

# GEOGRAFIA FÍSICA, GEOSSISTEMAS E ESTUDOS INTEGRADOS DA PAISAGEM

Flávio Rodrigues do Nascimento<sup>1</sup>  
José Levi Furtado Sampaio<sup>2</sup>

## RESUMO

O presente trabalho trata de aspectos teóricos ligados à Geografia Física, sobretudo relacionados com a Teoria Geral dos Sistemas – TSG – desenvolvida por Bertalanfy. O desenvolvimento da TGS permitiu uma maior aproximação sistemática com a Geografia Física, na qual variáveis como paisagem e geossistema puderam ser tratadas em particular.

Palavras-chave: Teoria Geral dos Sistemas. Metodologia. Geografia Física. Geossistema. Paisagem.

## ABSTRACT

The present work deals with the theoretical aspects linked to the Physical Geography, mainly those related to the Systems General Theory – SGT – developed by Bertalanfy. The SGT theoretical development allowed a more systematic approach to the Physical Geography, where variables such as landscape and geosystems/enviromments could be treated as a particular item.

Key-words: Systems General Theory. Methodology. Physical Geography. Geosystem. Landscape.

## INTRODUÇÃO

Entende-se por Geografia Física o estudo da organização espacial dos geossistemas, de vez que essa organização se expressa pela estrutura conferida pela distribuição e arranjo espacial dos elementos que compõem o universo do sistema, os quais são resultantes da dinâmica dos processos atuantes e das relações entre os elementos.

Este ramo da Geografia busca auxílio em métodos de outras ciências, incorporando-os e adaptando-os. A Geologia, Biogeografia, Pedologia, Meteorologia, Botânica etc. lhe servem metodologicamente. Em escala geral, a Geografia Física tem tentado trabalhar com a dialética da natureza; mas a teoria sistêmica tem-se configurado como método mais eficaz em seus trabalhos moderno e contemporâneo. Tentativas pormenorizadas da teoria dos sistemas têm sido implementadas na Geografia soviética, norte-americana e sobretudo a inglesa, influenciadas diretamente pela tendência “Sistêmico-Quantitativo”, e como consequência produziram-se tendências metodológicas oriundas desta base, confeccionando o estudo da paisagem, os estudos ecossistêmicos, geossistema e a ecogeografia, só para citar os mais importantes.

A Geografia Física ou da natureza possui duas características básicas: (a) sua proximidade com as ciências naturais e (b) direcionada atenção às alterações do quadro natural do planeta, com proximidade da Ecologia e Geografia Humana.

---

<sup>1</sup> Licenciado e Bacharel em Geografia (UFC). Mestre em Geografia pela UECE. Doutor em Geografia pela UFF/RJ. Professor da UECE (Deptº de Geografia da FAFIDAM, Limoeiro do Norte-CE). E-mail: frngeo2001@yahoo.com.br. End. Av. E, Bloco – 145, Aptº 102. Conjunto Esperança. Fortaleza – CE. CEP: 60763-480.

<sup>2</sup> Doutor em Geografia. Professor do Departamento de Geografia da UFC. joselevi@uol.com.br.

Contudo, a Geografia Física é uma parte da ciência denominada Geografia e, por isto, é subjugada às ciências humanas, quer com enfoque dicotômico, Geografia Física *versus* Geografia Humana, quer como aspecto importante de uma geografia global, não enciclopédica; aqui lembramos Lacoste (1982, apud Mendonça, 1991):

Embora haja dificuldades, parece necessário manter o princípio de uma Geografia global, ao mesmo tempo física e humana, encarregada de dar conta da complexidade das interações na superfície do globo entre fenômenos que dependem das ciências da matéria, da vida e da sociedade.

Não obstante, o escopo deste texto não tem pretensão de propor novas metodologias para a Geografia Física, mas sim buscar um melhor entendimento acerca de questões teóricas e metodológicas que a envolvam através de “pesquisa pura”. Para isto discutiu-se a formalização do Geossistema à luz da Teoria Geral dos Sistemas, analisando sua importância para a Geografia Física em seus Estudos Integrados.

## **CAMPO DE APLICAÇÃO DA GEOGRAFIA FÍSICA**

O campo de ação da Geografia Física é vasto e complexo. Pode-se destacar, por exemplo, que ela analisa as condições naturais, sobretudo na interpretação da estrutura e processos do espaço geográfico; no estudo geossistêmico, considera os seus subsistemas naturais e todas as influências dos fatores socioeconômicos; atua ainda em planejamentos (territoriais e regionais), no planejamento socioambiental e no ensino.

Para se ter uma idéia, entre seus clássicos de renome internacional cita-se De Marttione, com seu “Tratado geral de Geografia Física”, de 1909, com enfoque enciclopédico, além da “Geografia Física”, de Sotchava e Arthur Straler.

Durante a década de 50 surge no Brasil a obra “A terra e Homem: bases físicas”, sob a coordenação de Aroldo de Azevedo. E nos anos 60 e 70 se destaca a coleção de “Geografia do Brasil”, na qual são discutidas as regiões brasileiras.

No campo específico da Geomorfologia, destacam-se os estudos de A. Christofolletti, Aziz Ab’Saber, Margarida Penteadó, com as respectivas obras “Geomorfologia fluvial”, “Os domínios morfoclimáticos na América do Sul”, “Contribuição à geomorfologia da área dos cerrados” e “Fundamentos de Geomorfologia”.

Na Climatologia destacam-se as obras de Carlos A. Figueredo Monteiro: “Teoria e clima urbano”, “Análise rítmica em Climatologia”, “O clima e a organização do espaço no Estado de São Paulo: Problemas e perspectivas” e “A Questão ambiental no Brasil 1960-1980”; e Edmond Nimer publica através do IBGE um trabalho sobre o clima brasileiro.

Por fim, destacam-se algumas das últimas perspectivas da Geografia Física com Jean Tricart e Georges Bertrand, nas décadas de 60 e 70, relacionando o quadro físico do planeta e as organizações sociais numa dinâmica rápida. E é neste último autor – com o exemplo de outros também –, que serão baseados os seguintes escritos referentes aos geossistemas.

