



Conceito de Paisagem numa Perspectiva Geossistêmica

Vinicius da Silva SEABRA¹; Raul Sánchez VICENS²; Carla Bernadete Madureira CRUZ³

¹UERJ-FFP - Prof. Adjunto Depto. Geografia. vinigeobr@yahoo.com.br

²UFF - Prof. Adjunto Depto. Geografia -

³UFRJ - Profa. Adjunta Depto. Geografia. carlamad@gmail.com

Resumo

O presente trabalho tem como objetivo principal apresentar uma reflexão sobre o conceito de paisagem dentro de uma perspectiva geossistêmica, resgatando principalmente as teorias discutidas pelas escolas russo-soviética e alemã de Geocologia da Paisagem, que teve como principais precursores Passarge (1919); Solntsev (1948); Troll (1950); Riábchicov (1976) e Sotchava (1978). Serão ainda conceituadas as diferentes propriedades dos geossistemas, que dentro da abordagem utilizada, são consideradas as propriedades que caracterizam e individualizam os geossistemas, representando seu comportamento diante de pressões que sofrem ou possam vir sofrer. Além disso serão discutidas as estruturas da paisagem segundo a proposta de Rodriguez (2007) e a importância da escala e outros conceitos espaciais para a análise geocológica. Cabe ressaltar que esta proposta está vinculada ao projeto de cooperação intergovernamental CAPES BRASIL/MÊS CUBA intitulada “Problemas ambientais e gestão ambiental de sistemas costeiros urbanizados através de uma análise conjunta comparativa em litorais da província cidade de Havana-Cuba e Região Norte Fluminense, RJ-Brasil.

Palavras-Chave: Paisagem, Geocologia, Geossistemas, Escala, Análise Ambiental.

Abstract

The present study has as main objective to present a reflection on the concept of landscape from a geosystems perspective, rescuing the theories discussed mainly by schools and German-Russian Soviet of Geocology Landscape that had as main precursors Passarge (1919); Solntsev (1948); Troll (1950); Riábchicov (1976) and Sotchava (1978). Will also be respected the different properties of geosystems, that within the approach used, are considered the properties that characterize and individualise the geosystems, representing his behavior before or pressures that might suffer. Furthermore we discuss the structures of the landscape as proposed by Rodriguez (2007) and the importance of scale and other spatial concepts for the geocology analysis. It should be noted that this proposal is linked to intergovernmental cooperation project CAPES BRASIL/MÊS CUBA entitled "Environmental problems and environmental management of coastal systems through an urbanized joint comparative analysis of the coastal province of Havana City, Cuba and North Fluminense, RJ-Brazil.

Keywords: Landscape, Geocology, Geosystems, Scale, Environmental Analysis

Evolução do Conceito de Paisagem

A Geografia configura-se como a ciência do espaço, ou espacial, preocupando-se essencialmente como o estudo da ocorrência e distribuição de feições, fenômenos e processos na superfície terrestre. Explicar as razões que condicionam a localização espacial de objetos e eventos na esfera terrestre é um dos principais objetivos da Geografia, que desta maneira assume a responsabilidade de apresentar a razão lógica para a ocorrência dos elementos que compõem a superfície do planeta, suas inter-relações, e sua organização no espaço (GOMES, 1997).

Neste sentido, podemos afirmar que o termo “paisagem” assume uma considerável importância dentro da análise espacial, constituindo-se como um conceito fundamental da Geografia. Significa afirmar que o estudo da paisagem configura-se, em sua essência, em um estudo genuinamente geográfico, possuindo um papel relevante para a evolução desta ciência.

Segundo Rodriguez *et al.* (2007) o estudo da paisagem tem início no século XIX, já que as obras de Humboldt e Dokuchaev serviram de inspiração para diversos estudos geográficos desenvolvidos posteriormente, servindo como referenciais teóricos, principalmente, para a escola russo-soviética e alemã. Estas escolas concebiam a paisagem como um complexo natural integral formada por diferentes elementos bióticos e abióticos presentes na biosfera terrestre, e tiveram como



importantes precursores autores como: Passarge (1919); Solntsev (1948); Troll (1950); Riábchicov (1976); Sotchava (1978); dentre outros.

Dentro desta concepção, as paisagens podem ser consideradas como produto da interação entre seus elementos naturais formadores e suas permanentes modificações condicionadas, ou não, pelas intervenções do homem. Riábchicov (1976), por exemplo, aponta que a tarefa da Geografia é o estudo das paisagens naturais da superfície terrestre, considerando: suas leis zonais e condições geoestruturais de surgimento; seu desenvolvimento; sua ciclagem de substâncias e energia; e por fim, as intervenções do homem nesta paisagem (paisagem antroponatural). O autor aponta ainda que a diversidade de paisagens depende essencialmente das interações entre: calor e umidade; as peculiaridades das morfoestruturas e litologias do terreno; assim como a crescente influência do homem na paisagem. Significa afirmar que esta diversidade está estreitamente relacionada com a história de desenvolvimento da esfera geográfica em seu conjunto, e de suas distintas partes e componentes (RIÁBCHICOV, 1976).

Baseando-se nas ideias de Troll (1950), que propôs a criação da Geocologia da Paisagem como uma ciência que se basearia no estudo dos aspectos espaço-funcionais dos elementos que compõem e interagem na superfície terrestre, Sotchava (1978) aponta como necessária a integração da perspectiva espacial (geográfica) e funcional (ecológica) para compreensão da dinâmica dos processos que ocorrem no planeta. Para realização desta tarefa, Sotchava (1978) acabou incorporando o conceito de geossistemas dentro da análise da paisagem. Suas ideias fundamentaram a Escola Siberiana de Paisagem, que defendia a possibilidade de estudarmos a paisagem dentro de uma concepção geossistêmica, permitindo a interpretação da mesma em seu todo sistêmico e, ainda, tornando possível a compreensão de suas funções, inter-relações, distribuições, formações, estruturas e funcionamentos.

