Revista do Departamento de Geografia nº 11, 1997.

METODOLOGIA EM GEOGRAFIA FÍSICA: CIÊNCIA, TECNOLOGIA E GEOMORFOLOGIA EXPERIMENTAL

Antonio Carlos Colangelo*

ABSTRACT

The hypothesis production is one of the main components of scientific process, that play with theoretical approach the fruitful role to generate more and more scientific investigation, for the testing of new and new hypothesis. This is one intrinsic property of the scientific process. Other distinctive factor is that the empirical world is it fuel, which is accessed by means of observation, measuring and experimentation: in these three cases technology play a importante role, other than to increase the power of controlling the natural processes. In the other hand, technology by the view of the knowledge process is a secondary factor. In this paper we discuss this particular topic with respect to the Physical Geography and the example of systemic approach applied to the process analysis in Geomorphology.

INTRODUÇÃO

Principalmente no último decênio, vem sendo solicitada à Geografia Física reformulação metodológica bastante significativa. Tal demanda se deve principalmente à crescente busca por resultados de pesquisa que ofereçam respostas suficientemente objetivas de modo a permitir avaliação, valoração e elaboração de estratégias de intervenção sobre variáveis e fatores componentes do meio físico terrestre a partir de seus produtos. Vinculada aos trabalhos de aplicação, esta objetividade deve expressar-se em termos de: ***rigor taxonômico*** (qualificação) e ***'exatidão' de mensuração*** (quantificação). Estes dois atributos são imprescindíveis, principalmente quando se trata de estudos que têm por objetivo a elaboração de ***diagnósticos*** e de ***prognósticos***, o que suporia portanto o conhecimento prévio de taxas de evolução, de mecanismos de operação e de localização geográfica dos mais diversos tipos de processos.

Diagnosticar a partir do estudo de fenômenos emergentes no interior da dinâmica processual dos sistemas naturais, buscando separar desta o que há de original do que foi modificado pelo homem, muitas vezes implica a realização de prognósticos. No caso da Geografia Física, elaborar ***prognósticos evolutivos*** implica não apenas a apresentação de projeções numéricas, mas também e necessariamente a realização de mapeamentos onde tais projeções podem ser interpretadas à luz de um referencial espacial. Neste campo do conhecimento os mapeamentos constituem a matéria-prima com a qual são elaboradas interpretações e conclusões de natureza fundamentalmente geográfica.

Delimitar e graduar ***áreas de risco*** de ocorrência de processos erosivos, por exemplo, a partir da perspectiva apontada em diagnóstico e considerados também os fatores intervenientes de origem antrópica, é um problema difícil, cuja solução implica a articulação de uma ampla gama de conhecimentos. Nós Geógrafos temos uma formação bastante eclética se comparada à de outros profissionais que trabalham na interface "Ciências da Terra"

(*) Professor do Departamento de Geografia – FFLCH/USP

– "Sociedade". Por esta mesma razão somos os mais capacitados para solucionar, e principalmente, formular problemas referentes aos mais distintos objetos de estudo sob uma perspectiva geográfica. Entretanto, isto nem sempre ocorre porque às vezes relutamos em aceitar a porção "Ciência Natural" que sempre esteve incorporada à Geografia. Esta é uma questão extremamente importante e controvertida, que entretanto não será aprofundada neste artigo.

Obviamente, estudos que tenham por objetivo a resolução de problemas como os apontados no parágrafo anterior necessitam de uma base metodológica suficientemente consistente para resistir ao ataque de inevitáveis e, não raro, oportunas postulações antitéticas. De um lado, o ***rigor metodológico*** deve garantir a resistência estrutural do trabalho, de outro, a ***exatidão na mensuração*** das variáveis e na avaliação dos fatores envolvidos com os mecanismos processuais deve gerar respostas suficientemente objetivas para enfrentar questionamentos de natureza técnica, que, sabemos, virão principalmente da parte de profissionais de outras áreas do conhecimento, preocupados em obter respostas a perguntas como as do gênero: quanto? onde? quando?

O rigor metodológico a que nos referimos trata da consistência interna na articulação do conjunto de proposições que envolve conceitos e noções, sendo, portanto, elemento fundamental para a sobrevivência do ***sistema de teoria*** com o qual se trabalha. Isto implica necessariamente a eliminação, na medida das possibilidades humanas, de concepções antagônicas – paradoxais – as quais poderiam derruir todo o edifício teórico, comprometendo assim o sistema taxonômico a ele vinculado.

