

A abordagem da paisagem no âmbito dos estudos ambientais integrados

Resumo

A bibliografia que discute o conceito de paisagem e sua afinidade com a ciência geográfica é volumosa. Quase sempre a ênfase recai sobre a história do conceito, considerando desde as abordagens positivistas do século XIX até as abordagens funcionalistas e culturais que assumiram crescente importância a partir da segunda metade do século XX. Constatase, no geral, que as abordagens descritivas e utilitárias têm dado espaço às abordagens que buscam o entendimento da essência das relações e dos processos geoambientais. No presente artigo, o conceito é discutido a partir das proposições da chamada Escola Russa (liderada por Victor Sothava), dos franceses Jean Tricart e Georges Bertrand e do brasileiro Carlos Augusto de Figueiredo Monteiro, incluindo uma breve avaliação do cenário que aos poucos vai sendo construído diante das possibilidades das novas tecnologias. Evidencia-se que, apesar do importante desenvolvimento verificado nas técnicas de monitoramento e nas tecnologias de representação cartográfica, o alcance de modelos mais completos que traduzam a complexidade da dinâmica integrada do ambiente ainda é questão não resolvida.

Palavras-chave: Paisagem, Geografia, Modelização, Análise ambiental.

Abstract

THE APPROACH OF LANDSCAPE ON THE FIELD OF INTEGRATED ENVIRONMENTAL STUDIES

The bibliography on the concept of landscape and its affinity with geographical science is huge. The focus, however, lies mostly on the history of the concept that

goes from the positive approaches of the XIX century to both the functionalist and cultural approaches, which assumed increasing importance since late XX century. It is noticed, in general, that both the descriptive and the utilitarian approaches are giving way to approaches which attempt to grasp the essence of geo-environmental relations as well as their processes. This article aims at discussing such concept in the light of the posits of the so-called Russian School headed by Victor Sotchava and supported by Frenchmen Jean Tricart and Georges Bertrand and by Brazilian Carlos Augusto de Figueiredo Monteiro. It also includes a brief assessment of the scenery that is, little by little, being built in face of the possibilities of the new technologies. It is clear that, despite important development of the monitoring techniques as well as of the cartographic technologies, the scope of empiric modes capable of translating the complexities of the integrated dynamics of the environment is still an unresolved issue.

Key-words: Landscape, geography, modeling, environment analysis.

1. Introdução

Paisagem, objetividade e subjetividade

As pinturas rupestres seriam as primeiras representações espontâneas da paisagem. Segundo Alves (2001), o termo teria sido utilizado pela primeira vez pelo poeta Jean Molinet em 1493: “quadro representando uma região”. A partir daí, o conceito foi sendo modificado, especialmente por meio da inclusão de novos aspectos, ora objetivos, ora subjetivos, de ordem estética ou afetiva.

A definição mais acessível e mais simples para paisagem é encontrada no Dicionário Aurélio: “espaço de terreno que se abrange num lance de vista”. Realmente, quando as pessoas usam a palavra paisagem estão pensando em uma vista panorâmica. Os rios, lagos, montanhas, vegetação, construções, animais e pessoas, ou seja, tudo aquilo que compõe o foco do olhar, tudo o que é disponibilizado à visão seria paisagem. Entretanto, tal acepção é reducionista porque contempla apenas a materialização dos processos participantes da evolução e dinâmica das paisagens. Resume-se às qualidades estéticas daquilo que é oferecido à observação e análise.

Segundo Lucas (1991), os fatores estéticos da paisagem estão relacionados com a reação mental do que os olhos veem. A esse respeito, Ronai

(1976) *apud* Cabral (2000, p.36) afirma que “não existe um olhar virgem, espontâneo, inocente. O olhar não é somente o exercício de um sentido (a visão), ele é também a produção de sentido (significação)”.

[...] é preciso ter em mente que o arranjo de formas naturais e/ou artificiais assume diferentes sentidos segundo o modo de olhar (atribuir significados). Oferecida à nossa percepção e, ao mesmo tempo, produto de nossas experiências, a paisagem traduz-se como campo de significação individual e sócio-cultural, indicando que essa categoria geográfica deve ser considerada em seu caráter pluridimensional, isto é, como um campo de coexistência de diversos fenômenos interrelacionados” (CABRAL, 2000, p.42).

Nessa perspectiva, a paisagem resulta do homem, de seu olhar, de seus atos. Dessa forma, não há como escapar da subjetividade da análise. Até mesmo a interpretação de fotografias ou imagens orbitais é dependente da acuidade e da experiência do intérprete. Quando se recorre a imagens, mesmo quando tratadas matematicamente em *softwares* específicos, é de se esperar a ocorrência de diferentes resultados, dependendo sempre da qualidade do olhar do observador. A geomática requer muitos julgamentos subjetivos. Nessa perspectiva, o que parece natural pode se revelar histórico, humano, pois, sem o olhar humano e toda a significação que ele impõe, não há paisagem.

As paisagens são temporais e espaciais, pois sempre resultam da observação e das ações das pessoas sobre o ambiente ao longo do tempo. Inevitavelmente, a paisagem é portadora de significados, expressando os valores, as crenças, os mitos e as utopias dos seres que a habitam, assumindo, portanto, uma dimensão cultural (CORRÊA; ROSENDAHL,1998). Continuadamente, o tempo da natureza vai sendo modificado e se misturando ao tempo humano.

Vale destacar que a relação entre o homem e a natureza se dá pelo modo como a sociedade se organiza para acessar e utilizar os recursos materiais e energéticos disponibilizados nas paisagens, ou seja, a apropriação das paisagens pelo indivíduo se dá por meio da atividade socioeconômica dominante, seja ela contemplativa ou materialmente intervencionista. E isso pode ser analisado de forma relativamente objetiva.

