

A NATUREZA DA GEOGRAFIA E A GEOGRAFIA DA NATUREZA

NATURE DE LA GÉOGRAPHIE ET GÉOGRAPHIE DE LA NATURE¹

Jérôme FOURNIER²

RESUMO: Este artigo se propõe mostrar as diferentes definições da geografia e dos maiores conceitos de geografia física, vistos pelos geógrafos franceses. A geografia física não está abandonada, ao contrário, ela está novamente integrada a geografia global. Os geógrafos modernos abandonam, frequentemente, em seus estudos os meios pouco ou não antropizados. No entanto, estes espaços constituem objetos da ciência geográfica. O conceito de geossistema permitiu recentrar a geografia física julgada muito setorial. Uma teoria recente, a ecologia da paisagem, também permite realizar estudos integrados aos meios naturais. É possível, então, criar espaços protegidos de uma maneira não empírica. Esta teoria é descrita e comentada.

Palavras-chave: Geografia, biogeografia, geossistema, paisagem, ecologia da paisagem.

RÉSUMÉ: Cet article se propose de montrer les différentes définitions de la géographie et des concepts majeurs de la

¹ Tradução Andrea de Castro Panizza — Doutoranda em Geografia Física — Laboratório de Aerofotogeografia e Sensoriamento Remoto, Departamento de Geografia, FFLCH-USP.

² Pesquisador titular do Centre National de la Recherche Scientifique (CNRS), Doutor em Geografia Física (2000) na Universidade de Rennes II, França; Pós-Doutor em Geografia Física (2001) na Ecole Pratique des Hautes Etudes de Paris, França.

géographie physique, vues par les géographes français. La géographie physique est loin d'être délaissée, au contraire, elle est de nouveau intégrée à la géographie globale. Les géographes modernes délaissent souvent dans leurs études les milieux peu ou pas anthropisés. Ces espaces constituent pourtant des objets de la science géographique. Le concept du géosystème a permis de recentrer la géographie physique, jugée trop sectorielle. Une théorie récente, l'écologie du paysage, permet, elle aussi, de réaliser des études intégrées sur les milieux naturels. Il est alors possible de mettre en place des espaces protégés de manière non-empirique. Cette théorie est décrite et commentée.

Mots-clés: Géographie, biogéographie, géosystème, paysage, écologie du paysage

INTRODUÇÃO

O estudo dos meios pouco, ou não antropizados, estariam fora do campo da disciplina? Para tentar compreender porque temos o direito de levantar tal questão, é necessário (re)precisar as definições da geografia ou da ciência geográfica. Estas definições são numerosas e animam vários debates. A primeira é etimológica: do latim e do grego *geographia*, ou escrita da Terra, e anuncia claramente o objeto desta disciplina, isto é, cartografar o espaço terrestre e a totalidade deste espaço. A cartografia seria, portanto, um instrumento privilegiado dos geógrafos. É possível também citar as definições dos dois principais dicionários franceses. O *Larousse* apresenta a geografia como a "*science qui a pour objet la description et l'explication de l'aspect actuel, naturel et humain de la surface de la Terre. La géographie est la science de l'organisation actuelle de l'espace terrestre par l'homme*". Esta definição é muito ambígua por várias razões. Em um primeiro momento, ela define a disciplina na qualidade de ciência, isto quer dizer que ela deve possuir um objeto, métodos e estabelecer leis. Seria realmente o caso? A geografia possui um, mesmo vários objetos,

possui métodos, mas ela fornece leis? Algumas tentativas foram experimentadas, porém, quando trabalhamos com o “vivo” (o Homem e a Natureza) encontramos quase sempre exemplos que resistem a lei postulada. A segunda parte da definição indica o estudo da totalidade dos fenômenos da superfície terrestre, humanizada ou não, mas em seguida indica que somente o estudo da organização espacial da Terra pelo homem fundamenta o objeto da geografia. E assim, os espaços pouco ou não antropizados não fazem parte do domínio da geografia. O dicionário *Petit Robert* é mais direto, define a disciplina como uma “*science qui a pour objet l'étude des phénomènes physiques, biologiques et humains localisés à la surface du globe terrestre et l'étude de leur répartition, des forces qui les gouvernent et de leurs relations réciproques*”. Neste caso, pertencem ao domínio da geografia todos os fenômenos físicos e humanos que existem sobre o globo, e ainda associamos explicação à descrição deste espaço.

A GEOGRAFIA: CIÊNCIA DA NATUREZA OU DOS HOMENS?

Esta questão está, atualmente, longe de ser resolvida, pois os diferentes ramos da geografia se especializam deixando, freqüentemente, de lado os demais. A geografia é “*l'entrée en possession de la planète Terre, la domination intellectuelle de l'espace (...)*” nos diz Gusdorf (1966, in PINCHEMEL, 1988); PINCHEMEL (1998) vai no mesmo sentido dizendo que “*la géographie, (est) science de la totalité de la surface de la Terre*”.

Estas definições são diametralmente opostas aquela de Marchand (in KNAFOU, 1997) que propôs uma geografia física diferente, baseada em numerosas relações Natureza-Sociedade através do conceito de “sistemogênese espacial” e da redefinição do termo “pressão”. São ainda diferentes as definições de CHAMUSSY (1976), onde a geografia é apresentada como a “*discipline qui étudie un espace organisé par une société*”, e a de BRUNET (1992) “*l'une des sciences des phénomènes de société. La géographie a pour objet la connaissance de cette œuvre humaine que*

sont la production et l'organisation de l'espace". Para GEORGE (*et al.*, 1996), "*la géographie est une science sociale*". Existe, então, um profundo desacordo entre estas últimas definições e as precedentes. O homem estaria no centro da disciplina ou poderíamos fazer geografia em espaços inevitavelmente influenciados por ele, mas sem que ele estivesse no centro dos estudos? A multiplicação de obras de caráter geral e epistemológico, como as enciclopédias (BAILLY *et al.*, 1995), mostram que cada autor sente a necessidade de se definir, como por exemplo a obra de BRUNET (1997), a obra coletiva dirigida por KNAFOU (1997), ou ainda aquela de SCHEIBLING (1994). Este último descreve a disciplina como sendo "*une science de l'organisation de l'espace*", e mostra que existem movimentos diferentes, ora em direção as ciências da Natureza, ora em direção as ciências do Homem e assinala que "*la géographie française se trouve dans une position délicate. Elle se sent menacée par des fractures internes et par des remises en cause extérieures*".

