

COMENTÁRIO BIBLIOGRÁFICO

Comentário sobre o artigo: Geomorphological Systems — Equilibrium and Dynamics". Alan D. Howard. — *American Journal of Science*, Vol. 263 pp. 302-312, abril de 1965.

Equilíbrio e Dinâmica dos Sistemas Geomorfológicos

ANTÔNIO JOSÉ TEIXEIRA GUERRA
Geógrafo do IBGE

Há alguns anos a Geografia vem passando por várias transformações. Uma delas é a introdução do conceito de *sistemas*, que por ser o modelo mais geral aplicado aos fenômenos naturais é bastante difundido atualmente entre os geógrafos.

No seu trabalho Alan Howard, além de usar a noção de sistema aplicado à Geomorfologia, coloca sempre que possível conceitos antigos em contraste com os atuais.

Howard parte do princípio de que existem duas grandes correntes na Geomorfologia. Uma essencialmente *histórica* onde os processos erosivos deixariam marcas na paisagem, de tal forma que seria possível analisar processos e formas resultantes de um período indefinido no passado. Tanto Davis como Penck se utilizaram dessas noções na escola cíclica, que interpretava "a paisagem em função de um conjunto de formas independentes e de idades diferentes". A outra corrente contrasta com a anterior, pois utiliza o conceito de *equilíbrio* das formas de relevo. Segundo Hach (1960) "o *equilíbrio dinâmico* está presente nas formas de relevo quando todos os elementos topográficos estão sendo verticalmente erodidos sob uma taxa igual, de modo que com o decorrer do tempo não ocorram alterações nas vertentes ou no arranjo areal da topografia". Levando-se em consideração esse conceito, as formas de relevo deveriam estar completamente ajustadas aos processos atuais sobre as mesmas.

Afirma Howard que, apesar de poucos geomorfólogos se enquadrarem de forma explícita em determinada escola, através das idéias

apresentadas em seus trabalhos, pode-se concluir que se situam na primeira ou segunda escola de pensamento.

O autor, ao demonstrar no decorrer do trabalho, que tanto o conteúdo histórico como o conceito de equilíbrio podem ser considerados dentro do estudo de sistemas, começa justamente analisando o sistema geomorfológico como *aberto*, porque ocorre a troca tanto de energia como de matéria com o meio ambiente.

Partindo do princípio de que a caracterização de sistema é dada pela composição, organização e fluxo de energia e massa, Howard considera que os parâmetros mais significativos na geomorfologia são a densidade de drenagem, descarga e a inclinação das vertentes. Conseqüentemente, a partir desses parâmetros a análise dos sistemas geomorfológicos torna-se mais representativa.

Alguns autores consideram os sistemas geomorfológicos como *passivos*, ou seja, suas alterações decorrem apenas das modificações no meio ambiente. Essa posição, além de radical, torna-se tanto perigosa, pois em certas circunstâncias a lateração de um componente do sistema geomorfológico, como por exemplo a topografia, pode causar modificações no clima ou na vegetação.

Assim sendo, os sistemas geomorfológicos atuam sobre o meio ambiente, mas, em contrapartida, a modificação em alguma das variáveis externas causará reajustamentos nos parâmetros do sistema. Por outro lado, as escolas de Davis e Penck consideram que há grande independência entre os componentes das formas de relevo. Segundo a escola Davisiana há uma separação física entre os vários trechos de uma rede de drenagem que possua diferentes níveis de evolução cíclica das vertentes.

Autores mais atuais como Leopold, Morisawa, Lubowe, Miller, Hack e Wolman, através de análises quantitativas, demonstraram a existência de interdependência entre os vários aspectos da topografia, tais como tendência de integração verificada entre as vertentes, interflúvios, depressões e canais fluviais efêmeros. Também comprovaram a existência de uma relação íntima entre declividade e morfologia de um lado e parâmetros fluviais, de outro, verificada pelo ajustamento dos rios com o transporte dos sedimentos que chegam ao canal fluvial.