## **ANÁLISE GEOSSISTÊMICA: BASES CONCEITUAIS**

O objetivo básico e fundamental da Geografia Física é o estudo dos geossistemas, como já destacado, pois eles fornecerão as informações sobre a dinâmica da natureza, possibilitando o planejamento para o uso prudente do espaço geográfico com fins à equidade intertemporal.

Os geossistemas derivam da Teoria Geral dos Sistemas de Bertalanffy, e para a Geografia Física, em sua totalidade, destaca-se a contribuição de Chorley e Kennedy (1968), conforme referenciado por Christofolletti (1979).

O geossistema deu à Geografia Física melhor caráter metodológico, até então complexo e mundialmente indefinido, facilitando e incentivando os estudos integrados das paisagens. Desta forma, pode-se afirmar que o método geossistêmico calhou bastante às análises ambientais em Geografia, pois, como veremos a seguir, possibilita um prático estudo do espaço geográfico com

a incorporação da ação social na interação natural com o potencial ecológico e a exploração biológica (Figura 1).

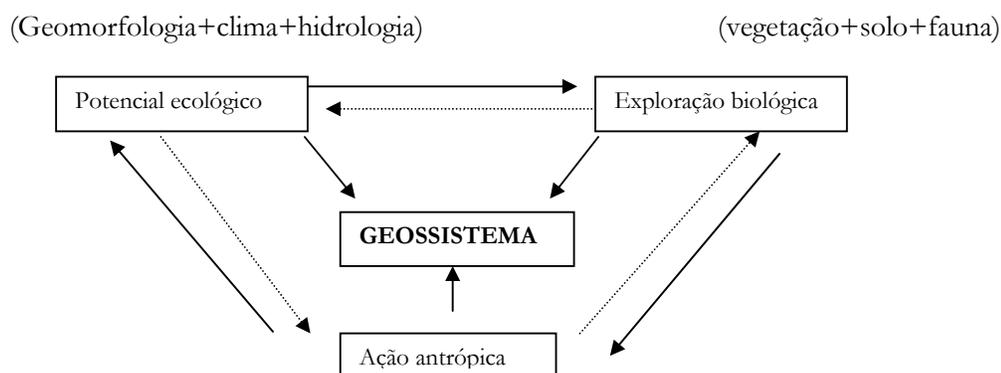


Figura 1: Geossistema (Fonte: BERTRAND, G., 1968).

Esta linha de pesquisa objetiva, dentre outros aspectos, colher dados e fazer correlações para melhor entender a natureza com todos os seus componentes. A rigor, a Teoria Geossistêmica é relativamente recente em Geografia; foi proposta na antiga União Soviética, na década de 1960, e primeiro mencionada pelo Russo Sotchava, no início dessa década, como uma forma de estudo de paisagens geográficas complexas, definida como uma unidade dinâmica com organização geográfica própria e um espaço que permite repartição de todos os componentes de um geossistema, o que assegura sua integridade funcional.

A base dessa teoria corresponde ao conceito de que as geosferas terrestres estão interrelacionadas por fluxos de matéria e energia. O reflexo dessa interação na superfície terrestre é a existência de uma geosfera complexa (esfera físico-geográfica) que comporta a forma geográfica do movimento da matéria (RIBEIRO, 1999, p. 5).

Segundo esta autora, Sotchava destaca que através do enfoque físico-geográfico é necessário analisar as múltiplas interações e transformações, desde o transporte gravitacional até a circulação biogênica de substâncias com todas as suas conseqüências geográficas.

Todavia, houve críticas sobre a definição de Sotchava para geossistemas, sobretudo pela ausência de uma maior precisão espacial em sua definição, bem como pelo seu caráter pouco dialógico. De uma forma geral, ele os conceituou em homogêneos ou diferenciados em três níveis: planetário, regional e topológico, de sorte que qualquer desses níveis pode ser chamado de geossistema, sem maiores critérios.

No entanto, em 1968 o francês Georges Bertrand otimiza o conceito de Sotchava e dá à unidade geossistêmica conotação mais precisa, estabelecendo uma tipologia espaço-temporal compatível com a escala socioeconômica, enfocando os fatores biogeográficos e socioeconômicos enquanto seus principais conformadores, além de considerar a teoria da bio-resistância do pedólogo alemão Erhart, relacionando a evolução dos solos à cobertura vegetal e às condições de evolução do relevo e seus processos adjuntos.

Numa tentativa de síntese da paisagem, Bertrand estabelece um sistema taxonômico para o geossistema, possibilitando sua classificação em função da escala, caracterizando-o como uma unidade, um nível taxonômico na categorização da paisagem, a saber: a zona, o domínio e a região, como unidades superiores, e o geossistema, o geofácio e o geótopo, como unidades inferiores; sendo o geossistema proporcionado pela dinâmica entre potencial ecológico, exploração biológica e ação antrópica. Isto permite situá-lo na dupla perspectiva do tempo e do espaço, fundamentais ao geógrafo. O que nos leva a dizer, conforme esse autor, que a definição de paisagem é função da escala” (BERTRAND, op. cit).

O geossistema, ou sistemas ambientais físicos, é um sistema natural, não necessariamente homogêneo, aberto, ligado a um território que se caracteriza por possuir certa morfologia (estruturas espaciais, verticais e horizontais), por um funcionamento (energia solar, gravitacional, ciclos biogeoquímicos, processos morfogenéticos e pedogenéticos) e comportamento específico (mudanças em seqüência temporal). Reagrupa geofácies e geótopos dinamicamente, e do ponto de vista vegetacional, por exemplo, representa um mosaico (CHRISTOFOLETTI, 2001)

Portanto, é um conceito territorial, uma unidade espacial, que pode ser delimitada e analisada em determinada escala. É também um complexo dinâmico até numa perspectiva de espaço e tempo breve, por exemplo, em uma escala histórico-social. Na verdade o geossistema acentua o complexo geográfico e a dinâmica de conjunto, bem como uma forte unidade ecológica e biológica.