Quanto ao problema da "***exatidão***", este nos interessa do ponto de vista relativo, ou seja, enquanto controle sobre as margens de erro nos procedimentos de mensuração e/ou experimentação. Manter as margens de erro dentro de limites toleráveis, ou seja, de modo a não comprometer a objetividade nas interpretações dos seus resultados é o sentido maior do termo "exatidão" que, em última análise é também função da ***escala de abordagem***, das ***técnicas*** e da ***tecnologia*** empregadas no estudo.

Dentro desta perspectiva, gostaríamos de enfatizar que a pesquisa científica se caracteriza por um perpétuo processo de produção de novos problemas que emergem justamente em conseqüência da, e durante o processo de, solução de hipóteses precedentes. Deste processo, aliás extremamente criativo e produtivo, que trata justamente da geração de novas ***hipóteses de trabalho***, podemos destacar sete questões basilares que permeiam todas as etapas do processo de produção do conhecimento científico:

Questão	Natureza do Problema
1. O que?	Qual o objeto, o conceito?
2. Como?	Qual a gênese, o mecanismo?
3. Por que?	Qual a causa, o fator inicializador?
4. Para que?	Qual a função desempenhada?
5. Onde?	Qual o lugar no espaço?
6. Quando?	Qual a posição na sucessão do tempo?
7. Quanto?	Qual a magnitude, a intensidade e a freqüência: temporal e espacial?

Cada uma destas questões pode ter um significado diferente conforme a visão de mundo, a postura do pesquisador: que pode ser realista, funcionalista, instrumentalista, etc... Em função da natureza do problema envolvido no teste das hipóteses a serem trabalhadas, será necessário precisar quais das questões acima deverão ser solucionadas para, em seguida, poder avaliar quais realmente são passíveis de solução. Tal solução dependerá fundamentalmente do poder vinculado à ferramenta metodológica de que se dispõe, o qual, deve-se salientar, é determinado pela ***teoria***, de modo que as ***técnicas*** e a ***tecnologia*** são elementos subordinados neste processo. Isto tem um significado mui-

to importante porque, do ponto de vista metodológico, a ***tecnologia*** aparece em terceiro plano, subordinada às ***técnicas***, que por sua vez estão subordinadas à ***teoria***. As técnicas operam no sentido de determinar as demandas por tecnologia, e não o contrário.

Podendo constituir um conjunto muito sofisticado de procedimentos, desde o levantamento e análise de dados até às interpretações dos resultados, as técnicas incorporam sempre alguma dose de tecnologia, mais ou menos sofisticada, conforme a estratégia de trabalho adotada, os recursos disponíveis e a natureza do problema a ser estudado.

Aparentemente, no que concerne ao teste de hipóteses, as técnicas se apresentam tanto mais sofisticadas quanto mais rudimentar for a tecnologia incorporada. Neste caso, tal sofisticação refere-se ao fato de haver um aumento da demanda por recursos dedutivos para compensar as deficiências na esfera do controle empírico-experimental do objeto de estudo. Isto significa que, a princípio, a tecnologia desempenha um papel metodológico secundário no processo de produção do conhecimento científico, porque é sempre e apenas uma ferramenta para o levantamento e tratamento de dados, e como tal deve estar subordinada à teoria, que implica a existência de uma linha de abordagem, que por sua vez incorpora um conjunto de técnicas, as quais determinam toda a estratégia de trabalho.

Cumpre lembrar que, já não é de hoje, uma grande pressão de natureza mercadológica vem sendo exercida, a martelar liminar e subliminarmente através de toda a mídia o advento de um novo "mito": o mito da ***tecnologia*** e do ***mercado*** como os salvadores do homem, e, portanto da humanidade. Este caráter fortemente "***soteriológico***" do qual se revestem chega a atingir até mesmo alguns setores da comunidade científica. Neste sentido, parece promover-se uma subversão na ordem dos fatores metodológicos, ficando a tecnologia em evidência, em detrimento da teoria, das técnicas, e do próprio homem que as elaborou e também para quem seus produtos se destinam.

Ninguém pode negar o papel central que a tecnologia ocupa nos dias atuais, particularmente no que se refere à execução de tarefas sistemáticas e repetitivas que envolvem o processamento de grande quantidade de dados. O fenômeno tecnológico, informático e cibernético, tem como uma de suas mais importantes características a abstração de trabalho do ser humano permitindo a realização das mais diversas tarefas com o mínimo de tempo e risco, e máxima precisão. Esta possibilidade nos vem seduzindo de tal maneira nos últimos tempos que voltou-se contra nós mesmos, porque dentre seus "efeitos colaterais" está o processo de ***desumanização***. Hoje, acreditamos menos nas possibilidades do ***ser humano*** e tudo que o implica, por exemplo: o processo do conhecimento como um processo fundamentalmente humano, onde a tecnologia constitui apenas um acessório. Ao contrário, existe hoje mais que nunca um mito em torno do que não passa de um produto da ciência.