Segundo Ross (2006) a escola russo-soviético, através de Sotchava (1978), conceituava os geossistemas como sistemas dinâmicos abertos e hierarquicamente organizados. Para compreensão destes sistemas em seus diferentes níveis hierárquicos, torna-se necessária a representação cartográfica em diferentes escalas (multiescalaridade) exigindo ainda análises geográficas também em diferentes escalas e categorias (níveis de complexidade). Desta maneira estabeleceram-se como categorias de geossistema: os geômeros, que definem classes de geossistemas como estruturas homogêneas; e os geócoros que definem classes de geossistemas como estruturas heterogêneas. Estas unidades se dividem ainda em três níveis taxonômicos, segundo sua escala de investigação, em: nível topológico, nível regional e nível planetário.

Segundo Rodriguez (2004; 2007) as escolas francesa e anglo-saxônica têm a gênese do conceito de paisagem baseada nas concepções de Sauer e Vidal de La Blanche, que concebiam a paisagem como um espaço social, ou uma entidade perceptiva. A paisagem natural se traduzia acima de tudo como uma visão fragmentada dos componentes naturais. Casseti (2005) aponta que um dos maiores expoentes desta corrente, o geógrafo francês Jean Tricart (1977), resgata a discussão realizada por Deffontaine (1973), afirmando que “*a paisagem é uma porção do espaço perceptível a um observador onde se inscreve uma combinação de fatos visíveis e de ações das quais, num dado momento, só percebemos o resultado global*”.

Divergindo da proposição anterior, Ross (2006), em *EcoGeografia do Brasil*, afirma que os pesquisadores franceses Tricart e Bertrand, tiveram sua inspiração nas obras e concepções geocológicas de Troll para desenvolverem suas próprias proposições teórico-metodológicas. Ross (2006) ainda destaca que a concepção de geossistema chega ao Brasil quando a obra original francesa de Bertrand (1968), *Paysage et géographie physique globale: esquisse méthodologique*, é traduzida para o português em 1971.

Seguindo esta discussão, é importante destacar que Bertrand (1971) enfatiza que a paisagem não é uma simples adição de elementos geográficos disparatados. Ela compreende determinada porção do espaço resultante 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. O autor afirma ainda que a definição de uma determinada unidade de paisagem é constituída em função da escala de tratamento das informações. Desta maneira, Bertrand (1971) aponta que a classificação das paisagens terrestres deve ser elaborada a partir de



níveis taxonômicos espaço-temporais: zona, domínio, região como unidades superiores; e como unidades inferiores, teríamos: geossistema; geofáceis e geótopo.

Portanto, nos anos 70, ainda que em diferentes concepções, e sobre forte questionamento da Geografia Crítica (que focou suas interpretações geográficas priorizando o conceito de espaço, em detrimento da concepção de paisagem), os estudos de paisagem dentro de uma perspectiva geossistêmica seguiram como uma importante ferramenta para uma investigação geográfica integrada e funcional, em diferentes escolas de todo o mundo. Christofolletti (1998), por exemplo, baseava-se na concepção de que a paisagem se configura no conceito chave da Geografia que possibilita a compreensão do espaço como um sistema ambiental, físico e socioeconômico, com estruturação, funcionamento e dinâmica dos elementos físicos, biogeográficos, sociais e econômicos.

Turner *et al.* (2001) destacam que as paisagens são definidas como formações caracterizadas pela estrutura e heterogeneidade na composição dos elementos que a integram (componentes geocológicos); pelas múltiplas relações, tanto internas como externas; pela variação dos estados e pela diversidade hierárquica, tipológica e individual. Ainda segundo o autor, a Ecologia de Paisagem analisa a interação entre os padrões espaciais e os processos ecológicos existentes; ou seja, as diferenciações existentes da superfície geográfica ocorrem na forma dos sistemas naturais espaciais complexos (as paisagens), que se formam no processo de seu desenvolvimento, e que se manifestam ininterruptamente pela influência dos fatores naturais e antropogênicos. Sendo assim, os estudos que envolvem a Ecologia da Paisagem podem fornecer subsídios necessários para uma melhor caracterização ambiental, já que se baseiam na premissa de que os padrões dos elementos da paisagem influenciam significativamente os processos ecológicos. Assim, a capacidade de quantificar a estrutura da paisagem torna-se um pré-requisito para o estudo da função e mudança da mesma.

É de considerável importância demarcarmos conceitualmente bem a diferença entre a Ecologia da Paisagem e a Geoecologia da Paisagem. A Ecologia é fundamentada na noção de ecossistema, dirigindo sua atenção maior aos seres vivos, organismos biológicos, que são o centro do sistema. Porém, a necessidade de analisar os resultados das investigações espaciais, dentro de uma perspectiva territorial, fez com que a Ecologia incorporasse à sua base conceitual o componente espacial, fazendo uso do conceito de paisagem a partir deste momento (RODRIGUEZ, 2007). Assim, surge a Ecologia da Paisagem, que se dedica ao estudo das relações entre os organismos vivos e os fatores ambientais presentes no espaço, e entorno, de onde ocorrem estas relações.

A partir dos anos 60, como já foi mencionado anteriormente, Sotchava (1978) propõe ir além, considerando a integração entre a dimensão espacial e a funcional para a compreensão da dinâmica da paisagem, fundando neste momento a Escola Siberiana e a escola européia-oriental da Paisagem. A análise complexa dos elementos que compõem o espaço geográfico, e de suas interações e funções ecológicas, dão origem à Geoecologia da Paisagem.

Para Pereira *et al.* (2001), a Ecologia da Paisagem baseia-se na premissa de que os padrões dos elementos da paisagem influenciam significativamente os processos ecológicos. Assim, a capacidade de quantificar a estrutura da paisagem é um pré-requisito para o estudo de sua função e mudança. Buscando uma relação entre os estudos geocológicos e as novas geotecnologias, Frohn (1998) afirma que os indicadores da paisagem são empregados para gerar dados quantitativos de padrões espaciais, relativos a áreas, observados em um mapa ou imagem de sensoriamento remoto. Podemos observar um mapa ou imagem e notar a existência de diversos padrões, que variam segundo a sua escala, ou resolução, de representação.

Segundo Rodriguez (2004) a paisagem é um sistema espaço-temporal, uma organização espacial complexa e aberta formada pela interação entre componentes ou elementos físicos (estrutura geológica, relevo, clima, solos, águas superficiais e subterrâneas, vegetação e fauna) que podem em diferentes graus, ser transformados ou modificados pelas atividades humanas. Sendo assim, o autor considera como o estudo da paisagem o conjunto de métodos e procedimentos técnicos e analíticos, que permitem conhecer e explicar as regularidades da estrutura e funcionamento das paisagens, estudar suas propriedades, e determinar os índices e os parâmetros sobre a dinâmica, a história do desenvolvimento, os estados, os processos de formação e transformação, assim como os aspectos relacionados com a autoregulação e integração das paisagens.