Registre-se que devem ser consideradas três questões estruturais iniciais no geossistema: sua morfologia – é a expressão física do arranjo dos elementos e da conseqüente estrutura espacial; sua dinâmica – é o fluxo de energia e matéria que passa pelo sistema variando no tempo e no espaço; e a exploração biológica – flora, fauna e o próprio homem.

Ainda no estabelecimento da tipologia dos geossistemas devem ser considerados certos aspectos básicos, tais como:

- o sistema de evolução – considerando a série de agentes e processos hierarquizados que atuam sobre o geossistema e as relações entre morfogênese, pedogênese e ação antrópica;
- o estágio em relação ao clímax; e
- o sentido geral da dinâmica: progressiva, regressiva ou estável. (SOUZA, 2000).

Entretanto, a classificação das paisagens por Bertrand considerou como principal critério a escala de perspectiva espaço-temporal de A. Cailleux e J. Tricart, que dividiu a Terra em zona, domínio, região natural, geossistema, geofácies e geótopo. Isto é mostrado no Quadro 1.

| Unidade da paisagem | Escala espaço-temporal (CAILLEUX; TRICART) | Exemplo tomado numa mesma série de paisagens                              | Relevo             | Elementos fundamentais      |
|---------------------|--|---|--------------------|-----------------------------|
| Zona                | G. I (*)<br>+ de 1.000.000 km <sup>2</sup> | Intertropical   | -                  | Climáticos e estruturais    |
| Domínio             | G.II<br>100.000 a 1000.000 mm <sup>2</sup> | Das caatingas semi-áridas   | Domínio estrutural |                             |
| Região natural      | G.III-IV<br>1000 a 100000 km <sup>2</sup>  | Litoral do Nordeste brasileiro ou depressão sertaneja                     | Região estrutural  |                             |
| Geossistema         | G. IV-V<br>±10 a 1 km <sup>2</sup>         | Planície litorânea de Fortaleza ou depressão sertaneja de Baturité        | Unidade estrutural | Biogeográficos e antrópicos |
| Geofácies           | G. VI                                      | Planície flúvio-marinha do Rio Ceará                                      | -                  |                             |
| Geótopo             | G.VII                                      | Salina desativada, encostas, ravinas ou outros elementos bem particulares | -                  |                             |

Fonte: Adaptado de Bertrand (op. cit).

Nota: (\*) G = Grandeza. As grandezas entre as unidades são muito aproximativas e dadas somente a título de exemplo. Conforme A. Cailleux e J. Tricart; M. Sorre; R. Brunet.

Quadro 1 - Classificação das Paisagens por Bertrand

As unidades inferiores são trabalhadas numa escala socioeconômica, ou seja, onde é bem nítida a intervenção social. Nesta escala se encontra a maior parte dos fenômenos da paisagem e é onde evoluem as combinações dialéticas da paisagem as mais interessantes ao geógrafo. Em seus níveis superiores só importam o relevo, o clima e as grandes massas vegetais. Contudo, os geossistemas constituem uma boa base aos estudos geográficos por estarem numa escala compatível à humana.

Os sistemas ambientais físicos possuem uma expressão espacial na superfície terrestre, representando um sistema composto por elementos, funcionado por meio dos fluxos de energia e matéria, dominante numa interação real. As combinações de energia e massa, no controle energético, podem criar heterogeneidade interna no geossistema, expressando-se em mosaicos paisagísticos caracterizados como geofácies ou geótopos. Pela grandeza territorial, os geossistemas necessitam ser caracterizados espacialmente. É preciso estudar analiticamente a morfologia e funcionamento de suas unidades. Por serem sistemas abertos, precisam ser estudados os demais sistemas em suas interações. E o estado atual dos geossistemas deriva de respostas num *continuum* evolutivo, à escala temporal de sua sucessão.

O estudo de sua dinâmica deve ser considerado em determinada escala de grandeza temporal, pois reflete os ajustes internos à magnitude dos eventos, mantendo sua integridade funcional ou se reajustando em busca de mudanças adaptativas às novas condições de fluxo. Desta feita, pode-se dizer que são importantes os conceitos de equilíbrio, funcionamento e evolução geossistêmica.

O geossistema corresponde aos dados ecológicos relativamente estáveis. Resulta do potencial ecológico, mormente: clima – temperatura e precipitação; fatores geomorfológicos – natureza das rochas, dos mantos superficiais, declive, dinâmica das vertentes e fatores hidrológicos (lençóis subterrâneos, nascentes, pH das águas, tempo de ressecamento do solo...).

Usualmente, “a passagem de um geossistema a outro é marcada por uma descontinuidade de ordem ecológica” (AB’SABER, 1974). O geossistema define-se, então, por certo tipo de exploração biológica no espaço.

Por esta dinâmica, ele não apresenta necessariamente homogeneidade funcional ou fisiológica. Compõe-se geralmente de diversos estágios de evolução paisagística, ou seja, possuem alguns traços comuns de uma mesma filogênese geográfica. Tais paisagens imbricam-se através de uma série dinâmica que tende, teoricamente, ao clímax. Quando estas unidades se unem numa mesma família geográfica (setores espaciais homogêneos), chamam-se de geofácies, e quando se espacializam pontual ou localmente podem ser chamados de geótopos. Com efeito, segundo Cavalcanti et al. (1997), o geossistema natural tem um caráter policêntrico, sendo concebido como uma expressão objetiva e material do meio ambiente, como seu suporte físico.

Contudo, cabe destacar que a entrada do termo geossistema no Brasil dá-se mais marcadamente por Carlos Augusto Figueiredo Monteiro, através do Instituto de Geografia da Universidade de São Paulo. Esse fato deve-se, por exemplo, a sua participação como membro da União Geográfica Internacional, na década de 1970. Este professor esteve em muitas oportunidades em contato com Sotchava e sua equipe, quando participou de várias discussões e trabalhos em diferentes partes do globo. E de outro lado, foi influenciado pelas visitas constante de franceses ao nosso país para execução de trabalhos e/ou participação em congressos.

