

O QUE É GEOECOLOGIA DAS PAISAGENS?

Maria Rita VIDAL

Professora da Faculdade de Geografia, Universidade Federal do Sul e Sudeste do Pará,
Marabá, Pará, Brasil

E-mail: ritavidal@unifesspa.edu.br

Orcid: <https://orcid.org/0000-0002-3392-3624>

*Recebido
Julho de 2024*

*Aceito
Dezembro de 2024*

*Publicado
Janeiro de 2025*

Resumo: Estudar a dinâmica e a organização espacial constitui um dos objetivos da Ciência Geográfica utilizando diferentes métodos e variadas concepções teóricas. A Geoecologia da Paisagem constitui um novo olhar para a análise ambiental, sendo uma metalinguagem composta por arcabouço teórico e metodológico assentada na Ciência da Paisagem. A Geoecologia é orientada aos estudos dos geossistemas, dedicando-se aos processos dialético natureza-sociedade. É marcada pela existência em conjunto de duas abordagens – uma espacial (geográfica) e outra funcional (ecológica). Deve-se assumir que a Geoecologia se orienta para o entendimento de cinco enfoques: estruturo-funcional (estrutura e funcionamento); estabilidade/instabilidade das paisagens (dinâmico evolutivo); grau de modificações antropogênica (histórico antropogênico) e, resistência e/ou restabelecimento do seu funcionamento (integrativo). Por ser relativamente nova no Brasil, a geoecologia necessita de um longo caminho para consolidar a aplicação do método e dirimir confusões teóricas e metodológicas. Objetiva-se apresentar uma síntese dos conceitos básicos da Geoecologia pois, apontar direções e caminhos metodológicos para o emprego da geoecologia nos estudos ambientais nos parece um caminho interessante para encurtar os ruídos existentes na aplicação do método.

Palavras-chave: Geoecologia; paisagem; sistemas ambientais.

WHAT IS LANDSCAPE GEOECOLOGY?

Abstract: Studying the dynamics and spacial organization constitutes one of the objectives of Geographic Science using different methods and varied theoretical conceptions. Landscape Geoecology constitutes a new perspective on environmental analysis, being a metalanguage composed of a theoretical and methodological framework based on Landscape Science.

Geoecology is oriented towards the study of geosystems, dedicating itself to nature-society dialectical processes. It is marked by the joint existence of two approaches – one spatial (geographic) and the other functional (ecological). It must be assumed that Geoecology is oriented towards understanding five approaches: structural – funcional (structure and functioning); stability/instability of landscape (evolutionary dynamics); degree of anthropogenic modifications (anthropogenic history) and, resistance and/or reestablishment of its functioning (integrative). As it is relatively new in Brazil, geoecology needs a long way to consolidate the application of the method and resolve theoretical and methodological confusion. The aim is to present a synthesis of the basic concepts of Geoecology, as pointing out directions and methodological paths for the use of geoecology in environmental studies seems to us to be an interesting way to reduce the existing noise in the application of the method.

Keywords: Geoecology; landscape; environmental systems.

¿QUÉ ES LA GEOECOLOGÍA DEL PAISAJE?

Abstract: Estudiar la dinámica y organización espacial constituye uno de los objetivos de la Ciencia Geográfica utilizando diferentes métodos y variadas concepciones teóricas. La Geoecología del Paisaje constituye una nueva perspectiva del análisis ambiental, siendo un metalenguaje compuesto por un marco teórico y metodológico basado en la Ciencia del Paisaje. La geoecología se orienta al estudio de los geosistemas, dedicándose a los procesos dialécticos naturaleza-sociedad. Está marcado por la existencia conjunta de dos enfoques – uno espacial (geográfico) y otro funcional (ecológico). Se debe asumir que la Geoecología se orienta a comprender cinco enfoques: estructural-funcional (estructura y funcionamiento); estabilidad/inestabilidad de paisajes (dinámica evolutiva); grado de modificaciones antropogénicas (historia antropogénica) y, resistencia y/o restablecimiento de su funcionamiento (integrativa). Por ser relativamente nueva en Brasil, la geoecología necesita un largo camino para consolidar la aplicación del método y resolver confusiones teóricas y metodológicas. El objetivo es presentar una síntesis de los conceptos básicos de la Geoecología, ya que señalar direcciones y caminos metodológicos para el uso de la geoecología en los estudios ambientales nos parece una forma interesante de reducir el ruido existente en la aplicación del método.