A partir destas reflexões é premissas, podemos considerar que as paisagens são formadas por diferentes fatores geocológicos, e definidas como formações complexas caracterizadas pela estrutura e heterogeneidade na composição destes elementos que a integram (seres vivos e não vivos); pelas múltiplas relações, tanto internas como externas; pela variação dos estados; e pela diversidade hierárquica, tipológica e individual. Devemos ainda considerar ainda as sucessivas transformações e intervenções efetuadas pelo componente antrópico, que agindo sobre estas paisagens, alteram seu estado e funcionamento.

Propriedades de um Geossistema

Geossistema é uma dimensão do espaço terrestre onde os diversos componentes naturais apresentam-se em conexões sistêmicas uns com os outros, possuindo uma integridade definida, interagindo com a esfera cósmica e com a sociedade humana (fig. 1). As propriedades de um geossistema são aquelas que os caracterizam, que os individualizam, e que representam seu comportamento diante de pressões que sofrem ou possam vir sofrer. As pressões exercidas sobre os geossistemas podem ser de origem externa ou interna, e sob estas pressões, os sistemas podem vir a sofrer mudanças, adquirindo novas propriedades, perdendo suas características iniciais (RODRIGUEZ, 2007).

Podemos considerar como propriedades de um geossistema os seguintes aspectos: 1- Gênese; 2- Funcionamento; 3- Estrutura; 4- Estado; 5- Estabilidade; 6- Autorregulação; 7- Capacidade Adaptativa; 8- Resistência; 9- Resiliência. A **gênese** da paisagem está relacionada aos processos e interações responsáveis pela formação da paisagem, ao longo do espaço e do tempo. Para compreender a gênese de uma paisagem torna-se importante, portanto, estudar não só os processos atuais, como também as principais mudanças ocorridas no seu passado.



Figura 1. Propriedades de um Geossistema

O **funcionamento** do geossistema constitui-se no cumprimento das funções, ações e trabalho de uma determinada paisagem. Neste processo ocorrem intercâmbios de substâncias e energia, decorrentes das interações existentes entre seus componentes e também do geossistema com o



exterior. A paisagem, como um geossistema em funcionamento, cria biomassa, solo, húmus, sais e etc. e também pode armazenar e conservar energia (RODRIGUEZ, 2007). Já a **estrutura** da paisagem representa a forma pelo qual os componentes do geossistema se organizam espacialmente, e em como, em razão desta espacialização, se dão suas inter-relações e interações com o meio exterior.

Segundo Beroutchachvili e Panareda (1977), a estrutura e o funcionamento do geossistema mudam ao longo do ano. Estas mudanças apresentam-se em uma sucessão de períodos mais ou menos curtos, durante os quais a estrutura e o funcionamento possuem características comuns. Podemos assim, definir o **estado** do geossistema como as características de estrutura e funcionamento da paisagem, em intervalos de tempo onde a energia exterior de entrada e de saída do geossistema sejam as mesmas. O estado de um determinado geossistema pode, por exemplo, se alterar da estação úmida para a estação seca, e retornar ao seu estado inicial na próxima estação úmida (estados de média duração). Ou estas mudanças podem ocorrer ao longo de um único dia, em áreas, por exemplo, sobre constante efeito da maré (estados de curta duração). Ou até mesmo situações em que as mudanças podem ocorrer ao longo de centenas de anos, como, por exemplo, aqueles sujeitos às mudanças geológicas ou climáticas.

No entanto, se alguma intervenção altera o funcionamento e a estrutura de um geossistema, provocando uma cadeia de mudanças que desarticule e debilite a integridade entre os seus componentes, podemos dizer que o seu estado foi perturbado, assim como a sua **estabilidade** foi comprometida. O sistema instável, ou sem estabilidade, é aquele que perdeu os seus mecanismos de autorregulação. Quando a **autorregulação** é afetada, as entradas e saídas do geossistema ocorrem desproporcionalmente, perdendo ainda a capacidade de retornar ao seu estado inicial no tempo previsto. Nesta situação, manifestam-se problemas ambientais de diferentes intensidades, e percebe-se ainda a incapacidade do sistema de cumprir plenamente os seus serviços ou funções ambientais (Fig. 2).



Figura 2. Estabilidade e desequilíbrio do sistema.



Tomemos como exemplo hipotético uma paisagem formada por um grande fragmento de floresta estacional decidual sub-montana. Seu funcionamento e estruturas são caracterizados por dois importantes momentos, que variam ao longo de todo ano. O primeiro momento ocorre no período de chuvas, em que podemos dizer que as espécies vegetais arbóreas possuem quase que todas as suas folhas, os níveis de evapotranspiração mantêm-se altos, a erosão dos solos é baixa, a umidade do ambiente é alta, etc. O segundo momento é caracterizado pela perda parcial das folhas, aumento (ainda que pequeno) dos níveis de erosão, menor evapotranspiração, menor umidade no ambiente, etc. As mudanças climáticas desta região condicionam estas alterações de estado, e o geossistema, a partir dos seus mecanismos de autorregulação (ex: perda das folhas), funciona nessa estrutura ao longo de todo ano.

No entanto, se por algum motivo esta floresta for desmatada, teremos a estabilidade da paisagem comprometida. Sem floresta, todos os aspectos podem mudar nos dois momentos, onde, por exemplo, a erosão pode aumentar e se tornar mais significativa no período úmido que no período seco. Aquela antiga paisagem que era uma importante fonte de água, que mantinha um determinado microclima, e que servia como habitat de inúmeras espécies, pode ter perdido todas as suas mais importantes funções ambientais (RODRIGUEZ, 2007).