Paisagem e geografia

A fragmentação do conhecimento geográfico, revelada em uma persistente dicotomia, continua motivo de acirrado debate entre os geógrafos. Enquanto isso, alguns autores buscam a construção de uma perspectiva teórica, conceitual e metodológica destinada a um conhecimento mais conectivo, já que é da interação entre os elementos naturais e a ocupação humana que surgem as modificações nos fluxos materiais e energéticos, com possíveis prejuízos à qualidade ambiental. É nesse contexto que a análise da paisagem tem se apresentado como uma útil alternativa.

Na verdade, desde o século XIX, tem-se buscado uma perspectiva metodológica que possibilite uma visão sistemática e de conjunto dos atributos da natureza em sua interação com a sociedade. O naturalista Alexander von Humboldt, por exemplo, no prefácio para a obra “Cosmos” (1847), afirma que esteve engajado durante vários anos “no estudo de ciências especiais como a Botânica, a Geologia, a Química, ou no estudo de questões como as das posições dos astros e do magnetismo terrestre”. Segundo ele, tratava-se de “estudos preparatórios para fazer, com utilidade, viagens longínquas”. Mas o naturalista também afirma ter, nesses estudos, um objetivo mais elevado: desejava “compreender o mundo dos fenômenos e das forças físicas em sua conexão e em sua influência mútua” (HUMBOLDT, 1847, p.1).

No início do século XX, inúmeros geógrafos demonstravam interesse no estudo do caráter único de determinadas áreas da superfície terrestre. Richard Hartshorne, em sua clássica obra denominada “The Nature of Geography”, de 1939, apresentou a Geografia como uma área do conhecimento capaz de considerar as particularidades das seções da superfície terrestre. Para Hartshorne (1978 [1939]), a Geografia era uma ciência idiográfica, que descreve o caráter único dos ambientes terrestres. Ele estabeleceu o conceito de “unidade-área” como um elemento particular nos procedimentos de investigação geográfica. Uma unidade-área seria uma partição do território, com características próprias, delimitada pelo pesquisador em função da temática em estudo e da escala de trabalho.

Embora a obra de Hartshorne seja normalmente vinculada ao campo da construção regional, percebe-se que o conceito de “unidade-área” é

equivalente ao conceito de unidade de paisagem na concepção de Tricart (1977). O conceito de “land-unit”, de Zonneveld (1989), também refere-se à delimitação de unidades territoriais relativamente homogêneas, na mesma perspectiva de Hartshorne. A compartimentação do espaço em “unidades de área” seria possível mediante o estudo das características físicas e bióticas que as individualizam em relação às áreas vizinhas. Os três autores supracitados argumentam que a individualização de cada unidade seria possível por meio de ampla integração de suas variáveis. É exatamente essa a essência do conceito de paisagem desenvolvido a partir da segunda metade do século XX, com base na identificação da interação entre o processo de apropriação de um território pelo homem e a base natural, em compartimentos espaciais delimitados segundo variados critérios.

Tratando de questões teóricas, conceituais e metodológicas relacionadas aos estudos geográficos e ambientais, Christofolletti (1993, p.22) discute as diferenças existentes entre duas abordagens: a analítica e a holístico-sistêmica. Na primeira, o procedimento metodológico desenvolve-se, focalizando o problema de forma fracionada, levando-se em consideração os principais grupos de processos geoambientais. A segunda abordagem permite que “[...] a análise do fenômeno seja realizada em seu próprio nível hierárquico, e não em função do conhecimento adquirido nos seus componentes [...]”. Isso significa que ela procura compreender o conjunto mais do que seus segmentos. “Sugere que o todo é maior que a somatória das propriedades e relações de suas partes”, ou seja, o todo possui propriedades que não podem ser explicadas em termos de seus constituintes individuais.

Na perspectiva de Medeiros (1999, p.20), a superfície terrestre é resultante de um balanço que ocorre através do tempo entre as forças internas e externas que atuam em todo planeta. Quando as forças internas (geotectônicas) agem muito vagarosamente, numa intensidade constante, e contrapõem-se às forças externas (ação do clima e da gravidade), alguns aspectos da superfície da terra aproximam-se de um estado de equilíbrio dinâmico. Assim, adquirem certa ordem, demonstrando forte interdependência de seus atributos, que, por isso, podem ser analisados sob a ótica da teoria dos sistemas abertos¹. Guerasimov (1980) já havia sugerido que as investigações relacionadas ao uso racional dos recursos naturais,

proteção e melhoramento do meio ambiente deveriam efetuar-se de forma integrada porque possuem um sentido único: a ação recíproca do objeto que se estuda e seu meio natural.

Atualmente, essa visão representa a abordagem utilizada pela maioria dos estudos de classificação de unidades de paisagem. Ou seja, o compromisso de entender a ordem de um sistema segundo seus padrões de regularidade ou aleatoriedade tem sido o arcabouço teórico mais familiar para tratar a complexidade da funcionalidade das paisagens em diferentes graus de humanização. Apesar das inúmeras reformulações conceituais, as metodologias e técnicas desse tratamento da paisagem sempre obtiveram suporte teórico da Teoria Geral dos Sistemas. A esse respeito, Tricart (1977, p.19) afirma que a perspectiva sistêmica “[...] é o melhor instrumento lógico de que dispomos para estudar os problemas do meio ambiente”, já que permite “[...] adotar uma atitude dialética entre a necessidade da análise – que resulta do próprio progresso da ciência e das técnicas de investigação – e a necessidade, contrária, de uma visão de conjunto [...]”. “Estudar uma paisagem é antes de tudo apresentar um problema de método” (BERTRAND, 1971, p.2). Nesse sentido, é importante testar e divulgar metodologias devidamente embasadas do ponto de vista teórico.