Monteiro, ao analisar Bertrand, teve dúvidas entre suas abordagens e a do russo Sotchava. Mas conseguiu perceber a diferença básica entre ambos. O último trata as formações biogeográficas, enquanto o francês Bertrand relaciona sua tipologia às ordens taxionômicas do relevo usando os Alpes Pirineus como exemplo. A Biogeografia foi tratada com ênfase no geossistema de Sotchava pelo fato de abordar as planícies siberianas; por isto seu maior apoio teve revestimento biótico – animal e vegetal. Isto prova que, no caso, a diferença entre a abordagem russa e a francesa acentuava-se mais pela área de trabalho e principalmente pela perspectiva espaço-temporal do que por outro fator.

Destarte, a intervenção humana na paisagem foi destacada por Bertrand no momento em que sua proposta taxionômica hierarquiza as unidades ambientais a partir da dinâmica da paisagem à luz da teoria aqui discutida.

## GEOFÁCIES E O GEÓTOPO: UNIDADES INFERIORES

No interior de um geossistema, o geofácies corresponde a um setor homogêneo fisiologicamente, desenvolvendo uma mesma fase de evolução geral do geossistema. Os geofácies situam-se na 6ª grandeza, compreendendo algumas centenas de km<sup>2</sup> (conforme mostra o Quadro 1). Em seu âmbito, a exploração biológica é determinada e repercute na evolução do potencial ecológico. Representa ainda uma pequena malha de paisagem em cadeia sucessiva no tempo e no espaço do geossistema e traduz fielmente os detalhes ecológicos e as pulsações de ordem biológica.

Uma análise em nível de microformas, na escala do m<sup>2</sup> ou dm<sup>2</sup> quadrado (7ª grandeza do Quadro 1), por exemplo, uma cabeceira de nascente, um fundo de vale nunca atingido pelo sol, uma face montanhosa, são refúgios de biocenoses originais, por vezes endêmicas ou reliquiais, isto é, a menor unidade geográfica homogênea diretamente discernível no terreno é chamado de geótopo.

## CLASSIFICAÇÃO DOS GEOSSISTEMAS E SEUS PROBLEMAS

A subdivisão dos geossistemas possibilita estudar unidades de paisagens classificando-as e correlacionando-as ao potencial de uso e à interferência social no ambiente. De fato, uma classificação geossistêmica mais pormenorizada, indicando sua tendência à estabilidade ambiental, em busca de um clímax ecológico, de estabilidade ou regressivo, envolve a biostasia ou resistasia, mediante paroxismos ou as formas de manejo das paisagens.

Os geossistemas em biostasia, por exemplo, são paisagens onde a morfogênese é quase fraca ou inexistente. O potencial ecológico é mais ou menos fraco. No sistema de evolução predominam os agentes e processos bioquímicos: pedogênese, concorrência entre espécies etc. A intervenção humana pode provocar uma dinâmica regressiva da vegetação e dos solos. Amiúde, podem ser divididos em:

- Geossistemas climáticos: correspondem à paisagem onde o clímax é mais ou menos bem conservado. Exemplo: uma vertente montanhosa sombreada com “cobertura viva”, contínua e estável, formada por floresta de topos colinosos em planossolos, onde a intervenção humana limitada não compromete o equilíbrio de conjunto do geossistema. Num desmatamento, acidente natural ou em paroxismos, rapidamente há uma reconstituição da cobertura vegetal e dos solos; o potencial ecológico não parece modificado.
- Geossistemas paraclimáticos: aparecem no decorrer de uma evolução regressiva, geralmente desencadeada por tensores socioeconômicos, logo que se opera um bloqueio relativamente longo ligado a uma modificação parcial do potencial ecológico ou de exploração biológica. Como exemplo têm-se os desmatamentos florestais onde a fenologia vegetacional não prossegue senão artificialmente (florestamento e reflorestamento) para outra forma de clímax.
- Geossistemas degradados, com dinâmica progressiva: são freqüentes em montanhas úmidas submetidas a cultivos e que são abandonadas. Pode ocorrer um retorno à fase florestal, mas diferente da floresta clímax.
- Geossistemas degradados, com dinâmica regressiva: sem modificação importante do potencial ecológico, representam as paisagens fortemente humanizadas, com forte pressão social. Geralmente em serras com contínua atividade agropastoril, a vegetação é modificada ou destruída, os solos transformados pelas práticas agrícolas e pelo pisoteio que acarreta sua compactação.

Vale salientar que nos geossistemas em biostasia os estágios de equilíbrio ecológico não são rompidos, de vez que a capacidade de sustentação do meio detém poder de resiliência mínima para uma auto-manutenção.

Nos geossistemas em resistasia, por seu turno, a geomorfogênese domina a dinâmica global das paisagens. A erosão, o transporte, a acumulação de detritos de toda sorte mobilizam as vertentes e modificam o potencial ecológico. Sem esquecermos que a morfogênese contraria a pedogênese e a sucessão vegetal, conforme Bertrand (op. cit.).

Nos casos de resistasia verdadeira, ligados à crise morfoclimática modificadora do relevo, pode ocorrer a erosão epidérmica, ou mesmo a destruição pedológica e da vegetação pode ser completa. É um fenômeno freqüente nas margens das regiões áridas, porque muitas vezes é acelerado pela relação dicotomizadora sociedade x natureza.

Contudo, este esboço deve ser considerado numa dupla perspectiva, num lapso de tempo e em uma dimensão espacial. No primeiro devem-se cautelar as heranças. Geralmente são de ordem pedológica e geomorfológica, como também florística e humana. Por isso, é preciso reconstituir historicamente a cadeia evolutiva do geossistema, mormente considerando-se a alternância e a duração das respectivas fases de equilíbrio biológico.

No espaço, a justaposição dos geossistemas é um fato geral. Entretanto, nas zonas temperadas, tropicais úmidas e regiões de planícies, predominam os geossistemas com equilíbrio biológico. Nas altas montanhas e regiões áridas estão compreendidos os geossistemas com grande atividade geomorfogenética.