Uma acepção mais abrangente da definição de geografia permite, sem dúvida, uma maior liberdade de temas de estudo, contudo, seria incoerente não considerar o homem, pois ele modifica incessantemente todos os espaços, sem exceção, mesmo de maneira indireta. O homem está presente sobre a Terra há muito tempo para que possamos ainda dizer que existem meios "naturais" *stricto sensu* (TRICART, 1982). Entretanto, o estudo destes meios deve existir, pois, mesmo que as sociedades os modifiquem constantemente, a « Natureza » existe e é um fator permanente da vida sobre o globo. Para finalizar, é possível citar DEMANGEOT (1998) que falando de seu livro, cita: "*Je n'ai jamais perdu mon temps à me demander ce qu'est la géographie : la preuve du mouvement se fait en marchant (...). Aux bases naturalistes et humanistes de notre discipline, j'ai cru devoir ajouter une coloration écologique, indispensable de nos jours, tant elle est enrichissante*".

GEOGRAFIA FÍSICA OU GEOGRAFIA DA NATUREZA?

Os debates sobre o objeto da geografia são numerosos e complexos, o mesmo ocorre para a geografia física. Este campo da geografia foi prioritário em relação aos demais durante uma grande parte deste século. A sanção foi severa e, atualmente, este campo disciplinar é atacado por numerosos autores que são, claramente, partidários de sua eliminação da geografia. Esta atitude também é exagerada e sem fundamentos científicos. Certos geógrafos físicos assinalam, aliás, que fazem parte das ciências sociais, certamente, isto é possível, mas se eles o fazem seria por temor em fazer uma geografia física clássica? Existem, suficientemente, temas de estudo onde os fenômenos físicos têm consequências sociais e vice-versa: inundações, deslizamento de terra, desmatamento, elevação do nível do mar, poluições... No momento em que a pluridisciplinaridade é um dado essencial na pesquisa, estas questões possuem ainda um significado?

A geografia física é dividida em diversos ramos: climatologia, geomorfologia, hidrologia e biogeografia. Estas disciplinas são muito ligadas umas às outras, e possuem menores problemas em suas relações. Além do mais, estas disciplinas tiveram uma formidável evolução nos últimos trinta anos, graças aos instrumentos técnicos em constante progresso (sensoriamento remoto, modelização matemática, estatísticas, modelos físicos) e foram estabelecidas ligações mais sólidas com as disciplinas conexas das ciências da Terra e da Vida. Contudo, a utilização crescente do instrumental de informática e das imagens científicas não pode perder de vista que a "Verdade" se encontra somente no terreno. Os pesquisadores adotam em seus trabalhos cada vez mais conceitos teóricos, deixando de lado, e às vezes menosprezando, a abordagem naturalista que continua fundamental em todo estudo sobre a "Natureza". BERTRAND (1982) é muito claro quando diz: *"La géographie physique a en priorité une finalité naturaliste. Elle étudie le physique de l'espace géographique en lui-même et pour lui-même afin d'en connaître la structure et le fonctionnement. La géographie physique contient sa propre finalité"*

et l'objet se confond avec l'objectif. La démarche naturaliste est un préalable indispensable dont dépend l'autonomie de la géographie physique".

O conceito de geossistema surgiu nos anos 60 para melhor responder à vontade de realizar estudos integrados, pois *"la connaissance globale du milieu naturel apparaît de plus en plus difficile à obtenir, en raison de la multiplication et de la spécialisation croissante des travaux scientifiques"* (RICHARD *et al.*, 1977 in PINCHEMEL, 1988).

O geossistema contém quatro componentes : aeromassa, hidromassa, litomassa, biomassa. Ele é a combinação, sobre uma certa superfície, de um geoma (rocha, ar e água) e de uma biocenose. O meio é aqui denominado de paisagem e é definido como: o *"résultat de la combinaison dynamique, donc instable, d'éléments physiques, biologiques et anthropiques qui, en réagissant dialectiquement les uns sur les autres, font du paysage un ensemble unique et indissociable en perpétuelle évolution"* (BERTRAND, 1968). As unidades elementares da paisagem podem ser definidas em unidades sistêmicas (taxons) e espaciais (cores). O geossistema é assim *"un concept territorial, une unité spatiale bien délimitée et analysée à une échelle donnée ; le géosystème est beaucoup plus large que l'écosystème qui devient ainsi une partie du système géographique naturel"* (BEROUTCHAVILI/BERTRAND, 1978).

Este conceito, muito poderoso na sua abordagem sistemática, permite responder, em teoria, às questões relevantes de problemas ambientais integrando todos os componentes dos "complexos naturais", no significado atribuído por Berg, ou dos ecossistemas no sentido dado por Lindeman. Segundo Duvigneau & Denaeyer-Desmet (1976 in LEFEUVRE/BARNAUD, 1988), é possível estudar as biogeocenoses que, associando-se formam as *"paysagens ecologicamente funcionais"*. O geossistema assim definido é um mega-sistema "natural", pois *"il existe un ensemble complexe de relations entre les différents écosystèmes qui composent un espace donné. C'est justement la raison pour laquelle cet espace peut, à son tour, être considéré comme un système (de systèmes). Chaque*

écosystème devient alors un élément du « système spatial » qui l'intègre. On ne s'intéresse plus aux flux internes qui caractérisent chaque écosystème, mais aux échanges que chacun entretient avec l'ensemble des autres". (BRUN/LARRERE, 1983 in BLANDIN/LAMOTTE, 1985).

