

## SISTEMAS EM GEOMORFOLOGIA

### **META**

Verificar a aplicabilidade da teoria dos sistemas/geossistemas nos estudos geomorfológicos e geográficos.

### **OBJETIVOS**

Ao final desta aula, o aluno deverá:

compreender o arcabouço teórico - metodológico da abordagem sistêmica/geossistêmica;  
identificar os aspectos mais importantes na composição do sistema;  
classificar os sistemas de acordo com o critério funcional.

### **PRÉ-REQUISITOS**

Conhecimentos básicos adquiridos na disciplina Historia do Pensamento Geográfico.

## INTRODUÇÃO

O vocábulo sistema, representando conjunto organizado de elementos e de interações entre os elementos (Figura 2.1), tem uso antigo e difuso no conhecimento científico (CHRISTOFOLETTI, 1999). Entretanto, a preocupação em se realizar abordagem sistêmica conceitual e analítica rigorosa surgiu explicitamente na Biologia teórica, na década de 1930. A partir da década de 1980 a analogia referencial relaciona-se com os sistemas dinâmicos, desenvolvidos na Física e Química.

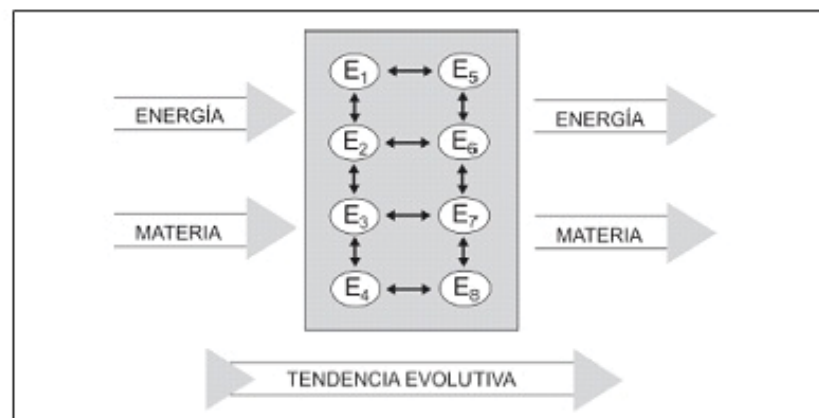


Figura 2.1: Modelo de um sistema geral (E: elementos do sistema) segundo Bolós,1992.

## BASES CONCEITUAIS NA COMPOSIÇÃO DOS SISTEMAS DE ACORDO COM CHRISTOFOLETTI (1980)

No estudo da composição dos sistemas, vários aspectos importantes devem ser considerados tais como a matéria, a energia e a estrutura.

A matéria corresponde ao material a ser mobilizado através do sistema. No sistema hidrográfico por exemplo, a matéria é representada pela água e detritos. No sistema vertente, as fontes primárias de matéria são a precipitação, a rocha subjacente e a vegetação. A energia corresponde às forças que fazem o sistema funcionar, gerando a capacidade de realizar trabalho. A energia potencial é representada pela força inicial que leva ao funcionamento do sistema, a gravidade funciona como energia potencial para o sistema hidrográfico. Ela desencadeia a movimentação do material, e é tanto maior quanto mais acentuada for a amplitude altimétrica. A energia cinética (ou do movimento) se configura com a movimentação do material aliando-se a própria força e a da energia potencial. Assim, o escoamento das águas ao longo dos rios, gera a energia cinética. A energia total é constituída pela soma entre a energia potencial e a energia cinética.

A estrutura do sistema é constituída pelos elementos e suas relações, expressando-se através do arranjo de seus componentes. O elemento é a unidade básica do sistema. A vertente é elemento no sistema da bacia hidrográfica, mas pode ser concebida como sistema em si mesma. Três características importantes das estruturas devem ser observadas: a) Tamanho – (determinado pelo número de variáveis que compõem o sistema); b) Correlação – (expressa o modo como as variáveis se relacionam); c) causalidade – (mostra qual é a variável que controla o sistema, independente), e aquela que é controlada dependente.