Algumas outras intervenções, não tão expressivas como a do exemplo anterior, podem provocar mudanças que forcem o geossistema a buscar uma nova organização interna, ou uma readaptação àquele novo cenário ambiental. Se neste caso, o sistema conseguir manter algumas de suas importantes funções ambientais, podemos dizer que possui uma considerável **capacidade adaptativa**. A **resistência** de um geossistema é a capacidade do mesmo em absorver determinadas perturbações e permanecer inalterado, sem experimentar mudanças irreversíveis (fig. 3). Já a **resiliência**, ou tolerância, é a capacidade das paisagens de suportar impactos internos e externos, passando de um estado de estabilidade a outro (fig. 4). Perante uma perturbação, a resiliência permite que o geossistema conserve as relações estruturais internas, absorvendo as mudanças e flutuando dentro de certos limites para voltar a seu estado original. Quanto mais adaptada seja a paisagem às condições abióticas externas, maior será sua capacidade de responder às pressões desestabilizadoras (RODRIGUEZ, 2007).

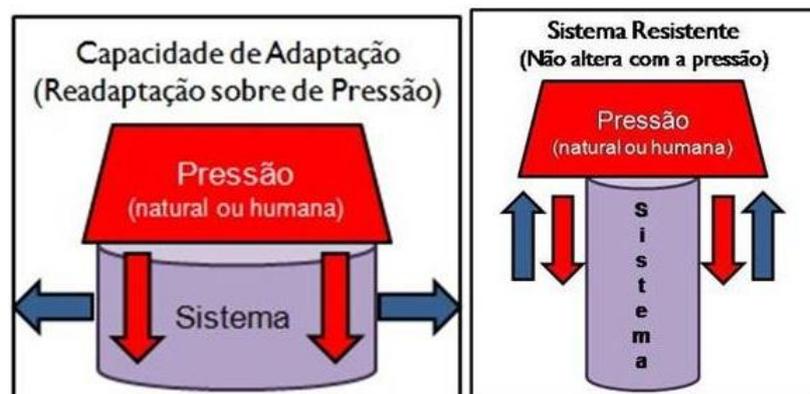


Figura 3. Capacidade adaptativa e resistência dos geossistemas.

Scarano e Esteves (1998) definiram resiliência como a rapidez com que as variáveis de um sistema retornam ao equilíbrio após um distúrbio, ou como a capacidade com que um ecossistema lida com flutuações internas provocadas por distúrbios naturais ou antrópicos. A resiliência é medida em quantidade de tempo, e quanto menos resiliente, mais frágil é o ecossistema. Desse modo, a velocidade de regeneração de uma floresta tropical dependerá da intensidade e do tipo de perturbação sofrida (fig. 4).

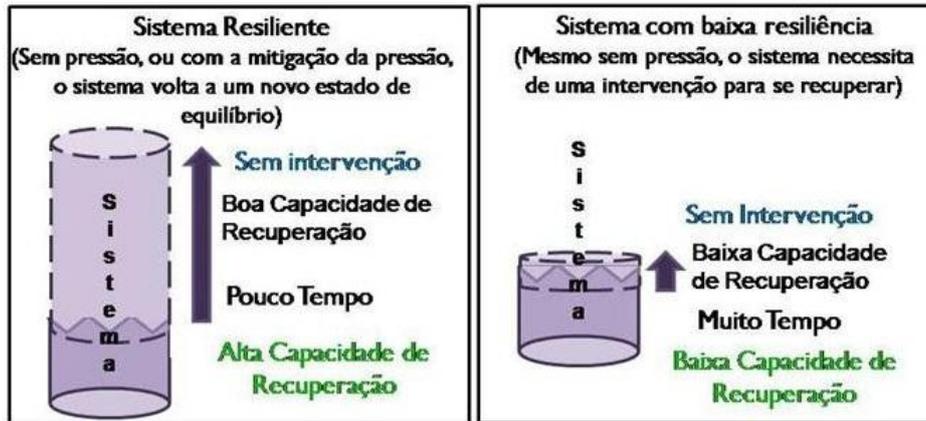


Figura 4. Resiliência dos geossistemas.

Seguindo estas concepções, podemos afirmar que quanto maior a resiliência de um sistema, maior será a sua capacidade de recuperação. Os sistemas com alta resiliência recuperam-se sem a necessidade de intervenções, desde que as pressões que afetaram seu equilíbrio sejam mitigadas e não ultrapassem seu limiar de estabilidade. Os sistemas que apresentam baixa resiliência necessitam de intervenções para se recuperar, mesmo depois da mitigação das pressões e perturbações que causaram seu desequilíbrio. Neste caso, o tempo para esta recuperação dependerá do nível de degradação (ou desequilíbrio) do sistema, e também da intensidade da intervenção (fig. 5).

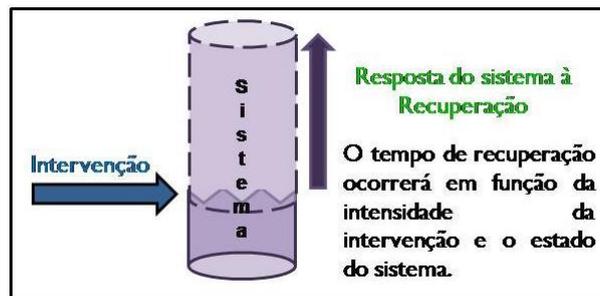


Figura 5. Alta Resiliência dos geossistemas.

Estruturas da Paisagem

De acordo com Rodriguez *et al.* (2004), a superfície geográfica é constituída por paisagens de diversas ordens, complexidades e tamanhos, que se agrupam nos níveis globais, regionais e locais. As paisagens de nível local têm em sua formação a relevância não somente das diferenciações antes encontradas nos níveis regional e global, mas também os resultados do autodesenvolvimento interno próprio dos geossistemas, ou seja, a interação complexa entre os diversos geocomponentes. As paisagens de nível regional abrangem desde continentes, até regiões geográficas. São geossistemas de estruturas complexas, interiormente heterogêneas, formadas pela associação, não só de unidades ou locais elementares, como também regionais (as diversas partes constituintes têm diferentes idades e estágios de desenvolvimento). Por fim, o nível global é representado por toda Biosfera Terrestre, ou seja, por todos os espaços do planeta Terra onde é possível a ocorrência de vida.

A estrutura vai além da composição dos elementos existentes no sistema, incorporando também as relações estabelecidas entre tais elementos. A estrutura espacial define a organização da distribuição dos componentes e formas presentes na paisagem buscando, portanto, as relações espaciais que explicam o arranjo dos objetos geográficos que a compõe. Este conhecimento pode ser útil para a avaliação quantitativa do grau de complexidade da estrutura paisagística para diversos estudos de natureza científica.