Para a maioria dos profissionais, tecnologia representa um meio para se atingir um determinado fim, não um fim em si mesmo. Ela pode ser utilizada como arma política, concomitantemente a um processo globalizante que incorpora o que poder-se-ia chamar: "***processo de mercadomorfização***". Mercadomorfização de quê? De tudo, inclusive de alguns ou muitos dos fatores e elementos de natureza social e cultural. Porém este processo da "***mercadomorfização***" pode vir a atingir até mesmo a produção do que se convencionou chamar de conhecimento científico, e neste caso os princípios éticos estariam abalados. Isto deve, a médio prazo, comprometer etapas importantes no processo de produção do conhecimento científico e, conseqüentemente, muitos de seus produtos. Teoria e técnicas poderão tornar-se reféns dos desígnios "***mercadomorfizantes***" ligados ao mito da tecnologia, em nome do atendimento a prioridades ditadas por uma demanda comandada, em última e primeira instância, por desígnios "democráticos" auto-propalados por todo tipo de mídia. A produção de tecnologia não

é a finalidade do homem, nem tampouco a finalidade do conhecimento, ou mais especificamente a do conhecimento científico. Cumpre lembrar que a tecnologia é tão somente um sub-produto da investigação científica: aliás, muito útil para resolver problemas de levantamento, tratamento e representação de dados empírico-experimentais, e também no controle sobre os mais diversos processos da natureza.

Na verdade, se de um lado há uma incompatibilidade intrínseca entre conhecimento (científico ou não) e mercado, o mesmo não ocorre com o seu sub-produto. A tecnologia é "***mercadomorfizável***" por sua natureza: física e efêmera, ao passo que o conhecimento não o é. É sendo a natureza do conhecimento metafísica, seus processos não podem ser controlados por demandas tecnológicas ditadas pelo mercado, que tem por característica a vulgarização e a padronização. Entretanto o conhecimento, seja ele científico ou não, não pode ser vulgarizado nem padronizado e, ao contrário, deve comandar a demanda por tecnologia. Não estamos falando de eletrodomésticos que, sem dúvida, facilitam muitíssimo a vida na cozinha, estamos falando de processos vinculados à produção de conhecimento em geral, e científico em particular. Estas considerações, devemos tomá-las a título de alerta contra uma espécie de doutrina de salvação que se vem formando em torno da idéia de ***tecnologia***, que os desavisados traduzem por ***informática***. Não será a tecnologia a panacéia que trará a solução para os problemas do mundo atual, nem tampouco da ciência, apenas e tão somente ela representa uma ferramenta, um instrumental. Ela não é má nem boa em si mesma. Qual seriam as conseqüências de uma mercadomorfização de um pseudo-conhecimento científico para o futuro da humanidade? Como seriam as relações entre a "criatividade" e a "ética" no âmbito da produção científica? É possível haver criatividade científica sem ética? E o que se entende hoje por ética, num mundo que começa a aceitar a idéia dos clones?

Estas são questões muito importantes nos dias atuais porque nos atingem diretamente, particularmente a nós que produzimos conhecimento científico. Preocupa ver como certas pessoas, mesmo na comunidade científica, ostentam tecnologia. A tais pessoas, é necessário alertá-las que sem um método ou uma linha de abordagem suficientemente coerentes e consistentes, de nada valem os seus "Gigabytes" ou "Mega-hertz. De modo que, sem boa metodologia o desastre, do ponto de vista do conhecimento, deve ser da mesma magnitude. A boa metodologia a que nos referimos é a metodologia ética, a única que pode ser consistente e coerente, ou seja a única que pode manter vínculo com o conhecimento. O problema portanto não reside na tecnologia mas sim no uso inadequado que dela se pode fazer.

Particularmente, no tocante à Geografia a utilização de "Sistemas Geográficos de Informação" no tratamento de dados é cada vez maior, e deverá continuar assim, de modo que todos devemos já ser usuários destes sistemas. Entretanto, por mais que as empresas produtoras de "software" nos vejam como "mercado consumidor", nós devemos tentar nos manter na qualidade de usuários conscientes, e não de "software-dependentes". O Geo-processamento consiste fundamentalmente no tratamento informatizado de dados geo-referenciados, passíveis de serem representados através de uma interface gráfica. Sem dúvida, como em outras áreas das Ciências da Terra, no tocante às questões operacionais, a Geomorfologia vem se beneficiando muito com estes avanços na informática e tecnologia, entretanto, como em outros setores do conhecimento humano, os seus principais problemas teóricos metodológicos aguardam pacientemente por solução. Agora, vamos fazer um aparente corte no tema que vimos tratando para apresentar o exemplo da Geomorfologia atual, que é um bom exemplo de como um campo do conhecimento relativamente recente deixa de elaborar modelos fortemente dedutivos para voltar-se para a medição e experimentação, fazendo assim, cada vez mais, uso

do processo indutivo, que é processo eminentemente científico, sem o qual não há ciência.