2. Modelos de interpretação da paisagem

A escola russa

Segundo Mateo Rodríguez e Silva (2002, p. 96), a

concepção sobre a paisagem como uma totalidade dialética de base natural, foi desenvolvida principalmente na União Soviética, e posteriormente em outros países do mundo socialista. Duas condições permitiram o seu desenvolvimento: o uso do Marxismo Lenismo como doutrina oficial que privilegiava a análise dialética das totalidades e das interações dos fenômenos e a necessidade da construção socialista sustentada no planejamento centralizado, que precisava do conhecimento das unidades naturais integradas, para serem transformadas e dominadas.

Nos anos de 1960, pesquisadores soviéticos criaram sofisticadas estações físico-geográficas que contavam com equipes de pesquisas perma-

nentes, imbuídas de identificar a dinâmica dos componentes naturais da paisagem, destacando os fluxos de matéria e de energia que a integram. Às unidades de paisagem delimitadas segundo a funcionalidade sistêmica de seus atributos, os ex-soviéticos deram o nome de geossistema.

Uma das unidades experimentais de pesquisa da ex-URSS, a estação de Martkopi, situada a 30 km a NE de Tbilissi, disponibilizou material destinado à apresentação resumida dos resultados das pesquisas ali realizadas (UNIVERSITE DE TBILISSI, 1976). As observações feitas na estação permitiam a obtenção diária de 5000 a 6000 dados que serviam para estabelecer aproximadamente cem parâmetros a partir dos quais se pretendia caracterizar o geossistema local.

O principal nome normalmente associado às pesquisas geossistêmicas na antiga União Soviética é o de Victor Sotchava. Em artigo incluído nos relatórios do Instituto de Geografia da Sibéria e Extremo Oriente, em 1962, traduzido no Brasil pelo antigo Instituto de Geografia da USP, em 1977, o autor compara os modelos geossistêmicos e ecossistêmicos e afirma que a perspectiva geossistêmica surge como uma importante alternativa para a orientação de pesquisas científicas acerca da dinâmica do meio físico, contribuindo decisivamente para a superação dos problemas relativos às subdivisões/especializações que acabaram por prejudicar as tentativas do estudo da conexão entre a natureza e a sociedade (SOTCHAVA, 1977).

É evidente que estudos detalhados, envolvendo a consideração dos fluxos de matéria e energia nos geossistemas conforme realizado pelos pesquisadores soviéticos apenas são possíveis em escalas de estações experimentais. No Brasil, a escassez, a baixa confiabilidade e a falta de continuidade de dados ambientais dificultam enormemente a tarefa. Apesar disso, muitos trabalhos têm sido produzidos por meio da utilização de dados mais genéricos, obtidos em levantamentos aerofotográficos e imagens de sensores remotos em diferentes épocas, dados censitários, mapeamentos temáticos, dados meteorológicos, hidrológicos e hidrogeológicos, trabalhos de campo, entre outros.

Na concepção dos ex-soviéticos, a paisagem teve seu nascimento na cientificidade moderna com a fundação da pedologia científica por Dokoutchaev, em seu trabalho sobre teoria zonal dos solos, publicado em 1883 (ROUGERIE; BEROUTCHACHVILI, 1991). Para Sotchava (1977, p.2),

é preciso estudar [...] “não os componentes da natureza, mas as conexões entre eles; não se deve restringir à morfologia da paisagem e suas subdivisões mas, de preferência, projetar-se para o estudo de sua dinâmica, estrutura funcional, conexões, etc.”.

Sotchava (1978) apresentou a abordagem geossistêmica como um modelo teórico e conceitual destinado a identificar, interpretar e classificar a paisagem terrestre, vista como uma classe peculiar dos sistemas dinâmicos abertos e hierarquicamente organizados. Esse estudioso considerou a Terra como sendo um geossistema planetário dividido em inúmeros domínios e propôs uma classificação bilateral de geossistemas, partindo do binômio homogeneidade e diferenciação, princípios fundamentais, segundo ele. O “geômero” é definido pela sua qualidade estrutural homogênea e o “geócoro” pela sua estrutura diversificada.

Para Sothava (1977), os geossistemas são sistemas ambientais físicos, abertos e não necessariamente homogêneos. Entretanto, o autor salienta que, apesar de os geossistemas serem organizações naturais, os fatores econômicos e sociais devem ser considerados porque influenciam a dinâmica geossistêmica. Portanto, o geossistema de Sothava é composto por variáveis naturais que, por sua vez, recebem influências e podem ter o funcionamento integrado alterado por intervenções antrópicas.

Muitas críticas foram dirigidas ao modelo de Sothava, quase sempre apontando as imprecisões relacionadas aos princípios de classificação taxonômica da paisagem. O francês Jean Tricart, por exemplo, afirma que “[...] os exemplos fornecidos são reduzidos e pouco demonstrativos [...]. Confessamos nossa completa incompreensão” (TRICART, 1979 *apud* DIAS, 1998, p. 1).

Paisagem global de Georges Bertrand

Para o francês Georges Bertrand, os ex-soviéticos “[...] ultrapassaram por generalização o conceito de ecossistema e tentaram abordar as paisagens sob o aspecto estritamente quantitativo”. Dessa forma, a paisagem passa a ser entendida como [...] “um sistema energético cujo estudo se lança em termos de transformação e de produção bioquímica” (BERTRAND, 1971, p.7).

Bertrand insere o estudo da paisagem dentro da proposta de uma geografia física global. Para ele, a paisagem é:

[...] numa determinada porção do espaço, o resultado 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 (BERTRAND, 1971, p.2).

O autor propõe integrar à paisagem natural todas as implicações da ação antrópica (“paisagem total”). Ele minimiza o caráter excessivamente naturalista e quantitativo apontado pelos ex-soviéticos e considera o geossistema como sendo uma categoria espacial cuja estrutura e dinâmica resultam da interação entre o “potencial ecológico”, a “exploração biológica” e a “ação antrópica” (Figura 1). O geossistema estaria em estado de clímax quando o potencial ecológico e a exploração biológica estivessem em equilíbrio. As intervenções humanas provocariam o rompimento desse equilíbrio.