Segundo Rodriguez *et al.* (2004), a estrutura da paisagem, fundamentada no sistema de relações inferiores entre suas partes componentes, podem ser diferenciadas (qualificadas e quantificadas) a partir de sua organização horizontal (estrutura horizontal), por sua organização vertical (estrutura vertical), ou ainda a partir de sua estrutura vetorial. A análise da estrutura horizontal da paisagem dá uma atenção especial às suas particularidades geométricas (métricas), que são o conjunto de propriedades que incluem apenas as características geométricas dos elementos que formam a paisagem. Inclui-se nesta análise a composição da estrutura da paisagem (número e área de componentes e contornos); peculiaridades das formas do contorno (análise da forma dos contornos); peculiaridades da orientação dos contornos, peculiaridades da situação dos contornos, relações de posição e de contrastes (caráter de vizinhança, topologias).

A estrutura vertical da paisagem é formada pela composição e inter-relações entre os elementos e componentes da paisagem. O caráter das relações entre os componentes da paisagem pode ser caracterizado por medições da frequência de relações, analisada a partir de uma matriz de relações que indica a porcentagem de ocorrência para cada tipo de componente e as frequências de inter-relações entre estes componentes. Esta análise pode nos dizer, por exemplo, o tipo de relevo que condiciona a formação de um solo, e por consequência permite a fixação de um tipo de vegetação, ou ainda apontar os fatores limitantes, como uma formação litológica que impossibilita a formação de determinado tipo de solo, que limita a fixação de um determinado tipo de vegetação.

O componente atmosférico de uma paisagem, ainda que seja muito instável, pode ser determinado a partir de propriedades e associações particulares, caracterizados por seu microclima. Os elementos da hidrosfera (águas superficiais e subterrâneas, atmosféricas e do interior de solo), terão seu caráter de distribuição, acumulação, regime, circulação, composição química e outros fatores, dependentes das condições bióticas, sociais e físicas presentes no interior de cada paisagem. O solo de uma determinada paisagem é produto das interações existentes entre a litologia, relevo, clima, vegetação e fauna. O mesmo pode ser dito em relação à fauna e flora de outras áreas.

Rodriguez (1984) aponta ainda a existência de um terceiro tipo de estrutura da paisagem, denominada como estrutura funcional (vetorial). Esta estrutura consiste no intercâmbio (fluxos) de energia e substâncias que ocorre entre os diversos elementos que compõem esta paisagem, e desta paisagem com o exterior. São processos em que se cumprem funções, ações e determinado trabalho. A concepção da estrutura vetorial preocupa-se em descrever o funcionamento da paisagem. Nela podemos considerar, por exemplo, os fluxos hidrológicos, fluxos hidrogeológicos, a sucessão ecológica, e até mesmo as ações humanas voltadas para a preservação e/ou conservação do funcionamento do geossistema, como por exemplo, a criação de unidades de conservação.

Odum (1971) define a como sucessão ecológica, como um processo ordenado de desenvolvimento da comunidade que envolve alterações na estrutura específica e nos processos da comunidade com o tempo, sendo razoavelmente dirigido e, portanto, previsível. Além disso, este resulta da modificação do ambiente físico pela comunidade, isto é, a sucessão é controlada pela comunidade, embora o ambiente físico determine o padrão e o ritmo de alteração e imponha com frequência limites à possibilidade de desenvolvimento. Por fim, a sucessão culmina num ecossistema estabilizado, no qual são mantidos, por unidade de corrente e de energia disponível, a máxima biomassa (ou elevado conteúdo de informação) e a função simbiótica entre os organismos

É importante, portanto, compreender que as estruturas das paisagens dependem dos processos causadores das mudanças de seus componentes e também do tempo e história de formação da paisagem. À medida que estes complexos naturais (paisagens) se tornam mais antigos, e na medida em que é menor a influência dos processos antrópicos negativos em suas diferentes partes, mais complexas serão suas estruturas.

Na paisagem constantemente se acumulam e surgem novos elementos, novas combinações, que gradativamente conduzem à formação de novas paisagens ou a conversão de uma paisagem em outra. Naturalmente ocorre o processo de autodesenvolvimento, que se concebe de maneira relativamente lenta, e muitas vezes cíclica, geralmente provocada por fatores externos. As influências externas podem, não só desviar o desenvolvimento de uma paisagem em outra direção, como pode



provocar a completa transformação de todo complexo natural. Temos como exemplo os períodos glaciais, que cobriram extensas paisagens com enormes camadas de gelo.

Podemos afirmar, portanto, que as estruturas são móveis, em curso numa longa história, e dependente de diversos processos naturais. Os deslizamentos podem, por exemplo, alterar parcialmente ou destruir por completo a estrutura dos complexos naturais. Os furacões, inundações, erupções vulcânicas também podem provocar significativas mudanças na estrutura vertical de uma dada paisagem. A atividade humana pode alterar profundamente as características de uma paisagem em todas as suas estruturas. Estas intervenções ocorrem e causam alterações em todas as escalas (locais, regionais, globais) e em diversas intensidades. Sem dúvida, as mudanças mais visíveis ocorrem nas escalas locais, ou seja, nos níveis inferiores.

As mudanças graduais das paisagens são dificilmente compreendidas graças a ocorrência de diferentes alterações cíclicas, dando ao processo de desenvolvimento da paisagem um caráter repetitivo (reversível). No entanto, atualmente, a evolução natural das paisagens tem sido diretamente alterada, principalmente em função da influência das atividades humanas, e suas mudanças na ocupação e uso do espaço geográfico.

Escalas, resoluções, hierarquizações e análise da paisagem

Huggett (1995) destaca que múltiplos processos ocorrem nos geossistemas, em diferentes abrangências e temporalidades. Desta maneira, os estudos da paisagem devem utilizar diferentes abordagens, considerando a escala geográfica de análise, a escala cartográfica de representação, as diferentes resoluções de imagens e os diferentes níveis de organização das paisagens. Lang & Blaschke (2009) apontam como importantes para a operacionalização dos estudos em paisagem, tanto na sua delimitação como categorização, a consideração de aspectos relacionados à escala, resolução, precisão e agregação.