Todavia, a natureza rege-se de forma interativa, indissociável e dinâmica. Assim o geógrafo defronta-se com o problema da abordagem dos geossistemas contemplando seus anseios com visão mais horizontal que vertical das paisagens. Desta forma, a compreensão do funcionamento dos geossistemas requer generalizações. Fica difícil sua compreensão ao ampliar demasiadamente seu nível de detalhamento. O ideal é o estabelecimento de sua grandeza e escala de significância espacial em função de seus fluxos dinâmicos que o classificam como unidade global.

Independente da escala, seja a dos reagentes químicos intempéricos, seja dos processos orgânicos, ou mesmo das bacias de drenagem e vertentes, o mais importante é o estabelecimento da classificação de Bertrand em uma escala que torne possível a identificação das estruturas, bem como os processos inerentes ao seu estabelecimento dos geossistemas, que, quando modificados, materializem mudanças perceptíveis na paisagem em observação.

Para a abordagem geossistêmica é indispensável, contudo, uma série de medidas as quais facilitam os estudos geográficos; surgem então indagações e sugestões, tais como:

- delimitar os elementos componentes;
- identificar a estrutura, o arranjo espacial e distribuição dos elementos;
- observar as características dimensionais;
- saber quais as relações entre os diversos elementos;
- estudar os fluxos de energia e matéria em sua saída e saber dos fluxos internos entre as unidades;
- verificar sua estabilização ou transformação;
- saber o grau de importância para a sociedade;
- verificar o grau de interferência das atividades humanas.

Os geossistemas, ratifique-se, são ambientes naturais, mas configuram-se com a interferência da sociedade humana, através dos fatores culturais, sociais e econômicos em geral. Por isto assinalou Sotchava (1977 apud CHRISTOFOLETTI, 1985) que a Geografia Física estuda a interação sociedade-natureza, averiguando os sistemas de retroalimentação.

A Geografia Física desponta como aplicadora de conceitos e critérios adequados relacionados à análise sistêmica. Esta análise também relaciona os tipos e comportamentos dos sistemas, e de suas propriedades, servindo de base metodológica caso se queira analisar as unidades, comportamentos, estruturas, fronteiras e o próprio meio ambiente dos sistemas. Ainda, são fornecidos os conceitos e subsídios para se estudar a equifinalidade, fechamento, entropia, hierarquias, equilíbrio, readaptação etc., quando de uma análise mais acurada.

A análise sistêmica nos processos socioambientais no bojo geográfico é fundamental, mesmo com as limitações metodológicas. Para tanto, é possível subdividir conjuntos dos mais complexos em subconjuntos (subsistemas) para investigação dos estímulos externos recebidos por determinado sistema ou em dadas condições ambientais, procurando as relações de causa e

efeito entre entrada e saída, compreendendo a dinâmica interna. Isto para se conhecer o funcionamento do sistema sob diversas condições.

## DIFICULDADES E CRÍTICAS NA DEFINIÇÃO DOS GEOSISTEMAS

A análise de sistemas é considerada como o domínio de aplicabilidade e da operacionalização, em busca da compreensão do sistema, enquanto a Teoria Geral dos Sistemas se encontra em nível genérico e teórico-conceitual.

No entanto, apesar de vários casos descritivos na questão das fluentes reações humanas diante de vários ambientes, ou usando as técnicas adaptativas supridoras dos problemas básicos das adversidades ambientais, não há como mensurar com precisão o grau de interferências de um sistema natural sobre a sociedade. Porém, sendo o objeto da Geografia o estudo das organizações espaciais, a partir das relações sociedade x natureza, a perspectiva analítica sistêmica, como prega sua linha teórico-metodológica, classifica o problema contribuindo para o seu entendimento e/ou elucidação em nível geossistêmico, como já mencionado.

Talvez a maior dificuldade da abordagem de escala geossistêmica seja a adoção das categorias Geócoros e Geômeros, devido à magnitude de suas escalas, com difícil associação com a escala socioeconômica, isto é, onde não é bem nítida a intervenção social, pois os Geômeros encontram-se em escalas zonais climáticas e os Geócoros se dão em escala regional. Dizem respeito aos níveis de escala na ordenação e organização espacial dentro da análise geossistêmica.

O elemento mais sedutor dos geossistemas é a possibilidade de se fazer prognósticos, o que também é bastante criticado, de vez que pode tratar-se de uma visão determinista, baseada em modelos quantitativistas.

O pesquisador russo Sotchava (1973, p. 15) reconhece as limitações do termo geossistema, mas já no ano de 1973 semeava boas expectativas:

Ainda não foram criadas as possibilidades, nem atingidas as condições necessárias para a organização de pesquisas experimentais sobre geossistemas. Todos esses ainda entravados estudos preditivos, bem como as experiências práticas em previsão, permanecem em estado embrionário, embora neles se depositem grandes esperanças.

Entrementes, as dificuldades marcantes perduraram na estruturação geossistêmica no decorrer das décadas de 1970 e 1980, apesar de bastantes experiências dos russos, bem como dos próprios franceses, como destacou uma comissão científica da época, mencionada por Monteiro (op. cit). Ela afirmou que conceito de geossistema era uma teoria integradora que faltava à Geografia Física na França. Porém sua abordagem é tarefa árdua, pois implica uma reflexão holística através de trabalhos multidisciplinares em que os geógrafos têm um papel salutar.

Monteiro (op. cit:), apesar de adepto dos geossistemas, ratifica esta questão falando sobre a dificuldade do uso corrente do termo geossistema, destacando que até o final do século XX, ainda não fora atingido um consenso para a adoção do esperado paradigma que seja mais válido para uma almejada integração inter e transdisciplinar da ciência geográfica, bem como aglutinador de suas duas faces, a humana e física; os trabalhos, na maioria, são mais analíticos das partes do que sintetizam o todo. Por fim, acredita o autor que não há uma formulação cabal do conceito de geossistema, sendo ainda abstrato e irreal, disputando lugar com vários outros congêneres: ecossistema, geocossistema, paisagem, unidade espacial homogênea etc.