Segundo Bertrand, a paisagem poderia ser classificada segundo seis níveis tempo-espaciais: a zona, o domínio e a região natural (níveis superiores); o geossistema, o geofácies e o geótopo (unidades inferiores).

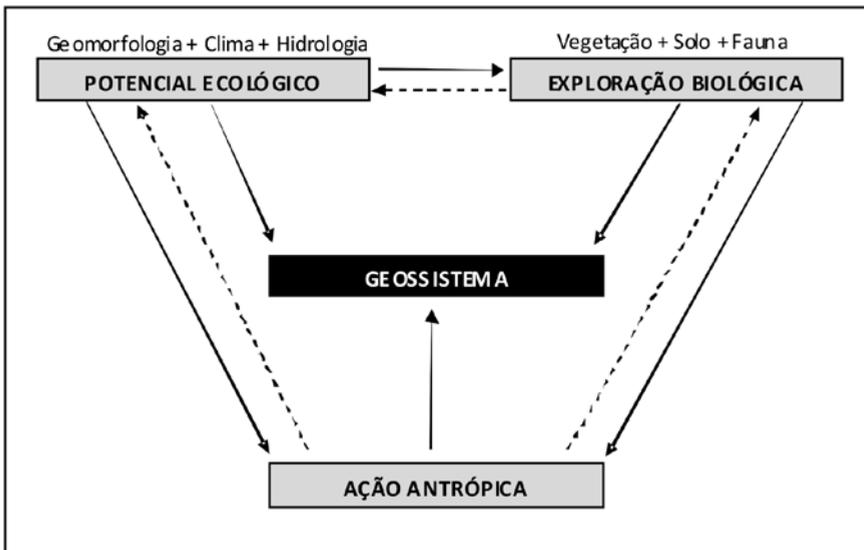
O geossistema, na perspectiva de Bertrand, deveria apresentar certa homogeneidade fisionômica, uma forte unidade ecológica e biológica e, o mais importante, um mesmo tipo de evolução. Em termos de dimensão espacial, Bertrand aponta que o geossistema teria que ter alguns quilômetros quadrados até algumas centenas de quilômetros quadrados.

No interior dos geossistemas existiriam os geofácies, que seriam setores fisionomicamente homogêneos, “onde se desenvolve uma mesma fase de evolução geral”, com extensão territorial podendo atingir, em média, algumas centenas de metros quadrados. Existiria, também, o geótopo, que seria “a menor unidade geográfica homogênea diretamente discernível no terreno”, que poderia apresentar dimensões, variando do metro quadrado ou mesmo do decímetro quadrado. Como exemplos de geótopo, Bertrand cita:

[...] uma diáclase alargada pela dissolução, uma cabeceira de nascente, um fundo de vale que o sol nunca atinge, uma face montanhosa, [...] cujas condições ecológicas são muitas vezes muito diferentes das do geossistema e do geofácies dentro dos quais eles se acham (1971, p.9).

Inspirando-se na teoria de bio-resistasia de Erhart (1955), Bertrand apresenta uma proposta de tipologia dinâmica “que classifica os geossistemas em função de sua evolução e que engloba através disso todos os aspectos das paisagens”. Ele leva em consideração o próprio sistema de evolução da paisagem, seu estágio evolutivo em relação ao clímax e o sentido geral da dinâmica (progressiva, regressiva ou estável). Tal classificação tipológica dos geossistemas deve, segundo Bertrand, ser colocada na dupla perspectiva do tempo (herança histórica dos geossistemas) e do espaço (justaposição dos geossistemas). Similarmente ao esquema proposto mais tarde por Tricart (1977), Bertrand considera que, nos meios em *bioestasia*, há a preponderância da pedogênese em detrimento da morfogênese. Nos meios em *resistasia*, a situação se inverte.

Figura 1
DEFINIÇÃO TEÓRICA DE GEOSISTEMA, SEGUNDO BERTRAND (1971, P.13)



O modelo de Bertrand é simples e permite a consideração conjunta de atributos da natureza e da sociedade em um quadro relativamente precário de informações. Esse provavelmente seja o motivo da sua razoável aceitação entre pesquisadores brasileiros.

A ecodinâmica de Jean Tricart

O francês Jean Tricart propôs uma metodologia de delimitação e análise de unidades territoriais, baseada na intensidade, frequência e interação dos processos evolutivos do ambiente, a qual denominou ecodinâmica. A abordagem baseia-se na análise sistêmica e enfoca as relações recíprocas entre os diversos componentes da dinâmica ambiental, com destaque para os fluxos de energia e materiais no ambiente. As unidades ecodinâmicas são classificadas em termos de degradação ou conservação segundo três estágios: “meios estáveis”, “meios *intergrades*” e “meios fortemente instáveis” (TRICART, 1977).

Nos “meios estáveis”, a pedogênese é o processo predominante, decorrente de uma proteção da cobertura vegetal (“fitoestasia”). Nessa situação, “o modelado evolui lentamente, muitas vezes de forma insidiosa, dificilmente perceptível. Os processos mecânicos atuam pouco e sempre de modo lento” (TRICART, 1977, p.35).

De acordo com Tricart (1977, p.51), nos meios fortemente instáveis, [...] “a morfogênese é o elemento predominante na dinâmica natural e fator determinante do sistema natural, ao qual outros elementos estão subordinados”. Tal situação pode se originar a partir de fenômenos puramente naturais como no caso de tectonismo, ou pela ação humana, especialmente por meio da substituição da cobertura vegetal.