Palabras claves: Geoecología; paisaje; sistemas ambientales.

INTRODUÇÃO

O desenvolvimento teórico da Geografia Física Complexa como ciência foi estruturado na antiga União Soviética pelos discípulos de Dokuchaev, continuando até os dias atuais. A Geografia Física Complexa considera que o globo é constituído por corpos individuais que atuam como componentes de um sistema complexo (Rodriguez; Silva, 2002). De acordo com Rodriguez (1984), daí derivam dois conceitos básicos: o envoltório geográfico e o complexo territorial natural. O primeiro refere-se a toda a superfície do planeta, e o segundo, às suas unidades inferiores – conceitos que vão embasar a ciência geoecológica.

A Geoecologia ganhou força em seu termo quando foi interpretada como sinônimo de

“ecologia da paisagem” rapidamente, foi disseminada não apenas entre geógrafos, mas, ecólogos, biólogos, e até geólogos. Como resultante, várias publicações apresentam o conteúdo da Geoecologia de maneiras diferentes, o termo "Geoecologia" perdeu seu significado original. Os estudos geoecológicos podem ser analíticos (analisando um fator), complexos (analisando mais de um fator) e sintéticos (avaliação múltipla combinada) com base no grau de integração das informações (Mezosi, 1993).

No Brasil, a geoecologia tem se disseminado de maneira multifacetada na qual pesquisadores atribuem diferentes aplicações, gerando visões distintas da Geoecologia. Devemos enfatizar que problemas teóricos da geoecologia, via de regra, não são discutidos em congressos e raramente são considerados em publicações no Brasil. Isso explica os paradoxos de Geoecologia moderna, descrita por Trofimov (2009) – onde o termo de uso livre e a forma multifacetada de compreensão dos conteúdos da geoecologia é característica das ciências ainda em desenvolvimento.

Geoecologia é uma ciência ambiental, de caráter multidisciplinar e sistêmico, orientada para as questões dos padrões e funções ambientais, formulada pela inter-relação de componentes e elementos naturais (Rodriguez; Silva; Cavalcanti, 2022). Ela concentra sua análise nas mudanças ambientais, respondendo como as paisagens interagem com os processos físicos naturais e as ações humanas.

Um dos conceitos fundamentais da Geoecologia é a explicação da gênese, estrutura, evolução e dinâmica de paisagens como base para sua avaliação, uso e proteção. Deve-se admitir que existe, atualmente, uma excessiva simplificação dos estudos das paisagens na geografia brasileira, limitando-os a uma única dimensão: a dimensão horizontal. No entanto, deve-se tomar como estudo as outras dimensões na ciência geoecológica, sobretudo a dimensão vertical e as relações de fluxos.

GEOGRAFIA E ECOLOGIA: DUAS CIÊNCIAS E UMA INTEGRAÇÃO NO CAMINHO DA GÊNESE DA GEOECOLOGIA DAS PAISAGENS

Sendo a Geoecologia marcada pela existência em conjunto de duas abordagens – uma espacial/corológica (geográfica) e outra funcional (ecológica) –, cabe aqui diferenciar as duas ciências. Aponta-se que a Ecologia da Paisagem não é Geoecologia das Paisagens; ambas são ramos da ciência ambiental com abordagens distintas e, apesar de próximas, divergem para lados diferentes. Já em relação à Geoecologia das Paisagens, há questões mais prementes aos iniciantes na Geoecologia, tais como: O que é Geoecologia? Qual é a diferença entre Ecologia

da Paisagem e Geoecologia das Paisagens?

Tansley, em 1935, introduziu o conceito de ecossistema – ou seja, a visão vertical, o balanço do fluxo de energia e matéria, a busca da síntese em que pudesse considerar o meio físico natural, o ser humano e a sociedade como um conjunto – e, em 1939, por meio do biogeógrafo Carl Troll, surgiu o termo “Ecologia da Paisagem”. Posteriormente, Troll chamou o termo “Ecologia de Paisagem” de “Geoecologia”, descrevendo-a como uma “entidade espacial e visual total do espaço em que o ser humano vive, integrando geosfera, litosfera, hidrosfera, biosfera e noosfera” – ou seja Troll usou o termo Geoecologia para dar uma direção ecológica à ciência da paisagem terrestre. O conteúdo da Geoecologia difere principalmente daquele introduzido por Troll e o termo sofreu variações até chegar à conceituação atual (Baryshev; Shmakova; Yakshina, 2019).