GEOMORFOLOGIA EXPERIMENTAL E TEORIA SISTÊMICA

A Geomorfologia Experimental surge na história das abordagens em Geomorfologia como um estágio necessário para a evolução do conhecimento científico neste campo. Hoje, em detrimento das teorias iniciais construídas a partir de abordagens fortemente dedutivas, um número cada vez maior de geomorfólogos se ocupam do estudo da estrutura funcional dos processos erosivos atuais e, conseqüentemente, da participação destes na evolução dos sistemas de vertente. Trabalhos desta natureza implicam a realização de medições e experimentações, de campo e/ou laboratório, sobre as variáveis direta ou indiretamente ligadas aos processos estudados. Por isto, em pesquisas experimentais se trabalha com escalas de tempo e espaço locais e pontuais, as mais adequadas para este tipo de abordagem (Cruz, 1985).

O objeto e a escala de trabalho vinculados aos estudos experimentais levam a ressaltar a intervenção humana sobre a dinâmica geomórfica erosiva, a qual atua no sentido de alterar o quadro morfogênico original. O conjunto de processos desencadeados a partir de intervenções humanas são equivalentes àqueles ligados à dinâmica original dos sistemas de vertente, uma vez que as leis da natureza são sempre as mesmas. Entretanto, aos processos erosivos induzidos pelo homem associa-se, na grande maioria dos casos, uma intensidade mais acentuada, razão pela qual o conjunto destes processos é chamado de "erosão acelerada".

O desencadeamento de qualquer processo ocorre sempre que alguma das variáveis envolvidas tenha atingido seu valor "limiar". Em outras palavras, a ocorrência de um processo implica na superação de uma força passiva, de resistência, por uma força ativa, dinamizadora. Embora o princípio seja bastante simples, os subsistemas que compõem o meio físico terrestre compreendem uma infinidade de variáveis em interação permanente que, compondo estruturas funcionais de alta complexidade, dificultam o trabalho de identificação, isolamento e controle daquelas diretamente vinculadas a um dado processo.

Da mesma forma, inumeráveis tipos de processos ocorrem simultaneamente nos "sistemas naturais" o que constitui um obstáculo suplementar quando se deseja avaliar isoladamente a participação de um tipo específico de processo na dinâmica morfogenética, numa área determinada.

O meio físico terrestre abarca uma complexa rede de processos cuja estrutura e dinâmica estão vinculadas a extensas cadeias de correlações entre variáveis e processos de modo que, quando buscamos o conhecimento da gênese e evolução de um dado tipo de processo somos levados a considerar o meio físico sob um ponto de vista muito particular, isto implica necessariamente na sua descrição e representação parciais. Isto porque trabalhamos com um número muito restrito de variáveis, aquelas que reconhecemos como diretamente ligadas ao fenômeno estudado. Tais variáveis mantêm entre si relações e correlações que os trabalhos experimentais buscam conhecer. A pesquisa empírica observacional por si só não é capaz de revelar a estrutura de tais correlações, porque ela não estabelece parâmetros seguros o suficiente para garantir resultados mais concludentes. Contudo, cumpre lembrar que as pesquisas empírico-qualitativas desempenham um papel fundamental no estabelecimento das hipóteses iniciais, mais abrangentes, que servirão de base aos trabalhos experimentais.

Experimentos correspondem a um tipo específico de medição, onde um par de variáveis é testado sob condições de controle, ainda que relativo, das demais variáveis envolvidas num determinado processo. De Ploey e Gabriels (1980) afirmam que "experimentos de campo, via de regra, implicam em medições, embora nem todas as medições este-

jam situadas num contexto experimental". Os mesmos autores enfatizam que a fronteira entre medição e experimentação não é muito nítida. Por exemplo, os ensaios de campo para avaliação da resistência ao cisalhamento, realizados com o aparelho "Shear-graph", constituem um tipo de experimento parcial porque não há controle sobre todas as variáveis envolvidas. Nestes experimentos, geralmente, apenas a força de cisalhamento e a força normal estão submetidas a um controle maior, enquanto as variáveis topomorfológicas e as referentes à natureza do material encontram-se subcontroladas.