A passagem de um contexto de estabilidade (predomínio da pedogênese) para um contexto de instabilidade (predomínio da morfogênese) é normalmente marcada por uma transição gradual em que há [...] “interferência permanente da pedogênese e da morfogênese, exercendo-se de maneira concorrente sobre um mesmo espaço”. Tricart utiliza o termo “*intergrades*” para caracterizar tais situações e destaca a necessidade da aplicação de ações no sentido de se evitar a irreversibilidade no que se refere ao surgimento de um meio definitivamente instável (TRICART, 1977, p.47).

Tricart e Kilian (1979) reforçam que o conhecimento da dinâmica das formas de relevo é essencial para a avaliação dos riscos de degradação que uma determinada atividade ou utilização do terreno poderá gerar. Segundo os autores, morfogênese e pedogênese são fenômenos complexos, mas

podem ser sintetizados em sistemas morfopedogenéticos, constituídos por um conjunto semelhante de processos que consomem energia e agem sobre o fluxo ou ciclo de matéria. A erosão por escoamento hídrico superficial, os processos de perda ou acúmulo lento de material ou os movimentos de massa são exemplos de eventos morfogenéticos que têm seu centro nos processos de transporte, que, por sua vez, têm sua eficiência definida pela natureza do material. Sabe-se que o tamanho e a massa das partículas definem a competência dos processos de transporte. Ao mesmo tempo, processos de intemperismo são fundamentais para desagregar rochas e gerar partículas mobilizáveis. Um sistema morfopedogenético associa processos de preparação e processos de mobilização e transporte.

Entre os principais fatores a influenciar os processos de preparação, mobilização e transporte, Tricart e Kilian (1979) apontam a energia solar e gravitacional (declividades) e a vegetação ou o uso das terras. Quando a energia é absorvida ou dissipada pela vegetação os processos pedogenéticos dominam sobre os morfogenéticos, dando origem à formação do complexo argilohúmico, característico de meios estáveis. Na situação contrária, predominará a morfogênese. Assim, torna-se possível indicar os graus de estabilidade (pedogênese) ou instabilidade (morfogênese) das paisagens.

A abordagem da ecodinâmica tem sido muito utilizada em projetos de planejamento territorial porque possibilita a identificação de unidades espaciais com dinâmicas semelhantes, levando em consideração a fragilidade do meio físico, potencialidade para suportar intervenções, etc. A ecodinâmica possibilita definir riscos associados a determinados tipos de uso e ocupação. No Brasil, os diagnósticos e zoneamentos ambientais realizados em várias regiões pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística - IBGE têm se apoiado nessa perspectiva, com adaptações.

Modelização da paisagem segundo Monteiro

Geógrafos brasileiros demonstram interesse na abordagem geossistêmica, percebida como uma alternativa a ser aprimorada, visando interpretação ambiental integrada. Dentre eles, o professor Carlos Augusto de Figueiredo Monteiro reconhece as dificuldades acerca do estabelecimento de uma ordem de grandeza espacial e do entendimento da dinâmica in-

terna das unidades geossistêmicas devido ao envolvimento de correlações complexas, advindas, principalmente, da incorporação das implicações socioeconômicas. O professor propõe o uso de modelos múltiplos devido à existência de peculiaridades geográficas de tamanho, grau de desenvolvimento econômico e capacidade científica e tecnológica das regiões (MONTEIRO, 1978) e aponta requisitos básicos à modelização:

1. Montagem do modelo sob perspectiva de um sistema singular complexo onde os elementos socioeconômicos não sejam vistos como outro sistema, oponente e antagonico, mas sim incluído no próprio sistema.
2. Representação de uma realidade espacial que assume um jogo de relações sincrônicas.
3. Representação de uma inteireza diacrônica.
4. Simultaneidade e intimidade de correlação na análise temporal.
5. Necessidade de base de observação empírica e a proposição de modelos a posteriori.
6. Conjunção de análises qualitativas às análises quantitativas (MONTEIRO, 1978, p.56-59).

Na perspectiva de Monteiro, é imprescindível o tratamento conjunto da estrutura e dos processos. A estrutura expressa morfologicamente o estado das partes enquanto o processo revela a dinâmica da organização funcional geossistêmica. A Figura 2 apresenta uma de suas tentativas de modelização.

No lado esquerdo do desenho, estão representados os recursos básicos da natureza, com destaque para o clima, colocado no plano superior por ser o “ambiente insumidor da energia que movimenta o sistema” e “não por ser julgado o núcleo do sistema”. Em termos espaciais, dispõem-se clima e os demais atributos básicos do geossistema (revestimento biótico primitivo e derivado, solos e litologia, no exemplo do autor). Em termos temporais, o modelo sugere avaliar a dinâmica funcional interna dos elementos móveis por meio de cenários multiplicáveis pelo intervalo cronológico pertinente ou mais adequado (T1, T2, Tn). Poderiam, então, ser consideradas a evapotranspiração, a pluviosidade e a temperatura, a relação precipitação-vazão ou mesmo o escoamento fluvial total (variações sazonais e interanuais). Enfim, estariam sendo analisados a natureza e seus recursos básicos em termos de distribuição espacial e dinâmica temporal. “O espaço revela as partes e a estrutura dos sistemas enquanto as

sequências temporais dos elementos ativos pretendem revelar o processo” (MONTEIRO, 1978, p.61).