Da mesma forma, Sales (1993) faz coro com Monteiro, tecendo críticas sobre a abordagem geossistêmica, sendo que de forma mais contundente, questionando, por exemplo, as similitudes entre ação antrópica x ação social. Neste caso, ação antrópica é apenas um elemento do geossistema. Ademais, dever-se-ia considerar também, segundo a autora, que a ação do homem, enquanto ação social, se dá no bojo das classes sociais, conseqüentes das relações sociais de produção dinamizadas pelo sistema produtivo: economia, mercado, consumo etc.

Crítica também a focalização dos sistemas, que é feita de forma subjetiva. Afirma que o tempo geológico para os sistemas é indicador irrelevante, porque o futuro, na análise sistêmica, é preditivo, pré-conhecido.

Gomes (1996) discute sobre o advento dos tempos modernos relacionando o horizonte lógico-formal na Geografia moderna, fazendo críticas sobre a concepção sistêmica ao lume de uma análise marxista. Sua análise não se dirige diretamente aos geossistemas, porém esta categoria deriva da teoria dos sistemas; por isso suas considerações são cabíveis.

Este autor lembra David Harvey, em seu livro *Explanation in Geography*, o qual afirma que a visão sistêmica enquanto método é um instrumento explicativo para Geografia, e enquanto filosofia, é perigosa a partir da necessidade do desenvolvimento de uma metateoria, com o objetivo de desenvolver uma idéia explicativa universal.

O modelo lógico-matemático cria novas perspectivas na Geografia, e foi o guia para eclosão da Nova Geografia. Com o fim dos anos de 1970, a tendência Teorética Quantitativa começa a ocupar lugar de destaque nas discussões caras à Geografia. Assim as limitações geossistêmicas, enquanto novo paradigma para a Geografia, passam a ser discutidas à luz de debates epistemológicos baseados no materialismo histórico (corrente conceitual-filosófica crescente na época). Portanto, surgem críticas, sobretudo, a respeito do caráter teórico-metodológico da proposta geossistêmica, sobretudo em relação ao seu domínio prático e ideológico.

A crítica mais contundente dizia respeito ao uso dos modelos econômicos, os quais pressupõem uma sociedade perfeitamente racional, em que se busca a máxima satisfação de suas necessidades a partir duma visão analítica, racional e objetiva. E na análise sobre a ação antrópica, as estruturas sociais não eram desveladas, pois este tratamento dava-se de forma superficial, desconsiderando as nuances da sociedade.

Outra questão era a crítica sobre os instrumentos quantitativos da Nova Geografia, os quais serviam só como roupagem das velhas questões da Geografia Tradicional, em que as mudanças eram apenas superficiais; portanto, críticas apontavam para uma “falsa revolução” no seio da ciência geográfica, sem o rompimento com a tendência antiga.

O papel político da “Revolução Quantitativa” era considerado complicado. O discurso da objetividade era construído sobre aparências, com o objetivo de reproduzir e justificar “cientificamente” as estruturas de poder e os prestígios constituídos das elites. A ciência era tida como burguesa e a Geografia, positivista. E o comportamento social racional – a despeito da ação antrópica – como princípio de análise é uma falsa idéia, pois generaliza a racionalidade independente dos contextos históricos e das particularidades das classes sociais, criando uma noção abstrata da realidade.

Entre ranços e avanços, os estudos com a abordagem geossistêmica cresceram entre os geógrafos de todo o mundo. Com isto a busca incessante de seu melhoramento metodológico e otimização tem se tornado constante, tendo-se obtido algumas boas progressões, principalmente à medida que se conjuga a Geografia Física com um número cada vez maior de ciências numa progressiva interdisciplinaridade, bem como com a ampliação da visão horizontalizada inerente à sua abordagem. Até mesmo porque as contribuições de Sotchava, por exemplo, foram uma tentativa de melhoria metodológica para a Geografia Física e, portanto, da própria ciência geográfica.

Mesmo porque, insistentemente a base dinâmica desta abordagem é espontânea, antropogenética e relacionadora dos fenômenos naturais correspondentes, promovendo maior conjugação entre homem e meio ambiente. O que, contudo, não imuniza os geossistemas de críticas. Além do que, no momento, é o método mais utilizado na Geografia Física, quer seja pela sua aplicabilidade, quer seja por falta de perspectivas, quer pela ausência de buscas de novos paradigmas. E, talvez, acima de tudo, pela dicotomia interna da Geografia!

Além de Sotchava e Bertrand, durante as décadas de 1960 e 1980 a União Geográfica Internacional e a comunidade geográfica em geral buscaram o melhoramento e desenvolvimento deste novo paradigma na Geografia. Como é o caso do Prof. Brian J. L. Berry, em uma abordagem geográfica para planejamento em 1972, ao incorporar elementos bióticos (ecossistemas)

acrescentados elementos humanos (sociedade, políticas, etc.); dos doutores russos colaboradores de trabalho de campo de Sotchava, V.A Snitko e A. A Krauklis, só para ficar nestes exemplos.

Talvez uma das saídas para esta questão metodológica na Geografia Física seria a retomada de seus estudos epistemológicos e filosóficos, os quais poderiam apontar para novos rumos, idéias ou mesmo para o surgimento de um novo paradigma, uma vez que a filosofia é base de qualquer ciência, mesmo que atualmente, de per si, não dê mais respostas diretas à Geografia. Daí propõe-se à Geografia a formulação de seus próprios filósofos, em uma maior aproximação entre questões humanas e de estudos do meio físico. Não obstante, com o advento dos estudos integrados da natureza, novas perspectivas surgem no seio geográfico, como destacado adiante.

A par destas questões, cabe destacar a diferença entre geossistema e ecossistema, em seus níveis de escala e abordagem. Todo geossistema engloba um ecossistema, sendo a recíproca uma inverdade. Ambos podem ser usados, uma vez que se completam num aninhamento hierárquico da estrutura dos sistemas (CHRISTOFOLETTI, 1979). Existem desde subsistemas simples até os mais complexos, que são integrantes dos geossistemas; nesta perspectiva, fauna e flora constituem um exemplo disso, além do próprio ecossistema.