## CLASSIFICAÇÃO DOS SISTEMAS GEOMORFOLÓGICOS

Os sistemas podem ser classificados com base no critério funcional ou de acordo com a sua complexidade estrutural. Foster, Rapoport e Trucco levando em consideração o critério funcional, distinguem os seguintes tipos conforme seguem:

a) Sistemas Isolados – são aqueles que, dadas as condições iniciais, não sofrem mais nenhuma perda nem recebem energia ou matéria do ambiente que os circundam.

b) Sistemas não-isolados – são aqueles que mantêm relações com os demais sistemas do universo no qual funcionam, podendo ser subdivididos em:

- Fechados – quando há troca de energia (recebimento e perda), mas não de matéria. O Planeta Terra representa um bom exemplo, pois recebe energia solar e também a perde por meio da radiação para as camadas extra-atmosféricas, mas não recebe nem perde matéria de outros planetas ou astros, a não ser em proporção insignificante, quase nula.

- Abertos – são aqueles nos quais ocorrem constantes trocas de energia e matéria, tanto recebendo como perdendo. Os sistemas abertos são os mais comuns, podendo ser exemplificados por uma bacia hidrográfica, vertentes, homem, cidade, indústria, animal e muitos outros.

Levando-se em consideração a complexidade estrutural, Chorley e Kennedy (1971) distinguem dez tipos de sistemas dentre essas categorias, as quatro primeiras, pertencem ao âmbito da Geomorfologia (CHSTOFFOLLETTI, 2002) cujas características são as seguintes:

a) Sistemas Morfológicos – são compostos somente pela associação das propriedades físicas do fenômeno (geometria, composição, etc.), constituindo os sistemas menos complexos das estruturas naturais. Correspondem às formas, sobre as quais podem-se escolher diversas variáveis a serem medidas (comprimento, altura, largura, declividade, granulometria, densidade, entre outras). Em termos funcionais, os sistemas morfológicos podem ser isolados, fechados ou abertos. Os que normalmente pertencem ao interesse do geomorfólogo

são abertos ou fechados. As redes de drenagem, as vertentes, as praias, os canais fluviais, as dunas e as restingas são exemplos desse tipo de sistemas, nos quais se podem distinguir, medir e correlacionar as variáveis geométricas e as de composição.

b) Sistemas em Seqüência – são compostos por uma cadeia de subsistemas, possuindo tanto magnitude espacial quanto localização geográfica, que são dinamicamente relacionados por uma cascata de matéria ou energia. Nessa seqüência, a saída (*output*) de matéria ou energia de um subsistema torna-se a entrada (*input*) para o subsistema de localização adjacente. Nos sistemas em seqüência a relevância da análise incide na caracterização dos fluxos de matéria e energia e nas transformações ocorridas em cada subsistema (Figura 2.2).

É importante ressaltar que dentro de cada subsistema deve haver um regulador que trabalhe a fim de repartir o *input* recebido de matéria ou energia em dois caminhos: armazenando-o (ou depositando) ou fazendo-o atravessar o subsistema e tornando-o um *output* do referido subsistema. Só para ilustrar por exemplo, no subsistema vertente, a água recebida pode ser armazenada nos poros das rochas ou ser transferida para os rios (escoamento superficial) ou para o lençol subterrâneo (escoamento subterrâneo).

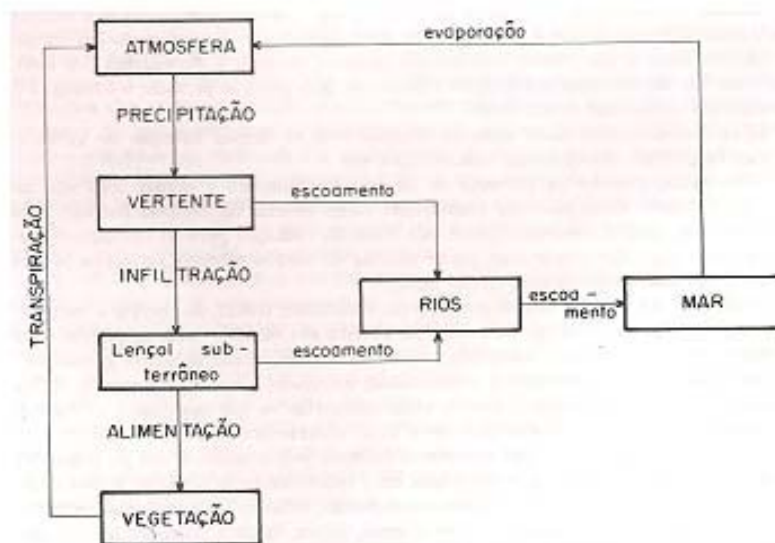


Figura 2.2 – Exemplo de sistema em seqüência, mostrando o relacionamento entre vários subsistemas. Fonte: Christofolletti, 1980.