BIOGEOGRAFIA E GEOGRAFIA NATURALISTA

Tradicionalmente, a geografia privilegiou o estudo do relevo, em preferência ao estudo dos seres vivos e sobretudo da fauna. Aliás, BRUNET (1997) assinala "*d'avoir négligé les fluides, les flux et le vivant, la géographie, française en tout cas, s'est trouvée impuissante à prendre une position convenable dans les sciences écologiques*". Os biogeógrafos são ainda pouco numerosos na disciplina. O estudo do meio vivo é dificilmente aceite, mesmo se o Ambiente (no significado de "natural") é visto sob um novo ângulo e tornou-se fonte de numerosos contratos de pesquisa (ACOT, 1988; LAMOTTE/BLANDIN, 1982). Nos estudos científicos, existe uma rejeição do « animal », a exceção é feita pelo seu aspecto económico, como por exemplo a criação. As origens desta visão devem ser pesquisadas na raiz do nosso mundo ocidental, como indica, justamente, White (in DELEAGE, 1991): "*La victoire du christianisme occidental sur le paganisme (...) consacre la séparation et la supériorité de l'homme vis-à-vis de la nature. Supériorité qui se confond avec une hostilité déclarée à l'égard de la végétation et le plus grand mépris envers les animaux. Les hommes de ce temps ne doutent pas que le monde a été créé pour eux et que les autres espèces sont subordonnées à leurs besoins*". Esta visão de mundo, apesar de ter sido atenuada, ainda está presente em certos cientistas.

O progresso mais importante e o mais espetacular na biologia foi, sem contestação, a teoria da evolução pela seleção natural, justamente, pelo fato de ter ultrapassado o domínio da biologia. Diz Hobsbawm (in DELEAGE, 1991) "*(...) en incluant l'homme lui-même dans un programme d'évolution biologique, elle — la théorie de l'évolution — supprimait*

la ligne de démarcation qui jusque-là séparait nettement les sciences naturelles des sciences humaines et sociales". Um conceito maior, e fundamental, contribuiu para evolução dos conhecimentos, é o conceito de ecossistema que, segundo Tansley, é a conjugação de uma biocenose e de um biótopo. A definição de Lindeman é próxima a este conceito, e o termo biogeocenose de Sukatchev é sinônimo de ecossistema, como explica DUVIGNEAU (1980): "*tout espace de la surface terrestre, la biocénose qui lui correspond, ainsi que les parties de l'atmosphère, de la lithosphère, de l'hydrosphère et de la pédosphère qui lui sont associées et qui interagissent entre elles, forment un complexe unique*". Assim, a biogeocenose torna-se a mesma entidade que o ecossistema definido por Tansley.

Os problemas de ordem semântica são numerosos entre as disciplinas. As ligações entre geógrafos e biólogos-ecólogos não são ainda fortemente tecidas. O vocabulário, utilizado pelas diferentes disciplinas que trabalham os mesmos objetos, é frequentemente diferente. As razões desta controvérsia vêm das diferenças na maneira de estudar a Natureza. É extremamente complexo estabelecer uma análise global dos meios; justapor as diferentes pressões não é suficiente, é necessário realizar um estudo integrado que levante problemas de escalas, de métodos e de finalidades.

Não existe diferença de objeto, mas diferenças de escalas como assinala PINCHEMEL (1988): "*(...) en s'en tenant trop systématiquement ou trop exclusivement aux échelles moyennes ou petites, l'analyse du géographe ne se situe pas aux échelles d'observation des processus et des mécanismes des écosystèmes. La géographie, à moins d'adopter l'échelle de l'écologie, n'est pas dans la meilleure position pour atteindre le niveau explicatif*". Um estudo dos meios "naturais" precisa escolher a escala mais apropriada. Esta escolha se faz em relação ao objeto estudado e do objetivo final do estudo. "*De la petite échelle (...) à la très grande échelle (...), on change l'ordre hiérarchique des composants*" (PINCHEMEL, 1988). LAMOTTE & BLANDIN (1982) propuseram o termo ecocomplexo para designar as associações de ecossistemas. TRICART (1979 a) vai mais longe, mostrando que os geógrafos levaram

muito tempo antes de se ocupar das questões relevantes à Natureza. “*Le concept d'écosystème (...) n'a pas de support spatial. Il est adimensionnel. Peut-être est-ce là la raison de l'intérêt très tardif que lui ont porté les géographes*”. BLANDIN (1986) explica de maneira idêntica “*les écosystèmes (...) ne sont pas nécessairement des individus clairement perceptibles, aisément délimitables dans l'espace*”. Uma diferença de ordem fisionômica existe, pois o geógrafo se interessa mais pelas dimensões do meio que pelos componentes ecológicos (BLANDIN *et al.*, 1976). A escola soviética da paisagem também se interessou, particularmente, pela medida das dimensões das paisagens. A análise do meio é considerada como um mosaico, onde cada unidade elementar não pode se compreender senão em relação às outras. Enfim, existe uma diferença de finalidade, pois o geógrafo integra as ações do homem ao meio, o que não faz, ou melhor, não fazia o ecólogo antes da teoria da ecologia da paisagem.

GÊNESE DA ECOLOGIA DA PAISAGEM

Curioso termo este de ecologia da paisagem, pois ele associa uma disciplina científica a um termo tradicionalmente geográfico. Certamente, esta teoria é portadora de uma colaboração benéfica entre geógrafos e ecólogos. Esta teoria não é um fim dentro da geografia, mas pode servir como metodologia para o estudo de um território em escala detalhada, no sentido da “*microgéographie à grande échelle*” de PINCHEMEL (1988). Podemos recensar três grandes escolas de pensamento que contribuíram para sua elaboração.