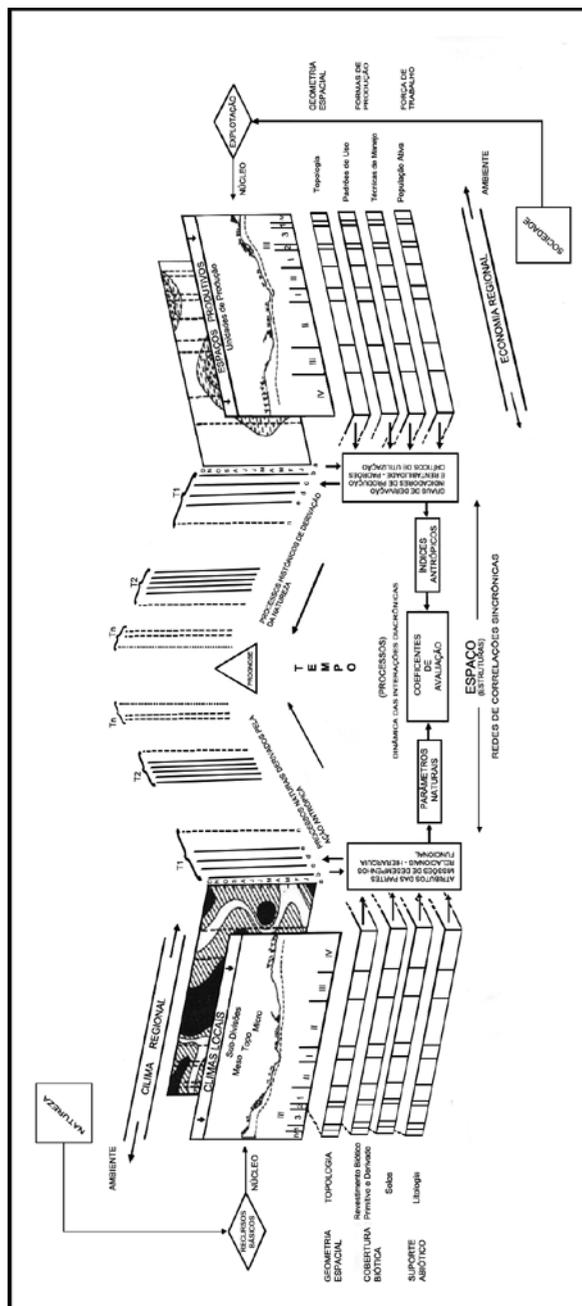
No lado direito do desenho, dispõem-se os aspectos socioeconômicos que se relacionam dialeticamente com os atributos da natureza por meio da “exploração”. Da mesma forma, o autor apresenta atributos socioeconômicos espacializados, sugerindo a disposição de espaços produtivos na posição superior e citando outros exemplos, tais como os padrões de uso do solo, as técnicas de manejo e a população ativa, organizados em espaços produtivos que também experimentam processos evolutivos temporais (históricos).

Na parte central do desenho, o autor sugere que os processos naturais derivados pela ação antrópica e os processos históricos de derivação da natureza, analisados segundo a perspectiva temporal, permitem prognoses. Índices socioeconômicos e parâmetros naturais permitem analisar a dinâmica das interações diacrônicas, incluindo-se aí o acompanhamento de processos e a proposição de coeficientes de avaliação. No espaço, a análise das estruturas permite a elaboração de “redes de correlações sincrônicas” (estruturas).

Da mesma forma que Bertrand, na perspectiva de Monteiro (1978) os elementos socioeconômicos não constituem um sistema externo aos elementos naturais, mas estão, sim, incluídos no funcionamento do próprio geossistema. Com isso, deve-se fazer a determinação dos limites de um sistema territorial, partindo-se das relações dos elementos físicos entre si e desses elementos com os elementos socioeconômicos.

As contribuições de Monteiro sugerem alternativas para a consideração conjunta da estrutura e dinâmica funcional da paisagem e abrem possibilidades para análise temporal-evolutiva, partindo de geossistemas primitivos para geossistemas derivados sob ação antrópica. As relações entre sociedade e natureza são vistas como um sistema aberto, complexo e evolutivo. A organização e a evolução dos atributos naturais, juntamente com a consideração das derivações antropogênicas, analisadas segundo parâmetros qualitativos e quantitativos, levando-se também em consideração as expectativas sociais e a percepção humana, podem conduzir a decisões importantes no que se refere à busca da sustentabilidade ambiental das regiões.

Figura 2
 DESENHO EXPERIMENTAL PROPOSTO POR MONTEIRO (1978, P.75) NA TENTATIVA DE MODELIZAÇÃO DOS SISTEMAS AMBIENTAIS INTEGRADOS



Monteiro (2001) faz referência às ótimas condições de pesquisa com que contavam Victor Sotchava, em suas bem aparelhadas estações experimentais, e Georges Bertrand, em seus trabalhos de campo sistemáticos nos Pirineus. Apesar disso, a dificuldade de inclusão das variáveis socioeconômicas persistiu mesmo entre aqueles que detinham os melhores meios materiais. O autor apresenta vários trabalhos realizados por ele e sua equipe no Brasil, todos marcados pela tentativa de aplicação da abordagem geossistêmica e procurando sempre avaliar a condição do homem como “derivador” da paisagem.

As proposições de Monteiro apresentam possibilidades reais de desenvolvimento e aplicação, principalmente no que se refere ao desenvolvimento de procedimentos de diagnóstico e planejamento, utilizando-se de valores relacionados com as noções de potencialidade, degradação e recuperação. O uso do termo “derivações antropogênicas” demonstra a importância atribuída pelo autor às ações antrópicas no que se refere à transformação das paisagens.

Possibilidades e restrições das novas tecnologias

As tecnologias de detecção remota e processamento digital de imagens facilitam enormemente as representações da arquitetura da paisagem. As técnicas de quantificação de padrões espaciais avançaram sobremaneira, o que tem permitido a comparação entre unidades de paisagem por meio da identificação de suas diferenças estruturais.

Troll (1939) *apud* Naveh e Lieberman (1994) já destacava a importância das fotografias aéreas como instrumento de interpretação da paisagem e sugeria o termo *ecologia da paisagem* para denominar a metodologia de interpretação daquilo que ele definiu como sendo “uma entidade espacial e visual total”. Segundo essa perspectiva, a paisagem apresentaria três características básicas: estrutura, função e alterações.