c) Sistemas de processos-respostas – são formados através da combinação de sistemas morfológicos e sistemas em seqüência. Estes por sua vez indicam o processo, enquanto o morfológico representa a forma, a resposta a determinado estímulo. Ao definir os sistemas de processos-respostas, a ênfase maior está focalizada para identificar as relações entre o processo e as formas que dele resultam. Neste sentido, qualquer alteração no sistema em seqüência será refletida por alteração na estrutura do sistema morfológico,

isto é, na forma. Uma nova forma ocorrerá a partir do reajustamento das variáveis visando alcançar um novo equilíbrio.

d) Sistemas Controlados – são aqueles que apresentam a atuação do homem sobre os sistemas de processos-respostas. A complexidade aumenta pela intervenção humana. Nesses sistemas existem certas variáveis-chaves, ou válvulas, sobre as quais o homem pode intervir para produzir modificações na distribuição de matéria e energia dentro dos sistemas em seqüência, influenciando nas formas que com ele estão relacionadas. Exemplifica Christofolletti (1980) que havendo modificação da capacidade de infiltração de determinada área ou a movimentação de areias em determinada praia, o homem pode produzir, consciente ou inadvertidamente, modificações consideráveis, na densidade de drenagem ou na geometria da praia. É na orientação dessa intervenção humana que reside à finalidade aplicada da ciência geomorfológica.

## A ABORDAGEM SISTÊMICA NA VISÃO DE DIFERENTES AUTORES

A aplicação da teoria dos sistemas aos estudos geográficos serviu para se buscar a pretendida abordagem integrada na Geografia. Na Geomorfologia o ponto de partida é atribuído a Strahler (1950), quando escreveu que um sistema de drenagem ajustado talvez seja melhor descrito como sistema aberto em estado constante que difere de um sistema fechado em equilíbrio, visto que o sistema aberto possui importação e exportação de componentes.

Ao expor as bases da Teoria do Equilíbrio Dinâmico em Geomorfologia, Hack (1960) também se utilizou da idéia de sistemas abertos, e Chorley (1962) procurou sistematizar e esclarecer a necessidade da abordagem sistêmica aos problemas geomorfológicos. Dentro de um enfoque sistêmico, as bacias hidrográficas começaram a ser focalizadas como unidades geomorfológicas fundamentais (LEOPOLD, WOLMAN E MILLER, 1964; CHORLEY, 1969), tendo em vista o funcionamento integrado de seus elementos.

A partir de 1960, a análise sistêmica difundiu-se com variados graus de sucesso por todas as áreas da Geografia Física, e segundo Stoddart (1974, p. 93) “a análise sistêmica, finalmente, oferece à Geografia metodologia unificadora, e utilizando-a, a Geografia não mais permanecerá à margem do fluxo do progresso científico”.

Isto posto, um aspecto importante a ser considerado pelo pesquisador nesse nível de abordagem diz respeito à delimitação do sistema a ser considerado na análise. Conforme a escala que se deseja analisar, deve-se ter em vista que cada sistema passa a ser um subsistema (ou elemento) quando se procura analisar o fenômeno em escala maior. O exemplo de bacias hidrográficas é ilustrativo. Partindo-se de sua definição e levando-

se em conta a ordenação hierárquica, distinguem-se as bacias de primeira ordem (com um rio apenas), as de segunda ordem, as de terceira ordem, e assim por diante.

Esclarece Christofolletti (1999) que neste caso, cada uma pode ser considerada como um sistema na sua grandeza de estruturação. Mas essas ordens se tornam absorvidas quando a escolha incidir sobre uma ordem maior. Uma bacia hidrográfica de quarta ordem, por exemplo, representa um sistema, mas em seu interior logicamente possui bacias de terceira, segunda e primeira ordem. E, por sua vez, são aninhadas quando o sistema é operacionalizado para as unidades de quinta ordem.

Associado aos limites, no estudo da composição do sistema bacia hidrográfica, devem ainda ser abordada a matéria, a energia e a estrutura, sendo esta última constituída pelos elementos e suas relações, expressando-se através do arranjo de seus componentes. O elemento é a unidade básica do sistema.

Um rio é o elemento no sistema hidrográfico. Para Howard (1973), um sistema é composto por elementos em estado instantâneo de equilíbrio e de interrelações, estando sujeito a modificações através do tempo, pois sendo a bacia hidrográfica considerada dentro dessa concepção como um sistema aberto, sustentando-se num equilíbrio dinâmico em função de ciclos e flutuações que são processos não lineares, os seus elementos estão diretamente interligados em função, principalmente, do elemento água que desempenha papel fundamental no clima de uma dada região, como parte integrante do solo e da vegetação e, ao mesmo tempo, o responsável direto pela manutenção das atividades produtivas desenvolvidas na bacia.