A primeira é a do biogeógrafo alemão Troll que utilizou o termo ecologia da paisagem em 1939 (*Landschaftökologie*). A ecologia da paisagem não é uma disciplina nova, mas corresponde a uma vontade interdisciplinar de trabalhar no que Cmak (1982 in LEFEUVRE/BARNAUD, 1988) denominou de “*espaces biologiquement actifs*”. NAVEH/LIEBERMAN (1984) seguem no mesmo sentido, quando dizem que “*l'écologie du paysage pourrait devenir une des sciences synthétiques du futur capable d'intégrer beaucoup de découvertes analytiques dans un objectif globalisant*”

d'intérêt général". Para estes autores, a paisagem corresponde a uma entidade total, espacial e visual do espaço humanizado, compreendendo a integração funcional e estrutural da biosfera, da tecnoesfera e da geoesfera, sendo o ecótopo a menor unidade e a ecoesfera a maior. Encontramos aqui as idéias de Bertrand que definem o geossistema como a interseção da "hydromasse, de l'aéromasse, de la lithomasse et de la biomasse".

A Segunda, é proveniente da escola de geografia física da União Soviética através de Sochava (ISACHENKO, 1972), e retomada na França por Bertrand e Rougerie. O termo geossistema substitui aqui aquele de paisagem considerada como "un produit social chargé d'histoire" por BEROUTCHAVILI & BERTRAND (1978) e se define como « un système géographique naturel homogène lié à un territoire » (SOCHAVA, 1963 in BEROUTCHAVILI/BERTRAND, 1978). O conceito de biogeocenose é proposto por Sukachev & Dylis (1964 in FORMAN/GODRON, 1986).

A última escola, mais recente, é proveniente de biólogos e ecólogos americanos que se interessaram pela biologia das populações, e decorre do questionamento da teoria do equilíbrio dinâmico. A teoria da biogeografia insular elaborada, por MAC ARTHUR/WILSON (1967), é a formalização de idéias e conceitos desta abordagem levando em conta a necessidade de integrar as atividades humanas no quadro da gestão dos espaços e dos recursos. Estes autores assinalam que os processos ecológicos variam em suas amplitudes e seus efeitos. Assim, "la définition opérationnelle des éléments du paysage se fait arbitrairement en utilisant des filtres spatiaux de taille spécifique déterminée par les objectifs précis de l'étude. Ce découpage spatial implique de se focaliser sur les phénomènes d'échange, de transfert de flux" (LEFEUVRE/BARNAUD, 1988).

Estas diferentes abordagens permitem, cada uma em seu nível, responder os questionamentos ambientais da sociedade. Os geógrafos devem se inserir nesta teoria, ao lado dos ecólogos, pois, o domínio dos primeiros na articulação de diferentes escalas e da cartografia é incontestável, e estes são dois elementos importantes. LEFEUVRE & BARNAUD (1988) precisam a dimensão espacial dos "ecossistemas": "défini comme tel, l'espace pris

en compte par l'écologie du paysage se place sensiblement au même niveau de perception écologique que celui du « secteur écologique », déterminado por BLONDEL (1995) e corresponde ao “district écogéographique” de Lebreton (1977 in BLONDEL, 1995), ou ao “secteur fonctionnel” de Amoros (1987 in BLONDEL, 1995). Para BLANDIN & LAMOTTE (1985), “l'important est de considérer des espaces individualisés par un ensemble original d'interactions entre écosystèmes. Quelles que soient les raisons retenues pour les délimiter, il nous paraît commode de désigner ces systèmes d'écosystèmes par un même vocable, pour lequel nous proposons le terme d'écocomplexe. Il évoque la nature écologique — c'est-à-dire spatial, temporel et relationnel — de ces assemblages d'écosystèmes qui représentent, à l'échelle des territoires, un niveau d'intégration supérieur”. Assim, os termos de ecocomplexe e de geossistema parecem extremamente próximos. A ecologia da paisagem aparece como a abordagem mais pertinente para transferir, ao domínio da aplicação, os conhecimentos necessários para a avaliação dos riscos ecológicos aos estudos de impacto dos planejamentos e a restauração dos sistemas “naturais” degradados. LEFEUVRE & BARNAUD (1988) mostram que “c'est en fait le courant de pensée qui supporte le mieux l'idée de développement durable (sustainable use) et de gestion écologique du territoire (...) comme étant l'ensemble des mesures qui favoriseraient le maintien d'une diversité des communautés d'êtres vivants et garantissaient une productivité globale élevée obtenue au meilleur coût énergétique, tout en satisfaisant au moindre coût économique les besoins sociaux, culturels et esthétiques diversifiés de la société”.

ECOLOGIA DA PAISAGEM E BIOGEOGRAFIA

A análise das “paisagens” não é uma tarefa fácil por numerosas razões, o termo “paisagem” já se presta a confusão e por isso preferimos o termo ecocomplexe. Este evita as ambigüidades da palavra “paisagem”, pois ele designa uma categoria de sistemas ecológicos considerados sem nenhuma referência aos fenômenos da percepção (paisagem “vívda” e “percebida”).

O conceito de ecocomplexo evita também uma limitação ligada a definição de paisagem proposta por FORMAN & GODRON (1986). A primeira limitação é a associação da paisagem aos espaços continentais enquanto é possível empregar a definição de ecocomplexo para descrever os espaços marinhos. No entanto, a análise de uma paisagem pelos métodos da ecologia traz problemas. TRICART (1979b; 1979c; 1982) e WIEBER (1981) já haviam levantado a questão para saber se a análise da paisagem seria da competência da geografia ou da ecologia. Na verdade, tudo depende do nível escalar do estudo, imposto pelo próprio meio. Para os estudos biogeográficos, as análises se dirigem às grandes, ou muito grande, escalas. Os métodos de intervenção e de análise serão, portanto, próximos aos utilizados pela ecologia da paisagem e descritos teoricamente em FORMAN (*et al.*, 1986), LEFEUVRE (*et al.*, 1988), NAVEH (*et al.*, 1994) e BUREL (*et al.*, 1999).