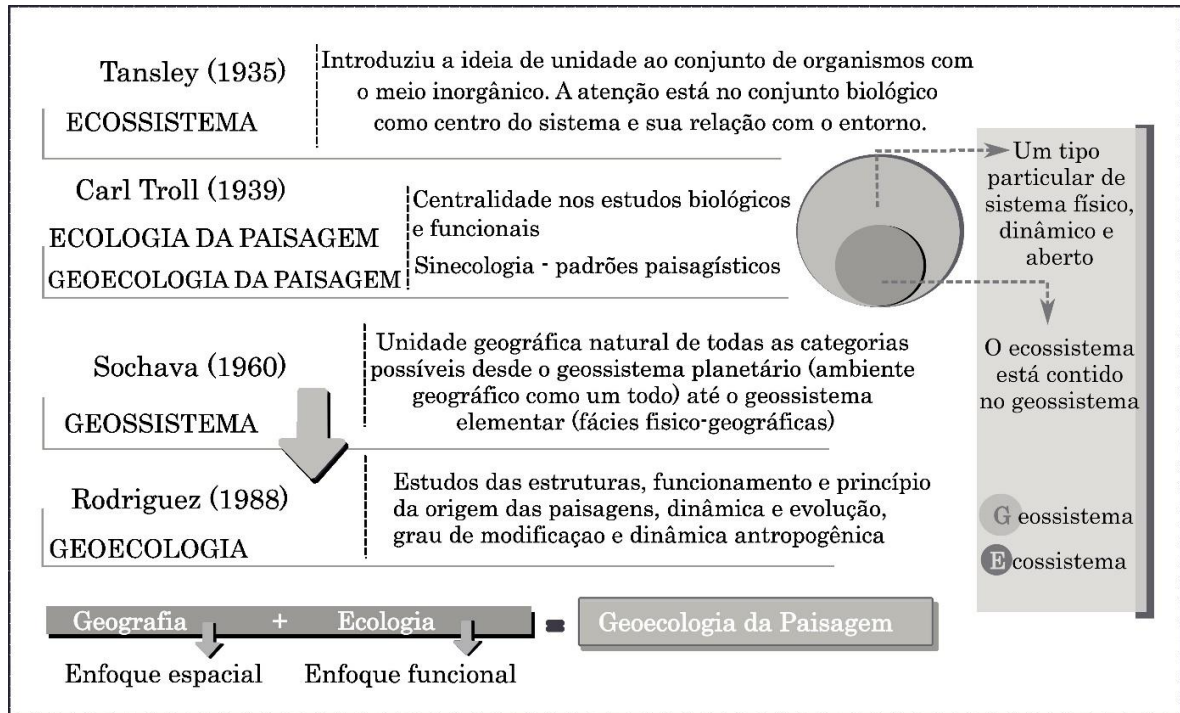
Com forte aplicação voltada para a geologia difundida pelo conceito elaborado por Sochava (1978), a Geoecologia foi ganhando aplicação em quase todas as ciências naturais, perdendo sua clareza de definição e tornando o termo de uso livre (Trofimov, 2009).

O termo “Geoecologia” foi claramente introduzido na literatura russa por Sochava (1963; 1978) que definiu a Geoecologia como uma “ciência que lida com o estado do ambiente geológico e todos os seus componentes, com os processos que nele ocorrem, cuja intensificação pode afetar o estado de outras geosferas da Terra”.

Como visto, Sochava deu um significado de cunho geológico à Geoecologia, mas, também não podemos desconsiderar as relações da gênese da Geoecologia com a tríade ecologia-ecossistema-geossistema advindo da Teoria dos Geossistemas de Sochava (Figura 1).

Sochava (1978) também se debruçou sobre o conceito de ecossistema de Tansley (1935) com o objetivo de pensar as bases da sua Teoria dos Geossistemas. Assim, a Teoria dos Geossistemas de Sochava (1978) é a base teórica e metodológica para as concepções iniciais da Geoecologia que conhecemos atualmente.

Figura 1 – Geografia e Ecologia, duas ciências e uma integração para a Gênese da Geoecologia das Paisagens



Fonte: Organização: A autora (2024).

Pelo emaranhado tronco que envolve pensadores, teorias e conceitos na gênese da Geoecologia, não é de se estranhar que o termo tenha definições bem distintas, o Quadro 1, contém diferentes conceitos da Geoecologia descritas a partir das bases de Trofimov (2009).