Um outro problema vinculado à pesquisa experimental refere-se às interferências produzidas pelos próprios experimentos sobre as variáveis estudadas. Quando se trata de medir a relação existente entre pares de variáveis a partir de experimentos de campo, deve-se ter em mente que além dos erros habituais de leitura, precisão do instrumental e controle relativo de alguns fatores, existe um tipo de erro imponderável vinculado às mudanças provocadas no sistema original pela implantação do experimento que é, na verdade, um corpo estranho ao sistema. Apesar de ser impossível eliminá-lo por completo, é perfeitamente viável reduzir o erro total vinculado ao experimento a patamares que não comprometam o teste das hipóteses iniciais do trabalho e, portanto, a interpretação dos resultados. Levando-se em consideração que os objetos de estudo nas Ciências da Terra referem-se ao meio físico terrestre e que, mesmo nos trabalhos de Geomorfologia Experimental, onde as escalas de abordagem são de maior detalhe, as dimensões do sistema envolvido são extremamente maiores do que as referentes aos objetos de estudo de outros campos científicos, erros da ordem de 10% a 15% são aceitáveis.

Resultados de pesquisas de natureza semelhante à do exemplo citado dão suporte a trabalhos voltados para a soluço de problemas de aplicação, onde as predições ocupam um lugar central. Para Chorley "et alli" (1984), estas pesquisas pertencem ao grupo dos estudos funcionais, onde o conhecimento dos processos atuais é a chave para a elaboração de predições. Conforme os autores, o outro conjunto de abordagens que compõe a metodologia geomorfológica refere-se aos estudos históricos, voltados principalmente para a restituição de paleoambientes.

O conhecimento dos processos geomórficos atuais implica não apenas na identificação dos tipos de mecanismos que neles atuam, mas também no conhecimento das suas funções e da estrutura que compõem. Em Geomorfologia Processual, o fundamental é saber sob que condições um determinado mecanismo de uma determinada estrutura aciona um determinado processo. Por esta razão, observa-se atualmente neste campo uma preocupação crescente com a adoção de métodos onde os procedimentos de medição e experimentação ocupam um lugar central.

A medição nos fornece os parâmetros que condicionam o processo investigado, enquanto a experimentação estabelece os "limiares" das variáveis a ele associadas. Estes limiares são obtidos a partir do teste de pares de variáveis , representando a expressão numérica ou gráfica da relação, ou função, que as une. Isto implica, necessariamente, que haja controle sobre as demais variáveis, as quais devem ser fixadas como parâmetros.

A Geomorfologia Processual e, em particular, a Geomorfologia Experimental objetivam o conhecimento da morfodinâmica atual das terras emersas, o que inclui processos continentais fluviais e interfluviais, eólicos e glaciais, e, processos marinhos litorâneos. Entretanto, a realização deste objetivo encontra obstáculo não apenas no que se refere à grande complexidade de elementos envolvidos com a dinâmica do meio físico, mas também, e sobretudo, no difícil controle sobre suas variáveis. Apesar de tais restrições o montante das pesquisas geomorfológicas experimentais, de campo e laboratório, tem aumentado consideravelmente e constitui uma nova etapa no desenvolvimento deste campo científico, etapa esta caracterizada pela substitui-

ção gradual de antigas teorias, fundamentalmente dedutivas, de grande abrangência, por métodos de natureza indutiva, de aplicação específica à análise das principais variáveis vinculadas aos subsistemas que interagem mais diretamente com a dinâmica geomórfica.

Processos erosivos desencadeados por atividades vinculadas à hidrologia das vertentes são estudados a partir da fixação de um ou vários dos seguintes parâmetros: embasamento rochoso, formações superficiais – incluídos os volumes pedológicos, morfologia e morfometria interfluvial e cobertura vegetal. Assim, são estabelecidas as já referidas relações entre pares de variáveis, fundamentais para a valoração dos limiares vinculados à ocorrência de um determinado processo. Além disto, o conhecimento de um conjunto de relações simples entre pares de variáveis constitui a base para a elaboração de modelos mais sofisticados, onde um maior número de variáveis pode ser correlacionado numa expressão matemática.

A construção de modelos, apesar de representar uma etapa avançada em relação ao trabalho experimental, não corresponde contudo à obtenção de produtos acabados, definitivos. Continuamente testados, os modelos sofrem correções, adições, ou são simplesmente substituídos por outros, mais rigorosos e abrangentes, ou seja: mais poderosos quanto à validade estatística e amplitude de aplicação. Haggett e Chorley (1967) afirmam que os modelos "apresentam uma estrutura simplificada da realidade, construída a partir de características desta realidade consideradas fundamentais". Acrescentam ainda, que eles são valiosos justamente por obscurecerem detalhes acidentais.