Assim, o *input* de energia no sistema ocorre a partir do clima e das forças endogenéticas, ocorrendo o transporte de água e sedimentos tanto no interior do sistema como nas vertentes, canais e em subsuperfície. O *output* da bacia hidrográfica, por sua vez, ocorre, principalmente, por meio da evapotranspiração, da vazão e dos sedimentos na foz. Considerando as etapas de análise sobre os sistemas reformulados por Christofolletti (1987), a partir da proposição apresentada por Chorley e Kennedy (1971), e utilizada por Fontes (1997, p. 36), o estudo sistêmico em bacia hidrográfica pode ser direcionado em três fases:

- a) Análise morfológica - que conduz à individualização, caracterização e hierarquização das partes componentes do sistema. As análises morfométricas, topológicas e topográficas enquadram-se nesse procedimento de estudo;
- b) Análise dos processos atuantes - essa focalização procura compreender a funcionalidade que se opera no sistema hidrográfico e as repercussões das condições climáticas sobre os outros elementos do geossistema, controlando os processos morfogenéticos, a cobertura vegetal, a formação dos solos, os regimes fluviais etc. Toda dinâmica do geossistema é analisada nos processos ocorrentes em cada elemento, nas relações e fluxos de matéria e energia entre os elementos e na caracterização da unidade integrativa;

c) Análise dos processos-resposta - a interação entre a análise morfológica e a dos processos atuantes favorece o estudo globalizante do geossistema com modificações na distribuição de matéria e energia e, conseqüentemente, influenciando nas formas, dando origem aos sistemas de controle geográfico.

Essa situação, portanto, aumenta a sua complexidade pela intervenção humana. Ressalta Christofolletti (1980) que ao se examinar a estrutura dos sistemas de processos-resposta, há certas variáveis-chave, sobre as quais o homem pode interferir para produzir modificações na distribuição de matéria e energia dentro dos sistemas em seqüência e, conseqüentemente, influenciar nas formas que com ele estão relacionadas. O citado autor argumenta essa afirmação baseando-se no seguinte exemplo: modificando a capacidade de infiltração de determinada área, seja de uma bacia costeira, urbana ou interiorana, o homem pode produzir, consciente ou inadvertidamente, modificações consideráveis na densidade de drenagem. É na orientação dessa intervenção humana que reside a finalidade aplicada da ciência geomorfológica.

## O GEOSSISTEMA COMO MODELO TEÓRICO DA PAISAGEM

O geossistema corresponde a um determinado tipo de sistema. O conceito foi definido pelo geógrafo soviético Sotchava, em 1963, e foi utilizado em inglês, em 1967, pelo geógrafo Stoddart e em alemão, em 1969, por Neef. A partir dessas datas trata-se já de um termo científico utilizado por todos os especialistas da Ciência da Paisagem. Corresponde à aplicação do conceito sistema e a concepção sistêmica da paisagem. “O geossistema, como o ecossistema, é uma abstração, um conceito, um modelo teórico da paisagem (Figura 2.3). Nele encontramos todas e cada uma das características que definimos como próprias de todo o sistema” (BOLÓS, 1992, p. 36).

No campo conceitual e analítico para o estudo das características e complexidades do sistema bacia hidrográfica, duas perspectivas surgem como norteadoras: a ecológica e a geográfica. Partindo de referências distintas, ambas focalizam categorias de fenômenos específicos, chamando atenção sobre aspectos estruturais, funcionais e dinâmicos para a compreensão dos ecossistemas e geossistemas.

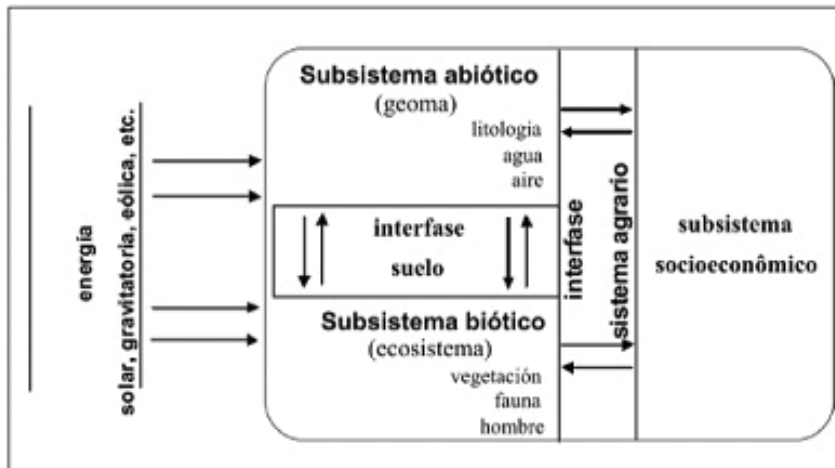


Figura 2.3 - Forma de interpretar e representar o geossistema segundo M. de Bolós, 1992.