Quadro 1 – Distintos conceitos para a Ciência Geoecológica

Autores	Definições da Geoecologia
Troll 1939	Entidade espacial e visual total do espaço em que o ser humano vive, integrando geosfera, litosfera, hidrosfera, biosfera e noosfera.
Sochava 1978	Ciência que lida com o estado do ambiente geológico e todos os seus componentes, com os processos que nele ocorrem, cuja intensificação pode afetar o estado de outras geosferas da Terra.
Koff (1996)	A Geoecologia é a nova metaciência do conjunto de sistemas ecológicos de diferentes níveis e interações entre a natureza e as comunidades.
Klubov; Prozorov (1993)	Ciência das interações entre a litosfera e a biosfera usada para resolver problemas ecológicos relacionados ao uso da primeira ou à interação entre a litosfera e o interior mais profundo.
Golubev (1999)	Direção científica multidisciplinar que estuda a ecosfera como um sistema inter-relacionado de geosferas no processo de sua integração com a sociedade
Trofimov (2005)	Ciência multidisciplinar que estuda as funções ecológicas das esferas abióticas da Terra, os padrões de sua formação e as mudanças temporais sob os efeitos de forças naturais e tecnogênicas no contexto da vida e das atividades da biota e, em primeiro lugar, da humanidade.
Kurilenko (2004)	Ciência interdisciplinar que estuda os padrões de formação das funções ecológicas dos meios geosféricos da Terra sob os efeitos de processos naturais e naturais-tecnogênicos no contexto das atividades vitais da humanidade e da biota, orientada para a justificação de mecanismos socioeconômicos e jurídicos padrão de gestão racional da natureza.
Rodriguez, Silva e Cavalcanti (2004)	Ciência ambiental, de caráter multidisciplinar e sistêmico, orientada para as questões dos padrões e funções ambientais, formulada pela inter-relação de componentes e elementos naturais.

Fonte: Elaborado a partir de Trofimov (2009, p.205); Rodriguez, Silva e Cavalcanti (2004).

O arcabouço teórico e metodológico da Geoecologia praticada no Brasil, foi descrito nas composições do pensamento de Mateo Rodriguez a partir do seu pós-doutorado em Geoecologia das Paisagens pela Universidade Estatal de Moscou (1988) e sistematizado através da publicação, em 2004, do livro: “*Geoecologia das Paisagens: uma visão geossistêmica da análise ambiental*”. Trata-se de uma obra que agrega conhecimentos teóricos e metodológicos exemplificados em experiências práticas das últimas décadas de pesquisas desenvolvidas na América Latina, sobretudo no Brasil e em Cuba (Vidal, 2014). Portanto, considero inevitável afirmar que, na obra “*Geoecologia das Paisagens: uma visão geossistêmica da análise ambiental*”, estão contidos os princípios teóricos e metodológicos da Geoecologia, e esta é alicerçada na análise sistêmica.

ECOLOGIA E GEOECOLOGIA

A Ecologia da Paisagem busca entender a heterogeneidade espacial, as relações horizontais (Metzger, 2001). A principal problemática nessa abordagem é o estudo dos efeitos da estrutura espacial da paisagem sobre os processos ecológicos (Turner, 1989). Para Forman e Godron (1986), a Ecologia de Paisagem é entendida como “o estudo da estrutura, função e dinâmica de áreas heterogêneas compostas por ecossistemas interativos”. Na Ecologia, a paisagem é analisada a partir de uma visão sistêmica, destacando-se as inter-relações entre os elementos e os processos ecológicos que constituem os ecossistemas vinculados a determinada unidade paisagística.

A Ecologia de Paisagem tem seus enfoques primordiais: 1) no estudo das relações entre flora e fauna; 2) em suas formas de vida; 3) na estrutura e dinâmica das biocenoses e bioformações; 4) em sucessões; 5) na gênese; e 6) nos biótipos (Odum; Barret, 2011).