No caso da abordagem sistêmica aplicada à Geografia foi incorporado o modelo termodinâmico de representação do mundo físico, através da "Teoria Geral dos Sistemas" estabelecida por Von Bertalanffy (1950). Strahler (1952) em "Dynamic Basis of Geomorphology" já havia adaptado à Geomorfologia, a partir da teoria acima referida, um grupo de conceitos que, aprofundados e ampliados por Chorley e Kennedy (1971), vieram a constituir a base desta linha de abordagem aplicada à Geografia Física.

O ponto de vista sistêmico proposto por Von Bertalanffy para as ciências físicas e biológicas estabelece que: um objeto de estudo pode ser entendido como "...um todo composto por elementos que se inter-relacionam segundo uma certa organização e operação...". Neste tipo de abordagem busca-se o conhecimento da estrutura interna e da forma de operação do objeto de estudo. A estrutura, ou organização, é dada por um conjunto de relações e correlações entre os diversos elementos componentes do sistema, ao passo que a operação corresponde à sua dinâmica interna. Cada elemento, ou variável, executa uma ou mais funções de operação, intra-sistêmicas e/ou inter-sistêmicas, que constituem cadeias de causa e efeito destinadas a acionar ou inibir determinados mecanismos de auto-regulação. Estes mecanismos, por vezes muito específicos, funcionam como válvulas de controle para os fluxos de matéria e energia, tanto os de intercâmbio com o "meio" – entrada e saída – quanto os de operação interna do sistema.

Para Chorley e Kennedy (1971) "sistema" significa: "um arranjo estruturado de objetos e/ou atributos. Estes objetos e atributos consistem de componentes ou variáveis (...) que exibem correlações mútuas discerníveis e operam juntas como um todo complexo, de acordo com alguns padrões observáveis". Em Bertrand (1968), o conceito de "Paisagem", apresenta alguma analogia com a definição acima e foi colocado nos seguintes termos: "...é o resultado, para uma determinada porção do espaço, da combinação dinâmica, portanto instável, de elementos físicos, biológicos e antrópicos que, reagindo dialeticamente uns sobre os outros, fazem da paisagem um conjunto único e indissociável, em perpétua evolução".

O conceito de "Geossistema" de Bertrand tem sua definição fundamentada na "escala de abordagem" que, segundo o autor, deve ser compatível com a "escala humana". Embora o autor não tenha

objetivado o significado de "escala humana", a leitura dos seus artigos induz à interpretação, embora não a manifeste expressamente, de que tal escala ocorreria quando o homem, na superfície da Terra, observa o mundo ao seu redor a olho nu, limitado unicamente pelo horizonte disponível, que depende dos condicionantes topomorfológicos locais. Esta definição escalar foi proposta com base na classificação taxonômica de Cailleux e Tricart, onde o "geossistema" ocupa a IV e V ordens de grandeza (10 a 100 Km^2).

O forte caráter descritivo vinculado ao conceito de geossistema apresentado por Bertrand não constitui, por si só, um atributo capaz de enquadrá-lo nas ordens de grandeza acima referidas, sem suscitar objeções. Devemos salientar também que as abordagens de Bertrand, Cailleux e Tricart, estão fundamentadas no levantamento e tratamento de dados, os quais são principalmente qualitativos e, portanto, incompatíveis com a construção de modelos matemáticos.

Em Chorley e Kennedy (op. cit.), o problema da escala de abordagem não constitui uma questão central, de modo que os autores atribuem aos "sistemas geográficos" uma escala média. Os aspectos genéticos e evolutivos também são secundários na abordagem destes autores porque, a própria termodinâmica estabelece que as variáveis dependem apenas do "estado do sistema" num dado momento e não do modo pelo qual ele o alcançou. Deste ponto de vista, os sistemas geográficos, e dentre eles os sistemas geomórficos, são modelos estatísticos.

Nos dois casos acima apresentados se fez referência à idéia de unidade: seja, "de um todo complexo onde suas variáveis exibem correlações mútuas discerníveis"; seja, de um "conjunto único e indissociável", neste último caso, ligado a uma homogeneidade fisionômica. Entretanto, para Chorley e Kennedy (1971), o que individualiza o sistema geográfico é a existência de uma estrutura de correlações entre variáveis e não uma homogeneidade fisionômica como em Bertrand (1968). Nas idéias deste último autor está implícita a concepção de "Sistemas Morfogenéticos", muito difundida por Tricart. Sobre esta concepção, Thomas (1979, p.3) escreve: "... o reconhecimento de regiões morfogenéticas tem sido usualmente baseado em argumentos dedutivos (Büdel,1957-1968), carentes de uma base adequada de dados empíricos (Stoddart, 1969). Tricart (1972) continua a argumentar fortemente em favor de uma Zona Morfogenética Tropical distinta, mas tal visão repousa, como Stoddart (1969) tinha enfatizado, principalmente sobre a identificação de formas individuais aparentemente distintas, sobre as quais nós ainda conhecemos relativamente pouco, se comparado à morfologia geral do terreno".