Os estudos quantitativos das formas de relevo, com uso da noção de *sistemas*, ao se concentrarem em sistemas de drenagens bem estabelecidos e estáveis, tem servido para contrariar muitas idéias da facção histórica que se baseia nas observações sequenciais e migratórias de modificações nas formas de relevo.

Já foi dada muita ênfase à tectônica na explicação das formas de relevo. Atualmente, entretanto, tem havido uma tendência para a compreensão dos sistemas geomorfológicos através de um controle multivariado dos mesmos.

Alan Howard considera a noção de equilíbrio como fundamental para a teoria dos sistemas, resultando num ajustamento das variáveis internas às condições externas. Esse ajustamento das componentes do sistema pode se dar de duas formas: 1.^a) quando as variáveis externas permanecem constantes durante o tempo, os parâmetros do sistema em equilíbrio permanecem também constantes; 2.^a) se houver alguma variação de uma ou mais variáveis externas ao longo do tempo ou espaço, "uma correlação de baixa variância entre o valor da variável externa e o das propriedades do sistema, indica aproximação íntima do equilíbrio, enquanto o coeficiente elevado de correlação indica sensi-

bilidade alta das propriedades do sistema às modificações da variável externa". De qualquer forma a tendência do sistema geomorfológico será de ajustar-se às mudanças ocorridas nas variáveis externas. Mesmo assim Howard considera que apesar de um sistema não conseguir atingir um equilíbrio perfeito poderá alcançar, num determinado período, uma aproximação bem razoável do equilíbrio.

Segundo Howard, tanto a estratigrafia como a estrutura agem passivamente sobre as formas de relevo; sendo assim, nas regiões onde a litologia apresenta composição homogênea ou pequena variação vertical pode ocorrer um ajuste completo entre as formas de relevo e a geologia. No caso contrário, ou seja, quando há acentuada variação vertical na litologia, as formas de relevo ajustar-se-ão à proporção que os agentes externos exponham diferentes tipos de rochas.

Variáveis como erupções vulcânicas, glaciações e enchentes são tão raras no tempo e no espaço que, apesar de atuarem intensamente sobre as formas de relevo, agem num período geologicamente curto, não conseguindo atingir um equilíbrio. Quando essas variáveis deixam de atuar, as formas resultantes da erosão dominam na paisagem e, à medida que o tempo passa, as características iniciais das formas de relevo vão tornando-se cada vez mais indeterminadas.

No seu trabalho sobre equilíbrio e dinâmica dos sistemas geomorfológicos Howard aborda também um aspecto muito importante, a influência da tectônica na elaboração das formas de relevo. Davis e Penck, que pertencem a escola histórica, formularam teorias diferentes sobre a ação tectônica. Enquanto "Davis construiu uma teoria de evolução das formas de relevo baseada na pressuposição de movimentos ascensionais essencialmente instantâneos, quando comparados à taxa de erosão, Penck concebeu taxas de soerguimentos lentos, variando na mesma magnitude das taxas de erosão".

Atualmente os estudos evidenciam que podem haver diversos movimentos ascensionais de extensão mais localizada do que a escola de Davis e Penck formulavam. Para o sistema geomorfológico ajustar-se aos movimentos tectônicos é necessário que haja uma equivalência entre as taxas de erosão e de soerguimento, entretanto há casos em que os ajustamentos respondem lentamente aos movimentos tectônicos.

Tanto Davis como Schumm consideram que as formas de relevo não tendem a um equilíbrio e que os sistemas geomorfológicos não são conservativos. Howard, entretanto, afirma que as formas de relevo tendem para um equilíbrio, levando em conta os íntimos ajustamentos entre as formas e os processos dentro dos sistemas geomorfológicos.