A Geoecologia volta-se para a delimitação, caracterização e análise das unidades de paisagens, com a identificação dos limites, potencialidades e usos voltados para as bases do planejamento e gestão ambiental e territorial; é, assim, menos centrada nos estudos bioecológicos. Ademais, a Geoecologia realiza a abstração do biocentrismo característico dos estudos ecológicos tradicionais, tendendo a uma generalização e articulação espacial das análises funcionais e relações entre os fenômenos bióticos e abióticos (Vidal; Mascarenhas, 2019). A necessidade de integrar os enfoques geográficos e biológicos nos estudos da natureza resultou na formação da Geoecologia das Paisagens como disciplina integradora. Assim, na Geoecologia, evidencia-se a necessidade de incorporar os fundamentos teóricos que agregam aspectos da:

- Ciência da Paisagem, por meio dos padrões ecológicos;
- Ciência Ecológica, com aspectos assentados nos fluxos;
- Ciência Geográfica, eminentemente espacial, analisando padrões das paisagens;
- Ciência Cartográfica por meio dos mapas;
- Ciência da Informação Geográfica.

Na Geoecologia, aponta-se para as relações de fluxos de matéria e energia, com destaque para a interferência, de maneira positiva ou negativa, do homem, por meio de suas ações, conforme a variação das escalas espaciais, hierarquicamente na esfera planetária, regional ou topológica (Vidal; Silva, 2021) – essas ações antrópicas têm graus de intensidade (fraca, média, forte), e conforme a forma de intervenção como desflorestamentos, poluições, represamentos, barramentos etc.

O OBJETO DA GEOECOLOGIA E SUAS CINCO ABORDAGENS

Delimitar o objeto da Geoecologia como ciência multidisciplinar também varia de acordo com as áreas dos pesquisadores que a estão aplicando. Variando em uma faixa ampla entre: ecossistema-geossistema-morfologia-paisagem, na maioria das vezes, as unidades morfológicas (relevo) são interpretadas como objeto da geoecologia, o que considero um erro.

A Geoecologia tem caráter sistêmico com uso dos enfoques estrutural, funcional, dinâmico-evolutivo e integrativo, orientada aos padrões e funções da paisagem para análise e ordenamento do território. A Geoecologia é voltada aos estudos dos geossistemas entre os objetivos da análise geoecológica é busca entender as alterações nos processos e padrões espaço-temporais da paisagem para apoiar o ordenamento funcional e ambiental (Vidal; Silva; Rodríguez; Mascarenhas, 2014). Assim, dependendo de um sistema de conhecimento sobre a estrutura, dinâmica e o funcionamento do estado da paisagem (geossistema) e suas repostas aos impactos e mudanças naturais e/ou antrópicas, considero que o objeto de estudo da geoecologia é o sistema geoecológico.

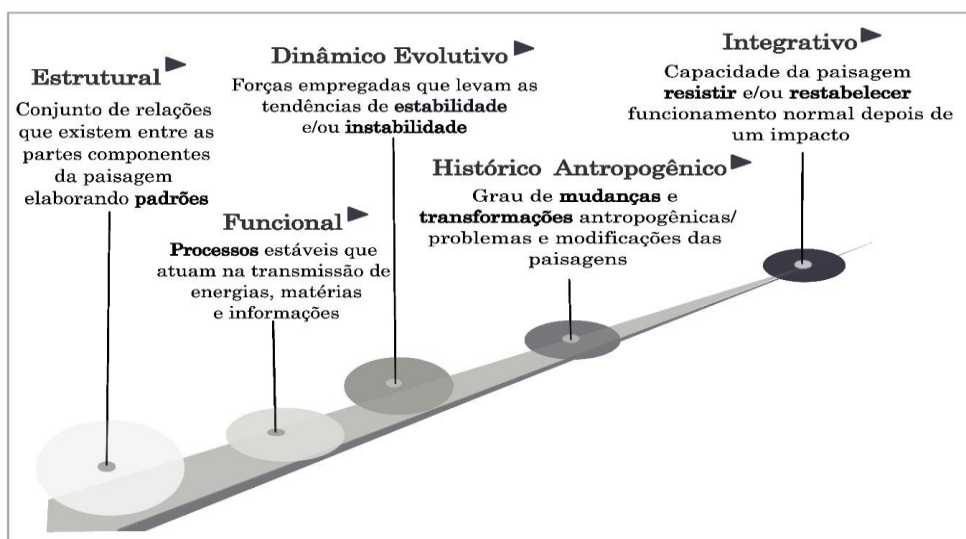
O sistema geoecológico pode ser interpretado como o conjunto das esferas naturais e de influência humana compostas por geossistemas organizados em diferentes níveis, a principal tarefa é avaliar as mudanças na paisagem como resultado dos processos naturais e das atividades humanas. O estudo dos processos naturais e fenômenos que afetam a biosfera, são estudados igualmente com as mudanças antrópicas.