Forman e Godron (1986) definem-nas da seguinte forma:

- Estrutura: relação espacial entre diferentes ecossistemas ou elementos presentes na paisagem, ou seja, é a distribuição da energia, dos materiais e espécies em relação a tamanho, forma, número, tipo e configuração dos ecossistemas;

- Função: refere-se à interação entre os elementos espaciais, gerada a partir de fluxos de energia, materiais e organismos dos ecossistemas componentes;
- Alterações: mudanças na estrutura e função do mosaico ecológico ao longo do tempo.

Na perspectiva da ecologia da paisagem, a estrutura das paisagens seria composta pelos elementos: fragmento, matriz e corredor. O elemento básico que forma uma paisagem seria o fragmento (*patch*). Segundo Forman e Godron (1986), os fragmentos são superfícies não lineares, que estão inseridas na matriz e diferem em aparência de seu entorno. Eles variam em tamanho, forma, tipo de heterogeneidade e limites. São dinâmicos e ocorrem em diferentes escalas temporais e espaciais e possuem uma estrutura interna reconhecível. São circundados por uma matriz que apresenta composição diferente. Podem ser naturais ou podem resultar de intervenções humanas.

A matriz representa o elemento paisagístico com “maior conectividade”, ocupando a maior extensão na paisagem e exercendo a maior influência no funcionamento dos ecossistemas. Por exemplo, em uma paisagem dominada por florestas, com fragmentos de áreas desmatadas, o elemento matriz será a floresta.

Já os corredores são as faixas estreitas, naturais ou antrópicas, que diferem da matriz de um lado e de outro. Eles dividem e, ao mesmo tempo, unem paisagens e variam no comprimento e na função (FORMAN; GODRON, 1986).

A ecologia da paisagem tem sido útil para a identificação de fragmentos de vegetação conservada ou degradada, oferecendo subsídios às iniciativas de manejo conservacionista da paisagem por meio da recuperação de fragmentos degradados e implantação de corredores ecológicos. Todavia, a metodologia não tem aplicação universal no contexto do planejamento e gestão territorial.

As novas tecnologias de representação da paisagem abrem possibilidades de adoção de diferentes alternativas gráficas, além da rápida atualização de informações. Possibilitam analisar e comparar dados de mapas temáticos, incluindo análises geoestatísticas e geração rápida de novos mapas a partir da combinação de mapas já armazenados. Entretanto, é preciso

cuidar para não cair numa modelagem simplificadora e intrepidamente estruturada da paisagem. A estrutura da paisagem resulta de complexa evolução e apresenta-se dinâmica, não devendo ser analisada como se fosse estática simplesmente para permitir um propósito cartográfico.

A repetitividade do imageamento de uma mesma unidade de terreno permite uma análise temporal da materialidade paisagística, embora não ofereça condições para uma avaliação dos processos bem como de suas conexões. Para Castilho (2002, p.41), “a imagem de satélite é apenas capaz de retratar a paisagem (materialidade congelada e parcial do espaço geográfico) de forma estatística e seletiva (variando em função dos atributos técnicos do sensor)”.

3. Considerações finais

A paisagem resulta de uma evolução, funciona por meio de uma dinâmica muito complexa e se manifesta por meio de uma arquitetura sensorialmente perceptível. Ela é composta de objetos naturais misturados com outros resultantes do trabalho humano. Alguns processos participantes do funcionamento das paisagens podem ser medidos, monitorados matematicamente, mas outros são subjetivos e jamais serão entendidos objetivamente. Os modelos de interpretação até então propostos tentam envolver uma grande variedade de processos físico-naturais e esbarram em desafios surgidos diante das tentativas de consideração das modificações impostas em função da necessidade de subsistência humana, questões de ordem econômica, social, política, cognitiva, simbólica ou religiosa das populações.

Muitos progressos já foram alcançados no sentido da proposição de metodologias e técnicas de representação e entendimento da estrutura da paisagem, incluindo seus constituintes em níveis diversos de integração. Entretanto, o compromisso de entender definitivamente a ordem funcional dos sistemas naturais integrados segundo seus padrões de regularidade ou aleatoriedade em diferentes graus de humanização ainda permanece como um grande desafio.

A busca de compreensão acerca da dinâmica interna das paisagens quase sempre esbarrou na necessidade de observações complexas e permanentes de todos os seus componentes. Apesar do importante desenvolvimento verificado nas técnicas de monitoramento e nas tecnologias de representação cartográfica, o alcance de modelos mais completos que traduzam a complexidade da dinâmica integrada do ambiente ainda é questão não resolvida.

Apesar de inacabada, a abordagem geossistêmica oferece as mais produtivas tentativas. Segundo Monteiro (2001, p.103), o conceito “contínua abstrato e irreal, disputando lugar com vários outros congêneres [...]. Impossível será confirmar a hipótese de um ‘consenso’ [...]”. Na verdade, as tentativas sugerem apenas roteiros teóricos visando ao entendimento da arquitetura das paisagens. Quanto à dinâmica, ao funcionamento processual, o que existem são experimentos quase sempre analíticos, portanto, insuficientemente sistêmicos.

Monteiro considera que as condições futuras de investigações científicas acerca das formulações teóricas dos geossistemas sejam promissoras, principalmente considerando os progressos na análise dos sistemas complexos, na cartografia digital e na programação visual. Monteiro (2001, p.104) afirma que:

(...) com a ajuda de técnicas mais recentes e eficientes, mas sobretudo com o novo acervo de teorias, talvez seja possível obter-se o paradoxal propósito: com um tal equipamento ‘novo’, fazer rever algo de bem antigo, dos tempos do nascedouro da geografia científica, aquela geografia que os últimos ‘revolucionários’ proclamavam ‘tradicional’ e pregavam o seu abandono.