Bertrand (1971) destaca que a representação cartográfica das paisagens exige um inventário geográfico completo e relativamente detalhado. O autor destaca a importância da consideração das escalas temporais e espaciais para os estudos geográficos, correlacionando-as a distintas etapas de análise e diferentes processos de hierarquização da paisagem. Portanto, entende-se que é fundamental a discussão dos conceitos de: generalização; escala geográfica; escala cartográfica; escala temporal; resoluções; e hierarquizações, dentro de estudos voltados para a análise da paisagem.

A escala cartográfica, indicada nos mapas graficamente (escala gráfica) ou por números fracionados (escala numérica), é dada pela razão entre uma medida efetuada sobre o mapa e sua medida real na superfície terrestre. Significa portanto, que as medidas de comprimento e de áreas efetuadas no mapa terão representatividade direta sobre seus valores reais no terreno (PINA & CRUZ, 2000).

A visão humana é limitada pela identificação de representações lineares de aproximadamente 0,2mm. No entanto, os pontos serão somente perceptíveis se possuírem diâmetros iguais ou maiores a aproximadamente 0,2 mm de diâmetro. Com isso, adota-se o valor de 0,2mm como o menor detalhe percebido, ou seja, o menor objeto representável terá no mínimo este tamanho. Logo, a escolha da escala cartográfica deve, entre outras coisas, considerar as dimensões dos objetos que serão representados.

Escalas cartograficamente maiores representam um nível de detalhamento maior que em escalas menores, abrangendo, por sua vez, áreas menores da superfície terrestre. Reduzir uma escala significa aplicar o principal fator de generalização cartográfica. Isto implicará no estabelecimento de um nível de detalhamento da própria informação que estiver sendo representada. Com isso a informação poderá ser analisada segundo diferentes níveis de detalhamento, ocasionando distintas possibilidades de interpretações (MENEZES & COELHO NETTO, 1997).

Segundo Goodchild & Quattrochi (1997) o conceito de escala não se prende somente à idéia de abrangência (extensão geográfica) ou nível de detalhamento da representação (nível de resolução da informação geográfica), como também é contextualizada de outra forma pela Geografia (escala geográfica) e ainda em outras dimensões, como a que é tratada a escala temporal.



Em Geografia, e também para os estudos de paisagem, a escala é discutida como uma estratégia de apreensão da realidade, que define o campo empírico da pesquisa, ou seja, os fenômenos que dão sentido ao recorte espacial objetivado. Mesmo sendo passível de representação cartográfica, os níveis de abstração para a representação que confere visibilidade ao real são completamente diferentes da objetividade da representação gráfica (mapa) deste mesmo real, que pode ser o lugar, a região, o território nacional, o mundo (CASTRO, 2002).

Neste caso, a escala é também uma medida escolhida para melhor observar, dimensionar e mensurar o fenômeno. O que é visível no fenômeno e que possibilita sua mensuração, análise e explicação dependem da escala de observação, além da projeção e do *datum* da representação. Assim, a análise geográfica dos fenômenos requer objetivar os espaços na escala em que eles são percebidos. O fenômeno observado, articulado a uma determinada escala, ganha um sentido particular. Tão importante como saber que as coisas mudam com o tamanho, é saber exatamente o que mudou e como.

O surgimento de novas tecnologias relacionadas à aquisição e manipulação de dados e/ou informações geográficas, destacadamente os sistemas de informações geográficas (SIGs), o sensoriamento remoto (SR) em base orbital e o GPS (*Global Position System*), introduziram outras interpretações para o conceito de escala, envolvendo questões de multiescalaridade, resolução e generalização cartográfica, além de outros significativos incrementos em percepção de detalhes e abrangência.

Goodchild & Quattrochi (1997) destacam que os SIGs abriram a possibilidade de trabalharmos a paisagem dentro de uma perspectiva multiescalar, já que tornou possível a incorporação, manipulação e visualização de informações em diferentes escalas dentro de um mesmo banco de dados geográficos (BDGs). Menezes & Coelho Netto (1997) destacam que em relação a multiescalaridade, deve-se verificar o nível de alteração que cada base de informação deve sofrer para a criação de uma base única, compatível com todas as informações analisadas. A integração de dados em diferentes escalas sob essa base única acarretará em erros e perdas de informações de diferentes níveis, que gera a necessidade de conhecimento preciso do quanto se erra neste processo de compatibilização.

O uso de novos produtos de sensoriamento remoto, sobretudo os de base orbital, também gera interessantes discussões em torno do conceito de escala. Esta discussão inicia-se com as imagens produzidas pelos sensores existentes, que nos diversos satélites são caracterizadas por suas resoluções. A resolução espacial é definida pela capacidade do sensor em distinguir os objetos ou feições na superfície terrestre de acordo com seus tamanhos, ou seja, quanto menor o objeto que pode ser detectado na superfície, dizemos que melhor é a resolução espacial do sensor. Esta resolução é expressa em função do tamanho do *pixel* em unidades do terreno (INPE, 2006).

Deste forma, o conceito de resolução espacial se aproxima muito do conceito de escala cartográfica, apesar de seus significados serem diferentes. A capacidade apresentada pelo sensor¹ em detectar feições ou objetos na superfície terrestre impõe uma discussão sobre seus limites ou erros, no que se refere a sua precisão na representação da forma e de localização, que deverão enquadrar-se dentro do que se considera aceitável.

O uso dos produtos de SR leva ainda em consideração um novo aspecto dimensional, que é o temporal. A resolução temporal de um sensor, ou o tempo de revisita de um satélite, facilita, e em alguns casos torna possível, a execução de estudos em intervalos de tempo pré-definidos (aspecto de duração ou tempo de análise). Quando consorciados, as ferramentas de análise e geoprocessamento, permitem a construção de cenários futuros, trazendo para pauta a discussão sobre a escala temporal.

A Geoecologia baseia-se na premissa de que os padrões dos elementos da paisagem influenciam significativamente os processos ecológicos. Assim, a capacidade de quantificar a estrutura da paisagem é um pré-requisito para o estudo da função e mudança de paisagem. Segundo Carrão *et al.* (2001), as muitas medidas quantitativas de composição da paisagem, conhecidas como métricas ou

¹ A capacidade do sensor depende ainda de sua acurácia, ou seja, de aspectos relacionados à geometria de aquisição, estabilidade, etc.



indicadores de paisagem, ganham cada vez mais atenção, na medida em que ajudam a compreender sua estrutura complexa e a forma como esta influencia determinadas relações ecológicas.