O *clima* também é uma variável externa que pode atuar sobre os sistemas geomorfológicos, embora em menor intensidade que os vulcanismos, terremotos ou glaciações, mas em contrapartida com maior regularidade que estes. O clima pode agir direta ou indiretamente sobre os sistemas geomorfológicos. Um efeito indireto do clima é representado pela carga detrítica que chega aos canais fluviais, além do próprio débito dos rios.

As alterações climáticas causam ajustamentos nos parâmetros do sistema e, se as médias climáticas permanecerem constantes durante um longo período, o sistema pode atingir o equilíbrio. No entanto, variações dos *tipos de tempo* não são, na maioria dos casos, suficientes para provocar alterações nos sistemas geomorfológicos, pois essas rápidas flutuações são "filtradas" nas respostas dos sistemas.

Pelo que foi analisado anteriormente, presumia-se que apenas um determinado fator se alterava no decorrer do tempo, mas isso é muito

raro na natureza. Na realidade, alterações das variáveis que atuam sobre os sistemas geomorfológicos, como movimentos tectônicos, mudanças climáticas e estrutura geológica podem ocorrer ao mesmo tempo e, ainda assim, deve-se considerar a "existência de um estado teórico de equilíbrio" se o sistema conservar a sua significância, definindo a direção da resposta do sistema.

Outro conceito que Howard aborda no seu trabalho é o da "frequência e magnitude", proposta por Wolman e Miller em 1960, ou seja "as influências passadas das variáveis externas decrescem com o tempo numa taxa proporcional à habilidade de reajustamento das variáveis do sistema às mudanças nas condições externas".

Com o transcorrer do tempo vai havendo uma influência decrescente das ações ambientais passadas, conseqüentemente, quanto mais remoto for o passado menos se poderá inferir a propósito das condições anteriores e das variáveis externas que atuaram sobre o sistema geomorfológico. Se uma variável do sistema está em equilíbrio com um fator externo "a constância através do tempo desse fator torna-se cada vez mais incerta na medida em que aumenta a escala do passado". Essa idéia colocada por Howard vem de encontro à escola histórica, pois afirma que algumas condições iniciais, como por exemplo um soerguimento tectônico, pode ter um efeito duradouro sobre a textura das formas de relevo.

Os pesquisadores que trabalham sob a perspectiva do equilíbrio, e podemos incluir Alan Howard entre os mesmos, são contrários a esse "efeito duradouro" atribuído pela facção histórica, mas de qualquer forma Howard não subestima totalmente esses registros históricos, o que pode ser constatado pela seguinte afirmativa: "os parâmetros e subsistemas de sistemas geomorfológicos diferentes possuem escalas desiguais de tempo para responderem às modificações ocorridas nos mesmos fatores externos; por essa razão, alguns elementos da paisagem conservarão registros históricos por um tempo maior que outros".

No capítulo referente às condições, Howard aplica as teorias por ele abordadas durante seu trabalho às condições ambientais como, por exemplo, quando afirma que uma elevação do nível de base provocará um decréscimo geral do relevo onde os canais principais seriam afetados primeiramente, enquanto as áreas de cabeceiras seriam afetadas em último lugar.

Outra conclusão importante que Howard apresenta no seu artigo é a supervalorização dada aos movimentos tectônicos (principalmente pela escola histórica) para explicar mudanças no regime erosivo, quando atualmente já se admite que as oscilações climáticas são também muito importantes. No oeste dos Estados Unidos, por exemplo, os entalhamentos fluviais ocorridos vem sendo, cada vez mais, reconhecidos como efeitos de oscilações climáticas.

A grande virtude do artigo de Alan Howard é que em poucas páginas conseguiu condensar várias teorias geomorfológicas, tanto aquelas ligadas à *facção histórica* como as que se utilizam do *conceito de equilíbrio*, fazendo comparações entre ambas e procurando demonstrar através de situações ambientais que o conceito de equilíbrio realmente é mais lógico que as teorias da escola essencialmente histórica, mas que esta também não pode ser totalmente subestimada.