Os avanços teóricos, conceituais e metodológicos já conseguidos são significativos, embora os resultados práticos ainda não sejam satisfatórios. Além da busca de soluções tecnológicas, necessário se faz refletir sobre as influências recebidas dos modos de explicar o mundo. É importante considerar as inumeráveis limitações de qualquer modelo. É preciso, ainda, perseguir o entendimento das subjetividades e incorporar a essência do agir humano como parte da dinâmica da paisagem. A realidade nunca é pronta e a estrutura da paisagem nunca é imutável.

Notas

¹ A Teoria Geral dos Sistemas (TGS) pressupõe uma ação científica baseada na ordem hierárquica da natureza, abordando-a como sistemas abertos, com complexidade e organização crescentes (NAVEH; LIEBERMAN, 1994).

Referências

- ALVES, T. Paisagem – em busca do lugar perdido. **Finisterra**, v.36, n.72, p.67-74, 2001 (disponível em: http://www.ceg.ul.pt/finisterra/numeros/2001-72/72_06.pdf - acessado em 16/08/2010).
- BERTRAND, G. Paisagem e geografia física global: esboço metodológico. **Cadernos de Ciências da Terra**, n. 13, Instituto de Geografia da USP, 1971, 27p. (Trad. Paysage et géographie physique globale: esquisse méthodologique, 1968).
- CABRAL, L. O. A paisagem enquanto fenômeno vivido. **Geosul**, v.15, n.30, p.34-45, jul./dez.2000.
- CASTILHO, R. A imagem de satélite como estatística da paisagem. **Ciência Geográfica**, Bauru, v.1, n.21, janeiro/abril, 2002.
- CHRISTOFOLETTI, A. Implicações Geográficas Relacionadas com as Mudanças Climáticas Globais. **Boletim de Geografia Teorética**, Rio Claro, v. 23, n. 45-46, p. 18-31, 1993.
- CORRÊA, L. R; ROSENDAHL, Z. (Orgs). **Paisagem, Tempo e Cultura**. Rio de Janeiro: Editora UERJ, 1998.
- DIAS, J. **As potencialidades paisagísticas de uma região cárstica: o exemplo de Bonito, MS**. Presidente Prudente: Faculdade de Ciências e Tecnologia da Universidade Estadual Paulista, 1998. 183 p. (Dissertação de Mestrado) - <http://jailton.tripod.com/dissertacao.html>
- ERHART, H. Biostasie et rhexistasie: esquisse d'une théorie sur le rôle de pedogenése en tant que phénomène géologique. **C. R. Séanc. Acad. Sci.**, v. 241, p. 1218-20, 1955.
- FORMAN, R. T. T.; GODRON, M. **Landscape ecology**. New York: John Wiley, 1986. 619 p.

GUERASIMOV, A. A. Problemas metodológicos de la ecologización de la ciencia contemporánea. In: **La Sociedad y el Medio Natural**. Moscou: Ed. Progreso, 1980. p.57-74.

HARTSHORNE, R. **Propósitos e natureza da Geografia**. São Paulo: HUCITEC/EDUSP, 1978 (tradução: The Nature of Geography, 1939).

HUMBOLDT, A. von. Cosmos - **Essai d'une description physique du monde**. Paris: Guide et cie; Libraires Éditeur, 1847 (Traduzido por. Oswaldo Bueno Amorim Filho). Disponível em: <http://ivairr.sites.uol.com.br/humboldt.htm> – acessado em 16/08/2010.

LUCAS, O.W.R. **The Design of Forest Landscapes**. Wallingford: Oxford University Press, 1991, 381p.

MATEO RODRÍGUEZ, J. M; SILVA, E. V. A Classificação das Paisagens a partir de uma visão Geossistêmica. **Rev. Geog. Mercator**, n. 1, p. 95-112, 2002.

MEDEIROS, J. S. de. **Redes de dados geográficos e redes neurais artificiais: tecnologias de apoio à gestão do território**. São Paulo: USP, 1999. Tese (Doutorado em Geografia Física).

MONTEIRO, C. A. F. **Geossistemas: a história de uma procura**. São Paulo: Editora Contexto, 2001. 127p.

MONTEIRO, C. A. M. Derivações Antropogênicas dos Geossistemas Terrestres no Brasil e Alterações Climáticas: perspectivas urbanas e agrárias ao problema de elaboração de modelos de avaliação. In: SIMPÓSIO SOBRE COMUNIDADE VEGETAL COMO UNIDADE BIOLÓGICA, TURÍSTICA E ECONÔMICA, 1978, São Paulo. **Anais...** São Paulo: p. 43-76.

NAVEH, Z.; LIEBERMAN, A. **Landscape Ecology: theory and Application**. 2. ed. New York: Springer-Verlag, 1994, 360p.

ROUGERIE, G; BEROUTCHACHVILI, N. **Géosystèmes et Paysages: bilan et méthodes**. Paris: Armand Colin, 1991.

SOTCHAVA, V. B. O Estudo de Geossistema. In: **Métodos em Questão**, n.16. São Paulo: USP, 1977. Trad. The Stude of Geosystems. Reports Inst. Geog. Of Siberia and Far East, n.51, 1976.

SOTCHAVA, V. B. Por uma teoria de classificação de geossistemas de vida terrestre. **Biogeografia**, n. 14, São Paulo, 1978.

TRICART, J. **Ecodinâmica**. Rio de Janeiro: IBGE, 1977. 91p.

TRICART, J.; KILIAN, J. **L' éco-géographie et l' aménagement du milieu naturel**. Paris: Maspero, 1979. 325p.

UNIVERSITE DE TBILISSI – Station physico-géographique de Martkopi. **Les recherches sur les geosistemas dans la station de Martikopi**. Tbilissi: L' édition de l'Université de Tbilissi, 1976.

ZONNEVELD, I. S. The Land Unit: A fundamental concept in landscape ecology, and its applications. **Landscape Ecology**, v.3, p.67-86, 1989.

Recebido em: 20/08/2010

Aceito em: 20/11/2010