A abordagem geoecológica representa um primeiro passo para o surgimento do geossistema como se constata na figura 2.4 que indica a posição da paisagem no contexto ecológico. Francisco (1996) a considera altamente significativa para a evolução dos estudos geográficos, principalmente por considerar as inter-relações entre componentes bióticos e abióticos e o fluxo de matérias e energia do geocomplexo, levando em conta não somente as mudanças ambientais ocorridas sobre este. A perspectiva da análise integrada do sistema natural tornou-se lema marcante na obra de Jean Tricart, surgindo de modo explícito ao considerar a Terra como planeta vivo e a ordenação do meio natural (TRICART, 1972; 1973). Essa proposição tornou-se mais sistematizada com o delineamento da Ecodinâmica (TRICART, 1977) e a focalização da análise sistêmica do meio natural (TRICART, 1979). Em seu desenvolvimento conceitual e analítico, este autor propõe de maneira específica o campo da Ecogeografia e as suas aplicações para a ordenação do meio natural.



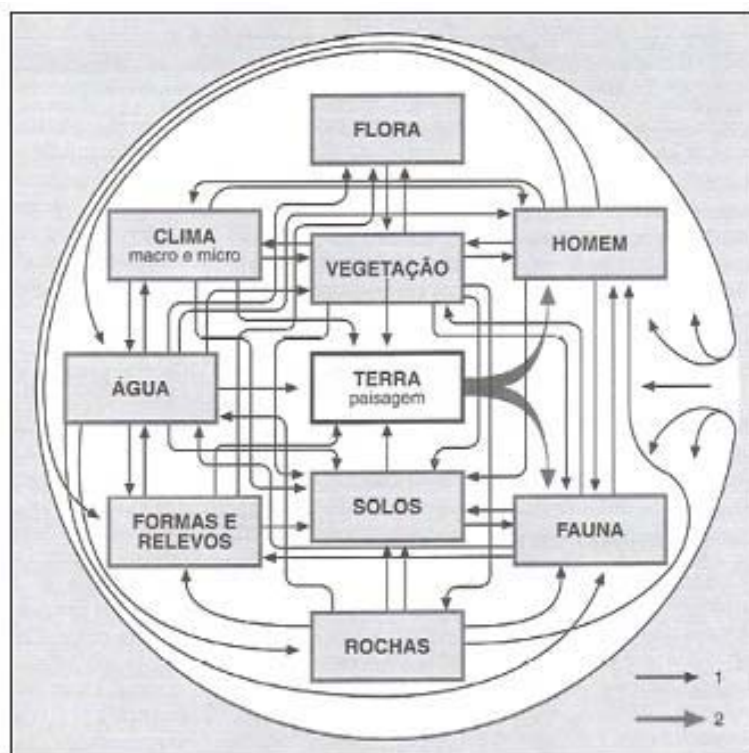


Figura 2.4 - Modelo de paisagem no contexto ecológico. As linhas assinaladas em 1 indicam relações de dependência em graus diversos, enquanto a linha em 2 indica as duas principais retroalimentações. In: Christofolletti, 1999 e adaptado de Zonneveld, 1979.

No Brasil, a produção geográfica sistêmica iniciou-se com as contribuições de Christofolletti que difundiu o conceito de geossistema, tanto em nível teórico como aplicado, procurando avançar no papel desempenhado pela Geografia Física na estruturação do meio ambiente e nas atuais questões ambientais globais. Dentro desse contexto, a compreensão de Christofolletti (1986) para o conceito de geossistema envolve a caracterização dos sistemas ecológicos naturais, que são objeto da Geografia Física. Tomando o geossistema como sendo seu objetivo próprio, a Geografia Física não contempla individualizadamente os componentes da natureza, mas, sim, a organização espacial dos geossistemas, que se expressa pela estrutura, como resultante da dinâmica dos processos e das relações existentes entre os elementos.