Há pouco tempo, a ecologia da paisagem é empregada na França para ressaltar as estruturas espaciais que organizam as biogeocenoses continentais, essencialmente as dos pequenos bosques (*bocages*) na Bretanha (BAUDRY, 1992; BUREL *et al.*, 1989). Um certo número de estruturas elementares que organizam o espaço podem ser realçadas através desta análise que BEROUTCHAVILI (*et al.*, 1978) haviam sugerido. Resta ainda, encontrar os indicadores biológicos que permitam realizar este estudo.

O nível escalar do estudo é o da “paisagem” no sentido ecológico do termo (BUREL *et al.*, 1989). ROUGERIE & BEROUTCHAVILI (1991) assinalam que este nível pode ser definido pelo “*l'étude du paysage (...) s'effectue de niveau en niveau, sur une base écosystémique, le paysage correspondant pour l'auteur (DANSEREAU, 1972) à une mosaïque d'écosystèmes, chacun à un niveau propre d'équilibre. Elle aboutit à la construction de 'blocs dynamiques', intégrant couvert végétal, topographie et conditions édaphiques. Ces documents servent à déterminer sectoriellement les 'potentiels' des unités paysagiques; l'extension des résultats à l'ensemble du paysage s'effectue ensuite par traitements cartographiques, qui permettent*

de détecter les interrelations spatiales et de définir les 'valences' du paysage total". A paisagem, que aqui equivale ao ecocomplexo (BLANDIN *et al.*, 1988), é estruturalmente heterogênea e é, justamente, esta heterogeneidade que é necessário ressaltar. Aliás, Risser *et al.* (1984 in LEFEUVRE/BARNAUD, 1988) testaram o potencial da ecologia da paisagem em questões fundamentais a respeito do desenvolvimento, da conservação e dos efeitos da heterogeneidade temporal e espacial. É possível analisar por este método:

- As relações entre heterogeneidade e fluxos de organismos, de matéria, de energia, através da constatação que um grande número de espécies utilizam diferentes ecossistemas para completar seu ciclo vital.
- O conhecimento dos processos formadores, ao mesmo tempo históricos e atuais, dos ecocomplexos observados.
- As relações entre o estudo das perturbações e da heterogeneidade da paisagem; quanto mais complexo é o mosaico, maior o impacto das perturbações sobre uma espécie, e são multiplicadas as possibilidades de uma recolonização por migração, em seguida de uma extinção (metapopulações).
- A gestão de espaços "naturais", que é geralmente feita de maneira empírica em vários domínios.

A escolha da escala de análise é crucial como já assinalou OPDAM (1984). Com efeito, para os espaços continentais, a distribuição da fauna e da flora e do meio abiótico raramente correspondem, como ressaltam LEFEUVRE & BARNAUD (1988), e ainda menos para os espaços submarinos. Os componentes do ecótopo são, portanto, examinados separadamente e suas combinações posteriores são, freqüentemente, impossíveis de realizar. Estas contradições devem ser levadas em conta no início do estudo. Ainda não são resolvidas as questões de estrutura das populações (metapopulações) em função das estruturas do espaço (heterogeneidade espacial). Para cada espécie, existe uma heterogeneidade ótima da paisa-

gem que contrabalança os aspectos positivos e negativos da fragmentação. Mais LEGAY & DEBOUZIE (1985) assinalam que “*en plus des difficultés conceptuelles, la détection des structures spatiales se heurte à des problèmes méthodologiques: quel protocole expérimental faut-il utiliser et comment traiter les données recueillies? Les deux questions sont évidemment liées, mais il faut reconnaître que l’absence d’outils statistiques adaptés et performants a longtemps freiné et même inhibé l’emploi de certaines techniques d’échantillonnages*”.

OS ELEMENTOS E A ESTRUTURA DAS PAISAGENS

A estrutura espacial da paisagem é o arranjo dos elementos que a constitui. A descrição desta estrutura é pertinente na análise geoecológica, pois ela evolui de maneira espaço-temporal, e facilita ou inibe numerosos fenômenos ecológicos (TURNER/GARDNER, 1991). Esta descrição não é suficiente, é interessante também quantificar para medir seu grau de diversificação, de complexidade. A quantificação das formas e da heterogeneidade espacial utiliza um certo número de indícios baseados na teoria da informação e na medida da dimensão fractal (BAUDRY *et al.*, 1982). A heterogeneidade das paisagens está ligada a diversidade das estruturas horizontais e verticais que se sucedem. Esta heterogeneidade caracteriza mais precisamente um ecocomplexo que está marcado por uma estrutura horizontal complexa, e pela interatividade que resulta da interdependência de diversos elementos maiores. Ela quantifica o meio, composto de elementos de tipos diferentes e talvez de várias naturezas. A heterogeneidade estrutural intrínseca do meio é a mais facilmente identificada. A heterogeneidade funcional corresponde às entidades ecológicas (indivíduos, espécies, população) que a percebem e a respondem. Para um dado habitat, existe, portanto, diferentes tipos de heterogeneidade. A heterogeneidade pode ser considerada de um ponto de vista espacial, temporal, ou uma combinação dos dois. Numerosos fatores a influenciam, são eles: o número de tipos de unidades ecológicas presentes, o número de fragmentos de cada tipo, a superfície relativa ocupada por cada tipo e o perímetro de

cada fragmento. O problema da medida da heterogeneidade pode ser resolvido pelo método dos quadrados (FRONTIER, 1983). Atualmente, novos métodos foram aprimorados, como por exemplo, a análise fractal, a teoria da hierarquia ou a teoria do caos, que tendem a se tornar novos reveladores da heterogeneidade dos meios e de sua significação ecológica (FRONTIER *et al.*, 1993; BUREL *et al.*, 1999).