As críticas dirigidas à Tricart têm por base a premissa de que as diferenças observadas em áreas climaticamente distintas "... não se originariam a partir da ação de processos diferentes, mas das diferentes formas de operação assumidas por processos universais sob diferentes condições ambientais" (Thomas, op. cit.). As evidências mais recentes relatadas pela literatura especializada reforçam a hipótese da existência de um jogo de predominância, ou balanço, entre forças e processos universais, característico para cada zona climática, em detrimento da hipótese que circunscreve a ocorrência de determinados processos a áreas específicas do globo. Neste sentido, parece-nos mais certo que o controle exercido pelas variáveis ambientais sobre a dinâmica dos "sistemas naturais", vinculados às diversas zonas climáticas terrestres, apresente diferenciação quanto à intensidade e extensão dos processos físicos e químicos em cada contexto bioclimático.

Sulcos, ravinas, escorregamentos, rastejo, avalanches de detritos, cones de dejeção e solifluxão, são exemplos de processos encontrados tanto em ambientes tropicais quanto em áreas de clima temperado. Todos eles são desencadeados a partir da convergência de condicionantes topomorfológicos, hidrodinâmicos, mais aqueles referentes aos materiais superficiais, num dado local. Variações, no tempo e no espaço, das condições ambientais intensificam a ocorrência de alguns processos ao

mesmo tempo que inibem a ocorrência de outros. Isto porque, independentemente da localização geográfica, a natureza das forças e energias, bem como das leis que as governam permanecem as mesmas.

Por outro lado, a hipótese de serem morfológica e morfometricamente distintas, áreas submetidas a tipos climáticos distintos, está associada a duas outras sub-hipóteses: a primeira refere-se a uma relação estreita entre tipos climáticos e processos superficiais dominantes; a segunda admite a existência de uma relação direta entre processos dominantes e formas do relevo. Tricart (1972) insiste na distinção de uma "Zona Morfogenética Tropical" por admitir que os seus conjuntos paisagísticos exibem fisionomia, tectogênese e climatogênese únicas. Estes foram também alguns dos principais referenciais adotados por Ab'Saber (1967) na definição dos "Domínios Morfoclimáticos Brasileiros".

Há, sem dúvida, não só uma carência de pesquisas morfométricas, específicas, aplicadas à escala de detalhe sobre os diversos tipos de relevo, principalmente nas áreas intertropicais, mas também ausência de um método unificado que, com base num referencial morfológico universal, viabilize a análise comparativa das inumeráveis unidades do relevo terrestre. Tais lacunas reforçam o caráter dedutivo do conceito de "Domínio Morfoclimático", de modo que este constitui ainda uma hipótese a ser testada. Por outro lado, nada impede que seja considerado um grande geossistema planetário, cujas forças e energias reguladoras dos processos estejam ajustadas de maneira específica em cada porção da superfície, conforme os condicionantes lito-tectônicos e bio-climáticos locais.

Além da discussão acima, outro ponto de interesse a ser examinado refere-se às diversas interpretações originadas do conceito de equilíbrio dos sistemas naturais. Chorley e Kennedy (1971) referem-se à noção de equilíbrio dinâmico dos sistemas naturais, com base nos preceitos da Termodinâmica. Por serem tais sistemas, a rigor, abertos, existe neles uma constante importação e exportação de matéria e energia, que deve ser capaz de manter a "entropia" do sistema num patamar aceitável, de modo a preservar sua estrutura e função. A capacidade de autopreservação do sistema dependerá em muito da eficácia de seus mecanismos internos no que diz respeito à manutenção do equilíbrio entre os fluxos de entrada ("input") e os de saída ("output"), o que irá determinar o grau de adaptação do "sistema" em relação a seu meio.

Carência ou excesso na importação e/ou exportação de matéria e energia, induzidos por algum estímulo externo, natural ou antrópico, pode levar à destruição da estrutura de correlações original, ligada aos elementos ou variáveis do sistema, seja por degeneração progressiva ou interrupção abrupta de suas funções de operação.