Nessa perspectiva, não é sem razão que Christofolletti (1999), enfatiza que a busca integrativa dos diversos elementos não implica a perda de validade das análises setoriais aprofundadas, focalizadas analiticamente pela Climatologia, Geomorfologia, Geologia, Pedologia, Biogeografia, entre outros, tendo em vista que não se devem estudar os componentes da natureza por si mesmos, mas sim investigar a unidade resultante da interação e as conexões existentes nesse conjunto.

Na concepção de Troppmair (1985), com o aumento dos problemas ambientais, sociais e econômicos, causados pelo homem e com reflexos sobre o próprio homem, a Geografia tem por objetivo os estudos integra-

dos numa visão sistêmica para entender, utilizar e ao mesmo tempo manter o sistema natureza do qual o homem é integrante. É com essa lógica de pensamento que esse autor, ao tratar do papel da ciência geográfica no meio ambiente, define três etapas fundamentais: análise, diagnóstico e prognóstico do espaço.

Apesar de considerar os geossistemas como fenômenos naturais, Sotchava (1977) leva em consideração os fatores econômicos e sociais, e seus modelos refletem parâmetros econômicos e sociais das paisagens modificadas pelo homem. No seu entendimento, os elementos do quadro natural são provenientes de análise do potencial ecológico (no qual entram em interação os elementos geomorfológicos, pedológicos, climáticos e hidrológicos) e da exploração biológica (cobertura vegetal, fauna e ação antrópica). Sem dúvida, o clima é o controlador dos processos por ser o fornecedor de energia para o desencadeamento dos fenômenos físicos que ocorrem na superfície da Terra, mantendo o geossistema, e não um elemento integrante da organização espacial, pois embora seja perceptível e contribua significativamente para se sentir e perceber as paisagens, não é componente materializável e visível na superfície terrestre.

Nessa direção, “o estudo dos geossistemas também deve avaliar as consequências ocasionadas pelas atividades antrópicas em seu funcionamento” (ARAÚJO, 2003, p. 97). Assim, o papel assumido pelo homem através das suas atividades socioeconômicas é altamente significativo no sistema ambiental físico, pois ao lado das condições climáticas o grupo humano ou sociedade constitui fator de importância para

se compreender o ritmo e magnitude dos processos e as transformações geradas nos sistemas do meio ambiente.

Sotchava salienta que os geossistemas são sistemas dinâmicos, flexíveis, abertos e hierarquicamente organizados, com estágios de evolução temporal, numa mobilidade cada vez maior sob a influência do homem. Considera o espaço como elemento básico para a classificação e tudo o que nele está contido em integração funcional, e do ponto de vista geográfico, em três escalas: topológica, regional e planetária.

Em escala decrescente de categorias, distingue geossistema, geócoros, geômeros e geótopos. Esta perspectiva conceitual engloba a abordagem tradicional inserida na literatura soviética, dedicada aos estudos dos complexos geográficos naturais. Assim, o geossistema para os geógrafos soviéticos é investigado por meio de transectos, estações experimentais, análises de laboratório, métodos gráficos e estatísticos, modelagem e mapeamento em grande escala, resultando em uma teoria de dimensão geográfica.

A proposição teórico-metodológica e prática apresentada por Sotchava (op. cit.) e demais geógrafos da ex-URSS, inserida no modo russo-soviético de enxergar a Geografia Física voltada para a aplicação, é “um significativo marco de mudança de postura dos geógrafos diante dos problemas de planejamento e desenvolvimento econômico e social, de um lado, e

dos problemas ambientais, de outro” (ROSS, 2006, p. 27). Desloca-se da posição passiva de uma Geografia analítico-descritiva para uma Geografia preocupada com a aplicação dentro de um discurso de desenvolvimento que leve em conta “a conservação e a preservação da natureza e, mais do que isso, que tenha a intenção de contribuir para a promoção de melhorias/otimização dos ambientes naturais, que são, é possível dizer, nos dias atuais, alguns dos pressupostos para o desenvolvimento sustentável da humanidade” (Op. Cit).

Ao propor uma metodologia de estudo da paisagem em 1968, inspirado nas concepções geocológicas de Troll e geógrafos russo-soviéticos, Bertrand em sua obra *Paysage et géographie physique globale: esquisse méthodologique*, define o geossistema como unidade básica para a análise da organização do espaço não urbanizado. Em sua visão, o geossistema resultaria da combinação de um potencial ecológico (geomorfologia, clima e hidrologia), uma exploração biológica (vegetação, solo e fauna) e uma ação antrópica não apresentando, necessariamente, homogeneidade fisionômica e sim um complexo essencialmente dinâmico (Figura 2.5).