Escalas e Paisagens

O estudo da paisagem está ligado à variação e à sucessão de escala (WIENS, 1989). Vários aspectos podem ser caracterizados na abordagem das escalas e das hierarquias ; alguns deles são de ordem da observação e do tratamento de dados (dependência de escala), outros de ordem funcional (organização hierárquica), e, outros ainda, de ordem operacional (transferência de escala) (BAUDRY, 1992). A escala é um indicador da dimensão do espaço considerado, e assim podemos estabelecer as escalas de observação dos fenômenos. A estrutura hierárquica do espaço foi evidenciada por BUREL (*et al.*, 1989). Porém, não insistimos suficientemente na importância da escala de percepção da paisagem. Segundo a escala empregada, uma paisagem micro-heterogênea pode ser percebida como homogênea, uma paisagem macro-heterogênea como heterogênea e, inversamente se mudamos de escala. O reconhecimento da importância das escalas espaço-temporais para o controle e a percepção dos fenômenos ecológicos faz com que a utilização dos conceitos, como a hierarquia, o nível de organização, o nível de observação e a dependência da escala, tenham se tornado fundamentais.

A necessidade de considerar um sistema ecológico de um nível superior àquele do ecossistema é evidente quando se trata de cartografar e de analisar as paisagens.

A Dimensão Fractal da Paisagem

A análise espacial da paisagem e os problemas de escala que estão ligados levam os pesquisadores a se interessar pela noção de fractal. Os objetos fractais se caracterizam por uma repetitividade de formas em quaisquer escalas. Os organismos ocupam um meio (superfície e volume) em manchas (*patches*), chamamos este fenômeno de repetição agregativa ou sobredispersão (*patchiness*). Estas manchas são hierarquizadas (encaixadas): manchas de tamanhos menores que são agrupadas em conjuntos (de manchas semelhantes); tais conjuntos são, eles também, reagrupados. Toda mancha é constituída de sub-manchas mais densas que são, elas também, heterogêneas e assim por diante. Este tipo de geometria é uma particularidade chamada de homotetia interna ou invariabilidade de escala, significando que toda parte do conjunto é um modelo reduzido do todo.

A análise da paisagem evidencia as escalas de observações onde a dimensão fractal muda rapidamente, ou mesmo bruscamente; em tais discontinuidades existe um significado funcional (FRONTIER *et al.*, 1993). Estas rupturas de escala encontradas nos ecossistemas, revelando um conjunto de geometria sucessiva, provam a existência de uma hierarquia das estruturas e dos funcionamentos. Quando a dimensão fractal varia bruscamente, passamos objetivamente de um nível de organização a outro. Mas as realidades geográficas fractais, no significado de MANDELBROT (1982), são freqüentemente muito reduzidas ; quais sejam a escala e as variações efetuadas a organização fractal da paisagem é perturbada pela variabilidade das disposições geomorfológicas e do caráter aleatório dos fenômenos de origem antrópica. Assim, a maioria das análises fractais não procuram uma geometria fractal visível mas, de preferência, um instrumento matemático que permita comparar objetos complexos.

Definição dos Elementos Estruturais

Uma paisagem se apresenta sob a forma de um mosaico complexo de elementos de formas e de materiais diversos, mais ou menos ligados entre

eles por redes. O conjunto destes elementos confere à uma paisagem sua estrutura espacial. É necessário, portanto, recensear estes elementos.

O elemento mais extenso e mais conectado da paisagem que constitui de alguma maneira sua fisionomia, possui o nome de matriz (*matrix*). Esta pode ser homogênea ou heterogênea e pode ser constituída por um elemento de tamanho grande ou por elementos interconectados.

Sobre esta matriz são dispostos os elementos pontuais, as manchas (*patch*). Estas manchas podem ser relíquias de antigas matrizes, existir por perturbações, ou ainda por ações antrópicas voluntárias. Estas manchas sobrevivem, mais ou menos tempo, segundo a intensidade da permanência das perturbações que as constituíram. Entre as manchas, alguns ecólogos como LEMEE (1967), distinguem os enclaves de pequenas superfícies, da ordem de alguns metros a algumas dezenas de metros quadrados, que como pequenas ilhotas dotadas de um « ambiente » original, constituem entidades ecológicas distintas. Em uma ilhota, a presença de espécies do interior está relacionada em função da superfície interna desta ilhota, a presença das espécies de borda em função do perímetro da ilhota, e a presença das espécies ubíquas em função da superfície total da ilhota.

Os corredores (*corridor*) são elementos lineares da paisagem; através deles ligam-se as manchas e irrigam as matrizes. Eles são essenciais ao bom funcionamento dos ecossistemas, pois eles transferem o essencial dos fluxos de energia e matéria. Pesquisá-los é, portanto, fundamental. Existem vários tipos que se diferenciam pela sua largura e pelo seu papel, os “*line corridors*” são estreitos e não permitem a dispersão das espécies internas dos ecossistemas, mas unicamente aquelas espécies de borda; os “*strip corridor*”, mais largos, permitem a preservação da fauna interna dos ecossistemas. O conceito de conectividade espacial (*connectedness*) é, assim, relativo a disposição e ao número de ligações e de conexões que existem entre as diversas ilhotas, de uma paisagem, inseridas na matriz. A conectividade espacial não é sempre necessária ao movimento das espécies. Estes corredores, considerados do ponto de vista funcional, podem assegurar papéis importantes de circulação de energia e de espécies. Mas os

corredores podem se comportar também como membranas, mais ou menos permeáveis, e constituir barreiras e filtros para elementos exteriores. Os corredores podem formar as redes (*networks*), na interseção destes encontraremos os nós (*knots*), que abrigam um número importante de espécies diretamente associadas a este espaço característico.

A idéia de base da ecologia da paisagem é que as estruturas da paisagem regular e controlam numerosos funcionamentos ecológicos. As análises são, portanto, orientadas em direção à estrutura do espaço, condicionando a repartição das espécies encontradas a fim de avaliar as conseqüências da fragmentação atual e progressiva dos habitats naturais sobre as populações de animais e vegetais. As manchas são assimiladas às ilhotas mais ou menos isoladas no meio de uma matriz. É necessário, portanto, definir a superfície a ser respeitada, para que uma mancha possa conservar a vida da população de uma dada espécie.