Sotchava (1973, apud MONTEIRO, 2000) confirma a diferença de aplicabilidade entre geossistema e ecossistema, abolindo a possibilidade do uso de ambos os conceitos como sinônimos, pois o último se presta aos estudos ecológicos e o outro aos estudos geográficos, não podendo ser confundidos. Em trabalho na Sibéria, na década de 1970, o cientista russo ratifica esta diferença dizendo que a seqüência de trabalhos testemunharia o fato de não haver base para que se ponham em pé de igualdade essas duas categorias. A fusão desses dois conceitos, além de não promover o progresso, quer da Geografia, quer da Ecologia, é incorreta.

## **ESTUDOS INTEGRADOS: NOVOS IMPULSOS NOS ESTUDOS DE GEOGRAFIA FÍSICA**

Os estudos integrados dão-se por meio da unificação das ciências da terra em busca de uma percepção holística do meio. Têm como objetivo a análise dos elementos componentes da natureza de forma integrada, por meio de suas interconexões.

Até a metade do século passado, os estudos ambientais davam-se de forma setORIZADA, minimizando a tendência de unificação, integração e interdisciplinaridade tão aspirada pelos naturalistas do século XIX (NASCIMENTO et al., 2001).

Praticamente por quase toda a década de 1970 os trabalhos de Geografia Física eram feitos de forma separada, individualizada. Com o uso dos geossistemas, foi possível a síntese e os estudos integrados. A Organização das Nações Unidas (ONU) lançou a expressão “estudos integrados” ao fim desta mesma década. Esses estudos integrados só são possíveis com aplicação de trabalhos multidisciplinares e através de algumas estratégias; uma delas é exploração sistemática.

No Brasil esta perspectiva pioneiramente materializou-se com a publicação do RADAMBRASIL (1981), com o início de seus trabalhos na Amazônia nos anos 70. A Geografia Física, à luz deste momento, deu um grande passo qualitativo, otimizando mais sua abordagem e ganhando campo dentro das outras áreas das ciências da terra, de forma correlacionada. Contribuições a esta questão deram-se com Ab’Saber, Carlos A. F. Monteiro, Francisco Mendonça, Marcos José Nogueira de Souza, Jurandyr L. S. Ross, entre muitos outros geógrafos.

Os estudos setORIZADOS permitem um certo reconhecimento da realidade ambiental, mas tal conhecimento constitui-se de forma incompleta e imparcial, dificultando, e mesmo impossibilitando, o reconhecimento do ambiente e de seus recursos naturais de um dado território em seu conjunto. Todavia, destaque-se a perspectiva da análise geoambiental integrada, que corresponde a atualizações da análise geossistêmica, de vez que não confronta com os estudos produzidos setorialmente pelas ciências naturais. Pelo contrário, a proposta é de incorporação dos conhecimentos setoriais de ordem geológica, climatológica, hidrológica, pedológica, fitoecológica e geomorfológica e socioeconômica.

Com efeito, a natureza, em primeiro passo, deve ser entendida de forma interdependente em relação aos elementos do potencial ecológico em que o fator biológico seja bastante conside-

rado. A partir daí, procedem-se os estudos das análises e dos mapeamentos previamente executados, possibilitando a síntese e as correlações demandadas.

Nesta perspectiva, os níveis de abordagem, segundo Nimer (1986) e Silva (1987), citados por Souza (2000, p. 13), são os seguintes:

1 - Analítico – para identificar os componentes geoambientais e seus atributos e propriedades e o contexto socioeconômico;

2 - Sintético – caracteriza os arranjos espaciais, os sistemas de uso ocupação e as organizações introduzidas pelas atividades econômicas.

3 - Dialético – confronta as potencialidades e limitações inerentes a cada unidade espacial com as organizações impostas pela sociedade e os problemas emergentes em face da ocupação e apropriação dos bens naturais.

As barreiras formais entre os temas e áreas científicas devem ser derrubadas, descartando justaposição de dados e redundâncias. Para isto, deve-se buscar a síntese sucessivamente de acordo com as relações causais e de efeito entre os elementos do sistema analisado, ou seja, a análise deve ser sintética através das relações mútuas entre os componentes geoambientais no conjunto do sistema.

A busca do entendimento dos fenômenos socioambientais como um conjunto indissociável é fundamental para análise integrada ou geoambiental. Isto demanda, por sua vez, métodos e técnicas que proporcionem esta visão integrada dos elementos do meio ambiente, possibilitando o aproveitamento sustentável dos recursos naturais. Desta forma, a Geografia Física coloca-se como indispensável nos estudos integrados, destacando o potencial ecológico e a exploração biológica, incluindo-se as atividades sociais.

Em termos, para a análise geoambiental são necessários alguns requisitos básicos, tais como:

- promover diagnóstico integrado dos componentes geoambientais e os processos desenvolvidos no meio natural;
- executar trabalhos de sensoriamento remoto para produção geocartográfica;
- levantar e avaliar o potencial de recursos naturais das regiões;
- identificar as formas de uso e de ocupação da terra e as correlações ambientais;
- prognosticar as perspectivas da evolução geoambiental em função dos impactos emergentes;
- promover macro e microzoneamentos geoambientais e/ou socioambientais;

De fato, a análise sistemática auxiliou bastante no enquadramento metodológico da Geografia através do geossistema. Então, todos os artifícios metodológicos proporcionados pelo geossistema fortaleceram num todo os estudos geográficos, mesmo que esta abordagem não dê todas as respostas aspiradas quando da sua aplicação.

Os estudos integrados ou geoambientais são importantíssimos nos trabalhos de Geografia Física, propiciando a síntese do espaço geográfico, pois dialeticamente permitem a elaboração de diagnósticos socioambientais, bem como Estudos de Impactos Ambientais (EIA) e Relatórios de Impactos Ambientais (RIMA), citando pelo menos as demandas mais emergentes de alguns instrumentos de comando e controle do uso e ocupação da terra. Determinam zonas de uso indiscriminado, conservação e preservação, isto é, o ecozoneamento, proporcionando o trabalho integrado de técnicos e professores de diversas áreas, assim como ajudam na reciclagem e formação de tais profissionais.