Bertrand (1967) incorpora ao seu conceito de "geossistema" as idéias apresentadas por Erhart (1967) na teoria Bio-resistásica, referindo-se a geossistemas em biostasia e resistasia, conforme seja a atividade geomorfogenética, respectivamente menor ou maior. Subdivide também estes dois grupos, classificando-os em função de sua menor ou maior estabilidade. Para o autor um geossistema está em equilíbrio quando são observadas relações estáveis entre o "Potencial Ecológico" (relevo, clima e hidrodinâmica) e a "Exploração Biológica" (vegetação, solo e fauna). No outro extremo, a condição de desequilíbrio é considerada nas situações onde a atividade morfogenética, através da erosão mecânica, supera aquela dos agentes bio e geoquímicos envolvidos na pedogênese. Esta concepção geossistêmica sofreu forte influência da Geomorfologia Climática francesa, particularmente no que se refere às idéias de Tricart (1965). Este último, mais recentemente (Tricart, 1977 e 1979) refere-se a "Sistemas Ecodinâmicos", dando ênfase às intervenções do homem sobre os sistemas naturais e à cartografação dos diversos elementos constituintes da "Paisagem". Neste sentido, não poderia faltar uma proposta de classificação destes sistemas em função do seu estado de equilíbrio, separando-os em "Mei-

os Estáveis", "Intergrades" e "Fortemente Instáveis", conforme se observe, respectivamente: pedogênese mais intensa que morfogênese, pedogênese aproximadamente equivalente à morfogênese, e, morfogênese mais intensa que pedogênese. Com relação aos "Meios Intergrades", o autor classifica-os em: "meios intergrades com tendência a estáveis" e "meios intergrades com tendência a instáveis. A solução cartográfica adotada por Tricart para a representação dos "Sistemas Ecodinâmicos" foi extremamente analítica, baseada em levantamentos detalhados sobre dados litológicos, morfológicos, edáficos, clinométricos, de recursos hídricos, da dinâmica erosiva e dos tipos de intervenção humana. Os conceitos de morfogênese e pedogênege em Tricart, apesar de nunca serem explicitados, induzem o leitor a interpretá-los quase que como dois conjuntos estanques de processos.

Os sistemas de erosão estudados em Geomorfologia de Processos correspondem a subsistemas inseridos nos sistemas de "Paisagem", mais complexos. Apesar das dificuldades de aplicação da abordagem sistêmica à Geografia Física, e particularmente à Geomorfologia, ela é bastante abrangente e consistente para, a longo prazo, levar à tão almejada síntese dos conhecimentos sobre os diversos componentes do meio físico terrestre.

BIBLIOGRAFIA

BERTRAND, G. (1968) Paysage et Géographie Physique Globale. Esquise Métodologique, *Rev. Geogr. des Pyrénées et du Sud-Ouest*, Toulouse, 39 (3): pp 249-272.

BIGARELLA, J.J. E MOUSINHO, M.R. (1965) Considerações a Respeito dos Terraços Fluviais, Rampas de Colúvio e Várzeas. *Bol. Paran. Geogr.*, Curitiba, n. 16 e 17, pp 153 e 159.

CARSON, M.A. and KIRKBY, M.J. (1972) Geomorphic Systems and Models. In *Hillslope Form Process*, Londres, Cam.Univ.Pr., 475p.

CHORLEY, R.J. (1975) *Modelos Físicos e de Informação em Geografia*, Rio de Janeiro, EDUSP, 252p.

CHORLEY, R.J. e KENNEDY, B.A. (1971) *Physical Geography: a Systems Approach*, London, Prentice-Hall, 370p.

_____. (1981) The Ambivalent Effects of Some Factors do Erosion. *Mem.Ins.Geol.Louvain*, Louvain, n.31, 171-181.

DE PLOEY, J., CRUZ, O. e MODENESI, M.C. (1978) Resistences au Cisaillement et Conditions de Glissements de Terrain à Caraguatatuba et à Campos de Jordão. *Colóquio Est. e Cart. de Form. Sup.*, São Paulo, vol.1, 393-402.

DE PLOEY, J. & CRUZ, O. (1979) *Landslides in the Serra do Mar, Brazil*. Catena, Braunschuweig, n.6, 111-122.

ERHART, H. (1967) *La Genèse des Sols en tant que phénomène Géologique*, Paris, Masson et Cie.,165p.

HACK, J.T. and GOODLETT, J.C. (1960) *Geomorphology and Forest Ecology of Mountain Region in the Central Appalachians*. U.S.Geol.Sur.Prof.P., Washington, n.347,66p.

RUHE, R.V. – (1975) *Geomorphology: geomorphic processes and surficial geology*, USA, HoughtonM.Cia, 246p.

SCHEIDEGGER, A.E. – (1970) *Theoretical Geomorphology*, Berlim, Springer-Verlag, 2aed., 435p.

TRICART, J. (1969) *La Epidermis de la Tierra. Barcelona*, Labor, 178p.