Estes dados são importantes no quadro de uma política de áreas protegidas. Ao mesmo tempo, nos esforçaremos para compreender como a rede de corredores, que assegura a junção entre as diferentes manchas de uma paisagem, favorece a circulação de espécies e, portanto, sua sobrevivência. Os corredores quando são ligados entre eles, constituem biótopos e a riqueza em espécies destas zonas será em função do comprimento total da rede.

As trocas permanentes entre os diversos ecossistemas de uma paisagem fazem com que as modificações de um biótopo se repercutam em direção aos meios vizinhos, este é o conceito da “*solidarité écologique des biotopes*” (NAVEH *et al.*, 1994; OPDAM, 1984). Este fenômeno deve ser considerado na manutenção das zonas protegidas que podem ser afetadas por operações realizadas longe dos seus limites. As interseções dos corredores (os nós) são lugares privilegiados para o desenvolvimento das espécies. Esta rede conectada assegura, aliás, uma excelente regulação dos fluxos de energias e de matérias.

O Principal Papel dos Ecótonos

Duas biocenoses adjacentes podem se fundir parcialmente uma na outra, sem que haja entre elas limites bem definidos, falamos então de continuum. As noções de ecossistema e de biocenoses foram contestadas e procuramos raciocinar, sobretudo, no termo de continuum, onde diferentes fatores variam de maneira independente. Pressupomos que as diferentes espécies em co-habitação reagem independentemente umas das outras, cada uma satisfazendo suas exigências ecológicas próprias. Flora e fauna seriam a resultante de dois fatores: do azar e de suas reações frente as flutuações do meio ambiente; assim, o povoamento é uma provável coincidência mas que permanece, entretanto, aleatório.

Dois ecossistemas vizinhos podem ser separados por uma clara zona de transição, de uma extensão modesta, mas que terá suas próprias características e conterá espécies que lhe são particulares, falamos de ecótono. A riqueza de espécies deste espaço particular é um fenômeno que chamamos “efeito de borda” (*edge effect*). O termo ecótono é aplicado as zonas de transição de largura reduzida.

É necessário interessar-se particularmente por esta zona, pois é um meio rico, de grande diversidade biológica que contém espécies representando duas comunidades adjacentes e espécies originais que lhe são próprias; é um lugar privilegiado de trocas na paisagem e, multiplicando os ecótonos, contribuiremos para o aumento da biodiversidade de uma paisagem. Os ecótonos são freqüentemente mais ricos em espécies e em indivíduos, contendo espécies de borda, que os meios por eles separados.

O meio natural é um continuum apresentando modificações lentas e independentes de cada um de seus fatores, e a noção de indivíduo de associação flora-faunística é substituída pelos estados de equilíbrio, mais ou menos extensos, passando, mais ou menos rapidamente, para outros estados de equilíbrio.

Os adeptos do continuum aceitam distinguir unidades de povoamento e reconhecem as comodidades destas unidades em cartografia, o que não prova sua existência. Os partidários das biocenoses, consideram que estas transições possuem um papel secundário, sem equivalentes com aquelas das biocenoses-tipo. Uma terceira posição considera que o meio natural é ocupado por um mosaico de biocenoses e que isto não implica, necessariamente, a existência de descontinuidades fundamentais entre estas biocenoses. Estas se interpenetram, mais ou menos profundamente, ao longo de suas zonas de contato cuja importância é mais ou menos variável.

CONCLUSÃO

O estudo da paisagem no sentido ecológico do termo (ecocomplexo) não está, portanto, ligado a uma disciplina em particular, ao contrário, implica uma forte interdisciplinaridade seja qual for o tipo de « paisagem ». As abordagens podem ser setoriais, mas neste caso, elas não responderão completamente às questões que podemos levantar em relação ao funcionamento da paisagem. O conceito de geossistema e a utilização da ecologia da paisagem permitem estudos integrados do meio natural. A colaboração entre geógrafos e ecólogos só pode ser fecunda em matéria de pesquisa e ensino. A abordagem deve ser, portanto, sistêmica, ou melhor geossistêmica, multiplicando as sucessões de escalas espaço-temporais. É um trabalho de “generalista da Natureza” que um geógrafo pode conduzir bem e que deve servir, no final, à uma melhor compreensão dos ecossistemas e ao estabelecimento eficaz de áreas protegidas. O momento não é mais para a clivagem entre geografia humana, ou social, e física mas por uma geografia global com ênfase na interface Natureza e Sociedade.

Bibliografia

- ACOT, P. *Histoire de l'écologie*. Paris: Presses Universitaires de France, 1988. 285p.
- BAILLY, A.; FERRAS, R. & PUMAIN, D. *Encyclopédie de géographie*. Paris: Economica, 1995. 1167p.
- BAUDRY, J. Approche spatiale des phénomènes écologiques : détection des effets d'échelles. In: AUGER, P.; BAUDRY, J. & FOURNIER, F. *Hierarchies et échelles en écologie*. Paris: Naturalia eds publ., 1992. p. 157-171.
- BAUDRY, J. & BUREL, F. La mesure de la diversité spatiale, relations avec la diversité spécifique. Utilisation dans les évaluations d'impact. In: *Oecologica Acta*. Paris, 3, p. 177-190, 1982.
- BEROUTCHAVILI, N. & BERTRAND, G. Le géosystème ou « système territorial naturel. In: *Revue Géographique des Pyrénées et du Sud-Ouest*. Toulouse, 49, 2, p. 181-198. 1978.
- BERTRAND, G. Construire la géographie physique. In: *Hérodote*, Paris, 26, p. 90-116, 1982.
- . Paysage et géographie physique globale, esquisse méthodologique. *Revue Géographique des Pyrénées et du Sud-Ouest*. Toulouse, 39, 3, p. 249-272, 1968.
- BLANDIN, P. Bio-indicateurs et diagnostic des systèmes écologiques. *Bulletin d'Ecologie*, Paris, 17, 4, 211-307. 1986.
- BLANDIN, P.; BARBAULT, R. & LECORDIER, C. Réflexion sur la notion d'écosystèmes : le concept de stratégie cénotique. *Bulletin d'Ecologie*, Paris, 7, p. 391-410. 1976.
- BLANDIN, P. & LAMOTTE, M. Recherche d'une entité écologique correspondant à l'étude des paysages : la notion d'éco-complexe. In: *Bulletin d'Ecologie*. Paris. 1988.