E mais, propiciam a elaboração de cenário sobre as tendências de evolução e dinâmica do espaço geográfico e facilitam a compreensão da natureza pelas comunidades humanas, contribuindo para o desenvolvimento duma consciência ambiental.

## CONCLUSÕES

Como vimos, ainda no início da década de 1960, a Geografia Física possuía tratamento setorial e baseava-se em métodos biológicos, climatológicos, geológicos etc., quando passou a ser

influenciada pela concepção sistêmica. Nasce a Nova Geografia, em detrimento da Geografia Tradicional, quando aquela tendência passou a receber severas críticas, pois apesar da rubrica “nova”, era taxada de tradicional.

Foi em meados dos anos 1970 que Sothava formulou a Teoria dos Geossistemas, classificando as paisagens naturais com critérios biogeográficos, em homogêneas ou diferenciadas em três níveis: planetário, regional e topológico.

Contudo, sua concepção teórico-metodológica era imprecisa, até que G. Bertrand, em 1968, otimiza tal classificação atribuindo uma melhor hierarquia das paisagens com uma tipologia às ordens taxionômicas do relevo, ao prisma de uma perspectiva espaço-temporal, em um esboço sobre uma Geografia Física Global, definindo as Unidades Superiores (Zona, Domínio e Região Natural) e Unidades Inferiores (Geossistemas, Geofácies e Geótopo).

Desta feita, delinea-se o objeto formal de estudo da Geografia Física – o Geossistema –, onde se configuram as dinâmicas da paisagem em uma escala compatível à escala socioeconômica, estudando integradamente os elementos do potencial ecológico, exploração biológica e atividades socioeconômicas e culturais.

Desta forma, apesar de perdurarem problemas e intermináveis discussões sobre a aplicabilidade da Teoria dos Sistemas em Geografia, deve-se reconhecer que entre ranços e avanços da proposição teórica de Bertalanffy, com ressonâncias na Geografia Física, o método geossistêmico tem uso corrente. E apesar das críticas e de ter sido taxado como neopositivista, não se conseguiu desenvolver outro método que viesse a substituir o método em epígrafe, como forma de adequação metodológica, sobretudo como uma unidade sistêmica para descrever a paisagem.

## BIBLIOGRAFIA CONSULTADA

AB'SABER, Aziz Nacib. O Domínio morfoclimático das caatingas brasileiras. **Geomorfologia**, São Paulo, n° 43, IGEOG-USP, 1974.

\_\_\_\_\_. **Províncias geológicas e domínios morfoclimáticos no Brasil**. São Paulo, 1970.

\_\_\_\_\_. O relevo brasileiro e os seus problemas. In: **A terra e o Homem**: as bases físicas, vol. I. São Paulo: Nacional, Cap. 2, 1964.

BERTRAND, Georges. Paysage et Géographie Physique Global. Esquisse méthodologique. **Revue Géographique des Pyrénées et du Sud Ouest**. Toulouse, v. 39, n° 3, p. 249-272, 1968

BERTALANFFY, Ludwig Von. **Teoria geral dos sistemas**. Trad. de Francisco M. Guimarães. Petrópolis: Vozes, 1973.

CAVALCANTI, A P. B. (org.). **Desenvolvimento sustentável**: bases teóricas e conceituais. Fortaleza: UFC – Imprensa Universitária, 1997.

CHORLEY, R. J. A Geomorfologia e a teoria dos sistemas gerais. **Notícia Geomorfológica**. Campinas, v. 11, n° 21, p. 3-32, 1968.

CHRISTOFOLETTI, Antônio. **Análise de sistemas em Geografia**. São Paulo: Hucitec/Edusp: 1979.

\_\_\_\_\_. A abordagem sistêmica e as perspectivas analíticas em Geomorfologia. **Boletim de Geografia Teorética**, v. 15, n° 29-30, p. 454-456, 1985.

\_\_\_\_\_. **Modelagem de sistemas ambientais**. São Paulo: Edgard Blucher, 1999. 236p.

GOMES, Paulo César da Costa Gomes. **Geografia e modernidade**. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 1996.

IBGE - **Geografia do Brasil**: Nordeste brasileiro, Vol. 2. Rio de Janeiro, 1977.

MENDONÇA, Francisco. **Geografia Física**: ciência humana? 2. ed., São Paulo: Contexto, 1991.

MONTEIRO. Carlos Augusto Figueredo. **Geossistemas**: a história de uma procura. São Paulo: Contexto, 2000.

NASCIMENTO, F. R. do. **Método em questão. O uso da Teoria dos Sistemas em Geografia Física: o caso da Geomorfologia.** 136 fl. 2001. Monografia (Bacharelado em Geografia – Levantamentos fisográficos e conservacionistas). Fortaleza, 2001.

PROJETO RADAMBRASIL. **Levantamento de recursos naturais.** Rio de Janeiro, Ministério de Minas e Energia, 1981.

RIBEIRO de M.. D. **Geossistemas:** sistemas territoriais naturais. Disponível em: <http://www.sites.uol.com.br/ivairr/dirce.htm>. Acesso em 04/06/2002.

ROSS, Jurandyr Luciano Sanches. **Geomorfologia:** ambiente e planejamento. São Paulo: Contexto, 1990.

SALES, Vanda Carneiro de Claudino. **Lagoa do Papicu:** natureza e ambiente na cidade de Fortaleza. 1993. Dissertação (mestrado em Geografia). FFLCH-USP, Deptº de Geografia. São Paulo, 1993. p. 18-70.

SOTCHAVA, V.B. **Por uma teoria de classificação de geossistemas de vida terrestre.** São Paulo: USP – FFLCH, Deptº de Geografia:, 1973a.

SOUZA, M.J.N. O campo de ação da Geografia Física. Boletim de Geografia Teorética. In: **Simpósio Aplicado de Geografia Física Aplicada**, v. 15, nº 29-30, p. 32-40, 1985.

\_\_\_\_\_. **Questões metodológicas da Geografia Física.** Fortaleza: Mestrado Acadêmico em Geografia – UECE, 2000.

TRICART, Jean. **Ecodinâmica.** Rio de Janeiro: IBGE/SUPREN, 1977.