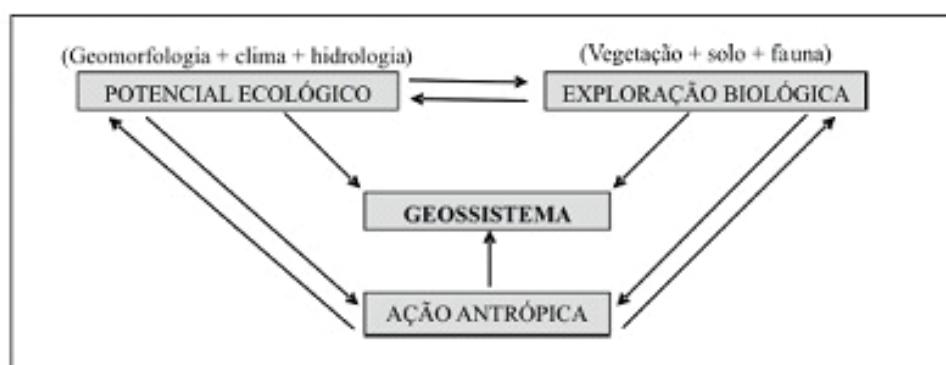


Figura 2.5 - Estrutura funcional dos geossistemas (BERTRAND, 1971).

Essa unidade básica, que abrange escala de alguns quilômetros quadrados a centenas de quilômetros quadrados, pode, por sua vez, ser decomposta em unidades menores fisionomicamente homogêneas, os geofácies e os geótopos, que, segundo o sistema taxonômico de hierarquização da paisagem por ele proposto, integram as grandezas de V a VIII da classificação de Tricart correspondendo às unidades inferiores.

O geofácies, corresponde a um setor fisionomicamente homogêneo que se sucede no tempo e no espaço, no interior de um geossistema; possui, inclusive, potencial ecológico, exploração biológica e ação antrópica, estando sujeito à biostasia e resistasia. Já os geótopos apresentam, normalmente, condições diferentes do geossistema e do geofácies em que se encontram. Constituem a menor unidade homogênea diretamente visualizada no terreno, representando o refúgio de biocenoses originais, sejam relictuais ou endêmicas.

### CONCLUSÃO

A aplicação da teoria dos sistemas aos estudos geomorfológicos serviu para se buscar a pretendida abordagem integrada na Geomorfologia, tendo como ponto de partida Strahler. A análise sistêmica, sem dúvida, ofereceu à Geomorfologia metodologia unificadora, não deixando este campo de conhecimento permanecer a margem do fluxo do progresso científico. Neste sentido, um aspecto importante a ser considerado pelo pesquisador nesse nível de abordagem diz respeito a delimitação do sistema a ser considerado na análise. Conforme a escala que se deseje analisar, deve-se ter em vista que cada sistema passa a ser um subsistema (ou elemento) quando se procura analisar o fenômeno em escala maior.



### RESUMO

Um sistema pode ser definido como o conjunto dos elementos e das relações entre si e entre os seus atributos. No estudo da composição dos sistemas, vários aspectos importantes devem ser considerados, entre eles a matéria, a energia e a estrutura. A sua classificação geralmente é estabelecida com base no critério funcional, nele podendo inserir-se os seguintes tipos de sistemas: isolados, não-isolados, morfológicos, em seqüência e de processos - respostas. Entretanto, dentro do universo Geomorfológico podemos distinguir quatro sistemas antecedentes (climático, biogeográfico, geológico e antrópico) tidos como mais importantes para a compreensão das formas de relevo.



### ATIVIDADES

1. Conceituar sistemas
2. Listar os aspectos mais importantes a serem considerados no estudo da composição dos sistemas. Explique cada um deles e apresente exemplos.
3. Em que implica o estudo da correlação, causalidade e tamanho em se tratando da estrutura do sistema?
4. Como se classificam os sistemas quanto ao critério funcional e complexidade estrutural? Defina cada um deles.
5. Identificar os sistemas antecedentes dentro do universo geomorfológico.
6. Apresentar as fases em que podem ser direcionados os estudos sistêmicos em bacias hidrográficas.
7. Qual a concepção de geossistemas segundo Bertand e Sotchava?