Jérôme Fournier

- BLANDIN, P. & LAMOTTE, M. Ecologie des systèmes et aménagement : fondements théoriques et principes méthodologiques. In: LAMOTTE, M. & BOURLIÈRE, F. *Fondements rationnels de l'aménagement du territoire*. Paris: Masson, 1985.
- BLONDEL, J. *Biogéographie, approche écologique et évolutive*. Paris: Masson, 1995. 295p.
- BRUNET, R. *Champs et contrechamps. Raisons de géographe*. Paris: Belin, Mappemonde, 1997. 319p.
- BRUNET, R.; FERRAS, R. & THERY, H. *Les mots de la géographie, dictionnaire critique*. Paris: Collection Dynamiques du territoire, Reclus, la Documentation Française, 1992. 470p.
- BUREL, F. & BAUDRY, J. *Ecologie du paysage. Concepts, méthodes et applications*. Paris: Ed. Tec & Doc Lavoisier, 1999. 359p.
- BUREL, F.; DECAMPS, H. & LEFEUVRE, J.C. Le paysage, un niveau d'étude des écosystèmes. In: *Gestion des systèmes écologiques*. Bordeaux: AFIE, 1989. p. 5-14.
- CHAMUSSY, H. Espace, que de brouillons on commet en ton nom. In: *Brouillon-Dupont*, Avignon, p. 1. 1976.
- DANSEREAU, P. Biogéographie dynamique du Québec. In: *Etudes sur la géographie du Canada*. Toronto: Presses universitaires de Toronto, 1972. p. 74-110.
- DELEAGE, J.P. *Une histoire de l'écologie*. Paris: Points sciences, La Découverte, 1991. 330p.
- DEMANGEOT, J. *Les milieux 'naturels' du globe*. Paris: Masson, 1998. 337p.
- DUVIGNEAU, P. *La synthèse écologique*. Paris: Doin, 1980. 280p.
- FORMAN, R. T. T. & GODRON, M. *Landscape ecology*. New-York: Wiley & Sons, 1986. 619p.
- FRONTIER, S. *Stratégies d'échantillonnage en écologie*. Paris: Masson, 1983. 494p.

- FRONTIER, S. & PICHOT-VIALE, D. *Ecosystèmes, structure, fonctionnement, évolution*. Paris: Masson, 1993. 447p.
- GEORGE, P. & VERGER, F. *Dictionnaire de la géographie*. Paris: PUF, 1996. 500p.
- ISACHENKO, A. G. Géotopologie et étude du paysage. In: *Izv. Vses. Geogr. Obscestva*, Moskva, 3, p. 161-173. 1972.
- KNAFOU, R. *L'état de la géographie. Autoscopie d'une science*. Paris: Mappemonde, Belin, 1997. 438p.
- LAMOTTE, M. & BLANDIN, P. Les domaines d'application de l'écologie. *Hérodote*, Paris, 26, p. 78-89. 1982.
- LEFEUVRE, J.C. & BARNAUD, G. Ecologie du paysage: mythe ou réalité? In: *Bulletin d'Ecologie*. Paris, 19, 4, p.493-522. 1988.
- LEGAY, J.M. & DEBOUZIE, D. *Introduction à une biologie des populations*. Paris: Masson, 1985. 149p.
- LEMEE, G. *Précis de biogéographie*. Paris: Masson, 1967. 300p.
- MAC ARTHUR, R. & WILSON, E.O. *The theory of island biogeography*. Princeton: University Press, 1967. 203p.
- MANDELBROT, B. *The fractal geometry of nature*. New-York: Freeman and Co, 1982. 468p.
- NAVEH, Z. & LIEBERMAN, A.S. *Landscape ecology. Theory and application*. Berlin: Springer-Verlag, 1994. 360p.
- OPDAM, P. Populations in fragmented landscape: a review. In «*Connectivity in landscape ecology*». II International Seminar of International Association for Landscape Ecology, Munster, 1984. Summary.
- PINCHEMEL, P. & PINCHEMEL, G. *La face de la Terre*. Paris: Armand Colin, 1988. 519 p.
- ROUGERIE, G. & BEROUTCHAVILI, N. *Géosystèmes et paysages: bilan et méthodes*. Paris : Armand Colin, 1991. 301p.

Jérôme Fournier

- SCHEIBLING, J. *Qu'est-ce que la Géographie?* Paris: Carré géographie. Hachette supérieur, 1994. 199p.
- SOCHAVA, V.B. Définition de quelques notions et termes de géographie physique. In: *Dokl. Inst. Geogr. Sibérie et Extrême-Orient*. Irkoutsk, 3, p. 94-117. 1963.
- TRICART, J. Géographie/Ecologie. In: *Hérodote*, Paris, 26, p. 47-66. 1982.
- . L'analyse de système et l'étude intégrée du milieu naturel. In: *Annales de Géographie*. Paris, 490, p. 705-714. 1979a.
- . Paysage et écologie. In: *Revue de Géomorphologie Dynamique*. Paris, 3, p. 81-85. 1979b.
- . Paysages, écologie et approche systémique. In: *Bulletin de la Société de Géographie de France*. Paris, 465, p. 377-382. 1979c.
- TURNER, M.G. & GARDNER, R.H. *Quantitative methods in landscape ecology*. New York: Springer-Verlag, 1991. 536p.
- WIEBER, J.C. Etude du paysage et (ou ?) analyse écologique. In: *Travaux de l'Institut de Géographie*. Reims. 45-46 ; p. 13-23. 1981.
- WIENS, J.A. Spatial scaling in ecology. *Functional ecology*. New York, 3, p. 385-397. 1989.