo com a natureza do problema; preparo para compreender o significado da dimensão temporal e treinamento para lidar com documentos cartográficos e de sensoriamento remoto. Considerando-se a revisão realizada e as experiências profissionais pessoais, a esta lista poderiam somar-se a capacidade de síntese e possibilidade de apreciação do papel do Homem.

Todos os autores citados utilizam exemplos para explicitar o papel da geomorfologia em cada tipo de projeto. O estudo de BRUNSDEN (1988, apud RODRIGUES,1997) é um exemplo para se reconhecer o conjunto de dados que são requeridos pelo planejamento quanto à questão específica: estabilidade de vertentes. Afirmando existirem falhas na legislação britânica no que se refere ao tratamento específico da questão dos escorregamentos e citando FLYNN (1985, apud RODRIGUES,1997), aponta a importância da avaliação precisa da questão. Assinala que os escorregamentos envolvem indiretamente assuntos como: manutenção da qualidade da

paisagem e da forma, controle e recuperação de áreas de mineração, manutenção e prevenção de obstrução de rodovias, recuperação de acessibilidade, definição de responsabilidades e de proposições legais, entre outros. Assinala que as informações requeridas para a questão da estabilidade de vertentes estão fragmentadas, tanto quanto à escala, como em relação ao período considerado e ao grau de informação e que a geomorfologia teria aí, um importante papel.

FLYNN (1985 op cit) analisa a lista de dados que os mapas de geologia ambiental desenvolvidos na Grã-Bretanha contêm e considera significativa a ausência de dados hidrológicos e geomorfológicos. Segundo o autor, esta ausência impede a abordagem adequada dos processos atuais por não incluírem hidrologia de superfície, picos de cheias, escorregamentos, ocorrência de quedas de rochas, entre outros aspectos. Chama a atenção especialmente para a experiência europeia sobre estabilidade de vertentes na qual a geomorfologia tem um papel central. Faz essa ressalva citando as experiências de ECHEVARRIA e PENA (1979, apud RODRIGUES,1997), OLIVER e COMBOLY (1979,apud RODRIGUES,1997), da UNESCO (1976, apud RODRIGUES,1997), as propostas francesas ZERMOS (zones exposées aux risques liés aux mouvement du sol et du seus sol), ou do SYSFAP (Système Intégré de Fichiers Auto Programmes Liège) como exemplos. FLYNN (op.cit.) conclui com uma proposta de procedimento, explorando a inclusão de dados geomorfológicos para a preparação de *mapas de vulnerabilidade da paisagem*. Da mesma forma que o autor explora as possibilidades de aplicação do conhecimento geomorfológico para os riscos de instabilidade da superfície (por movimentos de massa), outros (HART, 1986; HOOKE,1982) tratam e exploram a ‘avaliação de recursos’, ‘o planejamento urbano’, o ‘desenvolvimento rural’ e a ‘conservação’.

A aplicação da geomorfologia para conservação ou preservação ambiental, apesar de menos desenvolvida na literatura, é apontada como possibilidade por vários autores conforme constatou-se na revisão teórica efetuada e nas experiências profissionais citadas.As possibilidades de aplicação neste sentido residem não só no auxílio que a identificação de sistemas geomorfológicos ou unidades físicas homogêneas poderão oferecer à conservação de estados de equilíbrio para a manutenção de ecossistemas (TRICART e KILLIAN,1979), mas para apontar o grau de singularidade e de remanescência de determinadas áreas.

O conhecimento da diversidade de sistemas geomorfológicos também tem sido um dos caminhos indiretos para se reconhecer biodiversidade.Conclui-se que a perspectiva

preservacionista necessita de suporte teórico da geomorfologia porque a conservação de sistemas físicos são condição *sine qua non* para a conservação de ecossistemas .

Diante de todas essas possibilidades e levando em consideração as práticas atuais da denominada geomorfologia aplicada, principalmente no Brasil, é fácil concluir que ainda hoje ela está na condição de sub-utilização.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BRASIL MME/ELETRONORTE Estudos de viabilidade da UHE - **Kararaô-Xingu**. Estudos Ambientais e de Reservatório. Brasília, ELETRONORTE. 1987

CHARTRES, C. J. The role of geomorphology in land evaluation for tropical agriculture. **Z. Geomorph. N. F., n. 44**. Berlin-Stuttgart. 1982

GREGORY, J. **A natureza da geografia física**. Rio de Janeiro, Bertrand-Brasil. (trad. Antonio Christofolletti). 1992

JOLY, F. Point de vue sur la géomorphologie. **Ann. de Géographie.13**. 1977

HART, M. G. **Geomorphology pure and applied**. London, George Allen & Unwin, 1986. 226p. 1977

HOOKE, J. M. **Geomorphology in environmental planning**. Chichester, John Willey and Sons. 1988

RODRIGUES, C. **Geomorfologia aplicada: avaliação de experiências e de instrumentos de planejamento territorial e ambiental brasileiros**. São Paulo, Tese (Doutorado em Geografia Física) FFLCH da Universidade de São Paulo. 1997

\_\_\_\_\_ A urbanização da metrópole na perspectiva da geomorfologia: tributo a leituras geográficas. In: **As Geografias da Metrópole**. CARLOS, A. F. A. & OLIVEIRA, A. U. de. São Paulo, Contexto. 2004

TRICART, J. **L'Épiderme de la Terre. Éskisse d'une géomorphologie appliquée**. Paris, Masson. 1962

\_\_\_\_\_ **Principes et Méthodes de la géomorphologie**. Paris, Masson et Cie Editeurs. 1965

\_\_\_\_\_ Aspectos cartográficos dos levantamentos geomorfológicos em relação aos programas de desenvolvimento. **Boletim Geográfico, n. 29(215)**, p. 3-15. Rio de Janeiro. 1970

TRICART, J.; KILLIAN, J. **L'éco-géographie et l'aménagement du milieu naturel**. Paris, François-Maspero. 1979