Esta estrutura caracteriza a forma de sua organização interior, as relações entre os componentes que a formam e das subunidades de paisagens de categoria inferior (níveis regionais e locais). Rodriguez *et al.* (2004) afirmam a importância da representação das estruturas da paisagem em mapas, servindo como resultado das investigações e ao mesmo tempo como ponto de partida para análises futuras. Neste contexto o autor aponta a importância destes estudos para o planejamento ecológico e define as estratégias de investigação de acordo com os diferentes níveis espaciais (escalas cartográficas) e sistemas territoriais administrativos (quadro 1).

Segundo o autor, o processo de classificação tipológica da paisagem serve como estratégia de hierarquização, e apresenta-se como um método de distinção de classes a partir de semelhanças entre os elementos abióticos existentes em um dado recorte espacial, seguindo padrões de homogeneidade previamente definidos. Neste processo de classificação teremos a distinção da paisagem em diferentes níveis, do nível de maior a de menor complexidade.

Quadro 1: Níveis espaciais e estágios de estudo do planejamento ecológico²

Sistema Territorial Administrativo	Estágio e Estudo	Escala de Nível Espacial	Informação Geoecológica Necessária
País	Esquema Geral	1:5.000.000	Regionalização geográfica (unidades superiores). Mapa de paisagens em pequena escala (nível regional). Investigações setoriais e de reconhecimento.
Estado	Esquema Regional	1:1.000.000 1:500.000	Regionalização geoecológica (unidades intermediárias e maiores). Mapa de paisagens em escala média (nível localidade). Levantamentos gerais: distinção e cartografia das unidades. Critério e propriedade ecogeográficas. Estimativa do estado.
Município	Projeto de Planejamento Municipal	1:250.000 1:100.000	Mapa de paisagens em escala média (nível localidade). Levantamentos das propriedades das paisagens (estrutura, funcionamento, dinâmica, evolução). Avaliação do Potencial (capacidade de uso)
Distrito	Projeto de Planejamento	1:50.000 1:10.000	Mapas de paisagem em grande escala, prognóstico de mudanças, determinação de indicadores geoecológicos integrais. Investigações semi-estacionárias. Análise de susceptibilidade ambiental. Avaliação de Ambientes alternativos.
Localidade	Projetos Microregionais	1:5000 1:1000	Mapas de paisagens em escala detalhada. Intercâmbio horizontal de fluxos EMI. Investigações estacionais e semi-estacionais.

Fonte: Rodriguez *et al.* (2004)

No mapeamento tipológico das paisagens do Ceará, por exemplo, Rodriguez (2004) classificou a paisagem em: tipo, subtipo, classe, grupo, subgrupo e espécie. Para a classificação dos níveis superiores, são considerados aspectos relacionados ao clima e estrutura geológica. Nos níveis seguintes, passam a ser considerados aspectos geomorfológicos, pedológicos e outros aspectos abióticos. Por fim, no nível mais detalhado, são considerados os usos presentes em cada uma das

² O quadro 1 traz sugestões de escalas de análise considerando as particularidades do território cubano. Estas escalas podem ou não atender às necessidades da realidade brasileira, sendo recomendável a adoção de adaptações para seu uso.



tipologias encontradas. A partir deste mapa, foram classificadas as vulnerabilidades das diversas tipologias à desertificação, em todo estado do Ceará.

Segundo Bertrand (1971) o sistema de classificação da paisagem comporta seis níveis espaço-temporais; de uma parte a zona, o domínio e a região natural; de outra parte, o geossistema, o geofácies e o géotopo. Zona corresponde à primeira ordem de grandeza, e é definida, primeiramente por sua zonalidade climática e secundariamente pelas megaestruturas geológicas. O Domínio corresponde à segunda ordem de grandeza e representa divisões dentro de uma mesma zona. A Região Natural compreende a terceira e a quarta ordens de grandeza, estando ela bem delimitada no interior de um domínio.

Ainda segundo Bertrand (1971), o Geossistema "resulta da combinação local e única de uma série de fatores (sistema de declive, clima, rocha, manto de decomposição, hidrologia das vertentes) e de uma dinâmica comum (mesma geomorfogênese, pedogênese idêntica, mesma degradação antrópica da vegetação que chega ao paraclimax "lande" podzol ou à turfeira)". O geofáceis, que ocorre no interior de um geossistema, e corresponde a um setor fisionomicamente homogêneo onde se desenvolve uma mesma fase de evolução geral do geossistema. O "géotopo", pode ser definido como a menor unidade geográfica homogênea diretamente discernível no terreno.

Sendo assim, considera-se de grande importância a discussão sobre o emprego correto dos conceitos de escala cartográfica, escala geográfica, escala temporal, erro cartográfico, generalização geométrica, generalização semântica e resolução espacial. A desconsideração destes importantes fatores, ou o emprego indevido destes conceitos, pode levar a análises incorretas sobre a distribuição espacial de importantes elementos da paisagem e, por conseguinte, a decisões equivocadas sobre o gerenciamento e gestão do território.

Alterações de escala, e conseqüentemente de generalização cartográfica, promovem mudanças não somente nos cálculos de área dos elementos analisados, como também alterações na área da matriz de uso e dos principais fatores relacionados à métrica da paisagem, ou de análise da sua estrutura horizontal, como de número e área total dos fragmentos, perímetro total, área média, forma ou circularidade (área/perímetro), aspectos de vizinhança, e outros.

Esta proposta está vinculada ao projeto de cooperação intergovernamental CAPES BRASIL/MÊS CUBA intitulada "Problemas ambientais e gestão ambiental de sistemas costeiros urbanizados através de uma análise conjunta comparativa em litorais da província cidade de Havana-Cuba e Região Norte Fluminense, RJ-Brasil.