## COMENTÁRIO SOBRE AS ATIVIDADES

Essas questões podem ser respondidas com base no conteúdo dessa aula, mas se você quiser aprofundar a discussão sobre a abordagem sistêmica e geossistêmica num texto mais condensado, sugerimos a leitura do capítulo sobre A bacia Hidrográfica como Unidade geográfica de Planejamento e gestão Ambiental, no livro *Temas de Geografia Contemporânea*, elencado na bibliografia dessa aula.

## PRÓXIMA AULA

Na aula seguinte trataremos do tema propriedades geomorfológicas das rochas.



## REFERÊNCIAS

- ARAÚJO, Hélio Mário de. A abordagem sistêmica nos estudos relacionados à bacia hidrográfica. **Revista Candeeiro**. Aracaju, ano VI, v. 9, 10, p. 96-98. 2003.
- BERTRAND, G. Paysage et géographie physique globale: esquisse méthodologique. **Reveu géographique des pyrenées ET du sud-oest**. Toulouse, v. 39, n. 3, p. 249-272. 1968.
- BOLÓS, I; CAPDEVILA, M. de. El geosistema, modelo teórico del paisaje. In: **Manual de ciencia del paisaje: teoria, metodos y aplicaciones**. Barcelona: Masson, 1992. p. 31-46.
- CHISTOFOLETTI, Antônio. Sistemas e Modelos. In: CHISTOFOLETTI, Antônio. **A Modelagem de sistemas ambientais**. São Paulo: Ed. Edgard Blücher, 2002. p. 1-18.
- \_\_\_\_\_. Análise topográfica de bacias hidrográficas. **Rev. Geociências**. São Paulo: v. 5-6, p. 1-29, 1986/1987.
- \_\_\_\_\_. **Geomorfologia**. São Paulo: Ed. Edgard Blücher, 1980.
- \_\_\_\_\_. **A análise de sistemas em geografia**. São Paulo: Hucitec, 1979. 106 p.
- \_\_\_\_\_. Análise quantitativa em geografia. **Boletim de geografia teórica**. Rio Claro, v. 1, n. 1, p. 43-60, 1976.
- CHORLEY, Richard J. The drainage basin as a fundamental geomorphic unit. In: **Water, Earth and man**. London: Ed. R.J. Chorley, Methuen, 1969. p. 77-99.
- \_\_\_\_\_. A Geomorfologia e a teoria dos sistemas gerais. **Rev. Notícia Geomorfológica**. Campinas, V. 11, nº 21, 1971. p. 3-32.

- CHORLEY, R.J.; KENNEDY, B.A. **Physical Geography: a systems approach**. London: Pictice hall, 1971.
- FONTES, A. L. **Caracterização geoambiental da bacia do rio Japaratuba/SE**. Tese (Doutorado em Geografia), Rio Claro, IGCE/UNESP, 1997. 298 p.
- HACK, J.T. **Interpretation of erosional topography in humol tropical regions**. *América Journal of Science*. n. 258-A, 1960. p. 80-97.
- HOWARD, A. D. Equilíbrio e dinâmica dos sistemas geomorfológicos. **Notícia geomorfológica**. Campinas, v. 13, n. 26, p. 3 – 20, 1973.
- LEOPOLD, L.B.; WOLMAN, M.G.; MILLER, J.P. **Fluvial Processes in geomorphology**. W.F. Freeman and co., São Francisco, 1964. 522 p.
- PENTEADO, Margarida Maria. **Fundamentos de geomorfologia**. Rio de Janeiro; IBGE, 1983.
- ROSS, J.L.S. **Ecogeografia do Brasil: subsídios para o planejamento ambiental**. São Paulo: Oficina Textos, 2006.
- SOTCHAVA, V. B. **O estudo de geossistemas, métodos em questão**. São Paulo, n. 16, p. 1-52, 1977.
- STRAHLER, A.N. **Systems theory in physical geography**. *Physical geography*. v. 1, n. 1, p. 1-27, 1950.
- TROPPEMAIR, H. Geografia física e geografia ambiental: modelos de geografia integrada. **Boletim de geografia teórica**, v. 20, 1985. p. 63-69.
- TRICART, J. **La terre, planete vivante**. Paris: Press Universitaires de France, 1972.
- \_\_\_\_\_. La géomorphologie dans les études intégrées d'aminagement du milieu naturel. **Annales de géographie**, 82(452), 1973. p. 421-453.
- \_\_\_\_\_. **Ecodinâmica**. Rio de Janeiro, Fundação IBGE, 1977. 91 p.
- \_\_\_\_\_. L'analyse de système et l'étude intégrée du milieu naturel. **Annales de Géographie**, 88(490), p. 705-714, 1979.