Referencias

- BEROUTCHACHVILI, e PANAREDA, J.M. *Tendencia actual de la ciencia del paisaje en la Unión Soviética: El estudio de los geosistemas en la estación de Martkopi (Georgia)*. Revista de Geografía, Barcelona. vol. 11, n. 1-2, pp. 23-36. 1977.
- BERTRAND, G. Paysage et géographie physique globale: esquisse méthodologique. *Revue géographique des Pyrénées et sud-ouest*, v. 39, fasc. 3, p. 249-272, 3 fig., 2 pol. Phot.h.t. 1968.
- BERTRAND, G. Paisagem e Geografia Física Global – Esboço Metodológico.in: *Cadernos de Ciências da Terra*, n° 13 IG/USP. São Paulo. 1971.
- CARRÃO, H.; CAETANO, M.; NEVES, N. LANDIC: Cálculo de indicadores de paisagem em ambiente SIG. In: Encontro de Utilizadores de Informação Geográfica - ESIG 2001, 6., Oeiras, Portugal, 28-30 nov., 2001. Anais. Lisboa: Associação dos Utilizadores de Sistemas de Informação Geográfica - USIG, 2001. Acessível em <http://esig2001.tripod.com>. Consultado em 2/10/2007. 2001.
- CASSETI, Valter. Geomorfologia. : Disponível em: <<http://www.funape.org.br/geomorfologia/>>. Acesso em: Abril de 2011. 2005.
- CASTRO, Iná Elias. O Problema da Escala. In: *Geografia Conceitos e Temas*. 4° Ed. Rio de Janeiro. Bertrand Brasil, 2002.
- CHRISTOFOLETTI, A. Modelagem de sistemas ambientais. São Paulo: Edgar Blücher, 1998.
- DEFFONTAINE, J.P. Analyse du paysage et etude régionale des systèmes de production agricole. *Economie Rurale*. n. 98, p. 3-13, 1973.



- FROHN, R. Remote sensing for landscape ecology: New metric indicators for monitoring, modeling, and assessment of ecosystems. Boca Raton, FL: Lewis, 99 p. 1998.
- GOMES, P.C.C. Geografia fin-de-siècle: O discurso sobre a ordem espacial do mundo e o fim das ilusões. in: Explorações geográficas. (Orgs: CASTRO, GOMES & CORRÊA). Rio de Janeiro. Bertrand Brasil. 1997.
- GOODCHILD, M. F. & QUATTROCHI, D. A. Scale, Multiscaling, Remote Sensing, and Gis. In: Scale in Remote Sensing and Gis. CRC Press. 1997.
- HUGGET, R. J. Geocology an Evolutionary Approach. 320p. Londres e Nova York. Routledge. 1995.
- INPE - INSTITUTO NACIONAL DE PESQUISAS ESPACIAIS. Tutorial do SPRING. 2006.
- LANG, S. & BLASCHKE, T. Análise da Paisagem com SIG. São Paulo: Oficina de Textos, 2009.
- MENEZES, P. M. L. & NETTO, A. L. C. Escala: Estudo de Conceitos e Aplicações. Portal Janus. Disponível em www.cartografia.ime.eb.br/artigos. IME. Rio de Janeiro. Acessado em: 05/2008. 1997.
- ODUM, E.P., Fundamentals of Ecology, 3ª ed. Sandeers, Philadelphia, Pa. (Trad. portuguesa Fundamentos de Ecologia, 5ª ed. Fundação Calouste Gulbenkian, Lisboa, 1997). 1971.
- PASSARGE, S. Fundamentos da geografia das paisagens. Hamburg: L. Friederuchen & Co. 127p. 1919.
- PEREIRA, J.L.G.; BATISTA, G.T.; THALÊS, M.C.; ROBERTS, D.A.; VENTURIERI, A.V. Métricas da paisagem na Caracterização da evolução da ocupação da Amazônia. Geografia, v. 26, n. 1, p. 59-90, abr. 2001.
- PINA, M. F & CRUZ, C. B. M. Conceitos Básicos de Cartografia para utilização em Sistemas de Informações Geográficas. In: Conceitos Básicos de Sistemas de Informação Geográfica e Cartografia Aplicados à Saúde. Brasília, Ministério da Saúde. P.124. 2000.
- RIÁBCHICOV, A.M. Estructura y Dinámica de La Esfera Geográfica: Su desarrollo natural y transformación por el hombre. Traducido del Ruso para Español por Isabel Alvarez Moran. Editorial MIR. Moscou. 1976.
- RODRIGUES, R. R., GANDOLFI, S., NAVE A. G., ARONSON, J., BARRETO, T. E., VIDAL, C. Y., BRANCALION, P. H. S. Large-scale ecological restoration of high-diversity tropical forests in SE Brazil. *Forest Ecology and Management* 261. 1605-1613. 2011.
- RODRIGUEZ, J. M. Apuntes de Geografía de Los Paisajes. Universidad de La Habana. Facultad de Geografía. Ciudad de La Habana. 1984.
- RODRIGUEZ, J. M. M., SILVA, E.V., CAVALCANTI, A.P.B. Geoecologia das Paisagens: uma visão geossistêmica da análise ambiental. 222p. Fortaleza: Editora UFC, 2004.
- ROSS, J. L. S. Ecogeografia do Brasil: subsídios para planejamento ambiental. São Paulo: Oficina de textos. 208p. 2006.
- SCARANO, F.R.; RIOS, R.I E STEVES, F.A. Tree species richness, diversity and flooding regime: case studies of recuperation after anthropic impact in brazilian flood-prone forests. *International Journal of Ecology and Environmental sciences*, V. 24, p 223 – 235, 1998.
- SOTCHAVA.V.B. Introducción a la doctrina sobre los geosistemas (en ruso). Traducción José Manuel Mateo Rodriguez. Editorial Nauka, Filial de Siberia, Novosibirsk, p. 318. 1978.
- SOLNTSEV, N. A. A paisagem geográfica natural e algumas de suas regularidades gerais. In: *Trabalhos da Segunda Reunião de Geógrafos Soviéticos*. Moscou. P. 53-57. 1948.
- TRICART, J. *Ecodinâmica*. Rio de Janeiro. Fundação IBGE, 1977.
- TROLL, C. A paisagem geográfica. Hamburg: Stadium Generale, v.2, p. 163-181. 1950.
- TURNER, M.G, GARDNER, R. H. & O'NEIL, R. V. *Landscape Ecology in Theory and Practice, Pattern and Process*. Spinger Verlag, New York. 401p. 2001.