Para Rodriguez (1984), a análise sistêmica baseia-se no conceito de paisagem, em que se combinam natureza, sociedade, cultura e economia. Para tanto, os sistemas formadores da paisagem são complexos e, para compreendê-los, deve-se levar em consideração os seguintes estudos: estrutura das paisagens; funcionamento e princípios de origem das paisagens; análise da dinâmica temporal e evolução das paisagens; grau de modificação e transformação antropogênica; capacidade da paisagem em resistir e/ou restabelecer seu funcionamento após um impacto. Deve-se assumir que a Geocologia se fundamenta nas seguintes premissas básicas:

- Considerar os geossistemas como uma manifestação clara dos sistemas ambientais, como um fio condutor no momento de associar e articular as diversas unidades que utilizam as análises de paisagens (estudos de bacias hidrográficas, espaços, territórios, unidades de conservação etc.);
- Assumir que as características do entorno das unidades devem ser levadas em consideração para a manutenção da sustentabilidade ecológica, cultural e socioeconômica.

Rodriguez, Silva e Cavalcanti (2022) abordam que os enfoques a serem levados em consideração pelo pesquisador nos estudos da paisagem e os ensinamentos da Geocologia a serem considerados orientam a análise da paisagem pelas partes componentes, nas características da transmissão de fluxos que comandam tendências de estabilidade/instabilidade energética, além das ações humanas nas transformações e das possibilidades de homeostasia/resiliência das paisagens (Figura 2).

Figura 2 – Distintos enfoques que integram os estudos da Geocologia das Paisagens



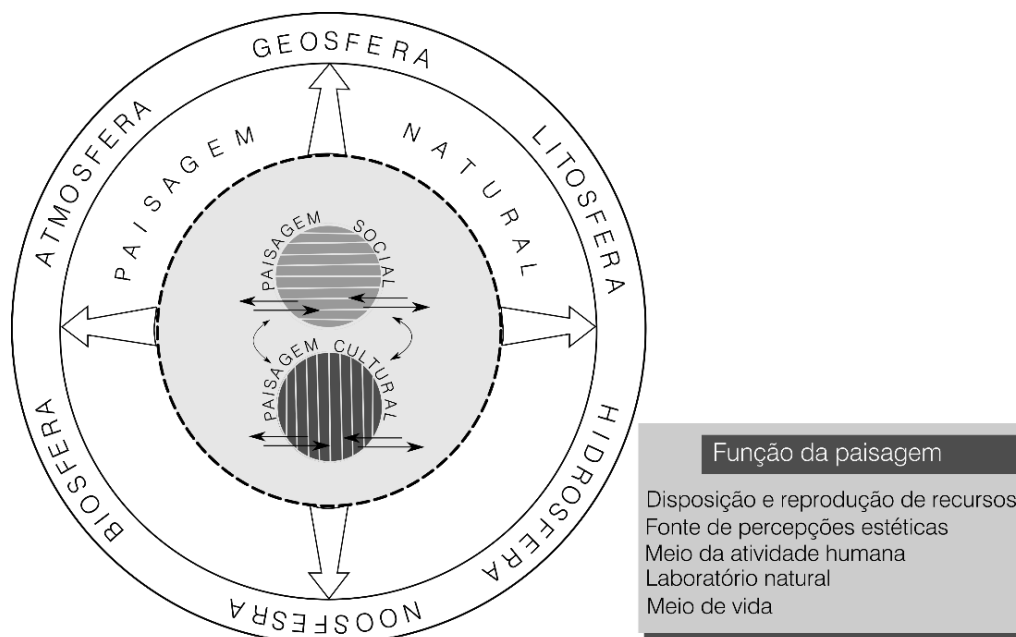
Fonte: Organização: A autora (2024).

- O enfoque estrutural da paisagem é caracterizado pelo conjunto de relações que existem entre as partes componentes da paisagem. Para esse enfoque, deve-se considerar: a forma de sua organização interior, as relações entre os componentes e as relações entre as subunidades que compõem o todo;
- O enfoque funcional tem o objetivo de esclarecer como a paisagem está estruturada, quais as relações funcionais entre seus elementos e componentes;
- O enfoque dinâmico-evolutivo caracteriza-se pela mudança habitual que acontece por meio de séries recorrentes, ou seja, permanentes movimentos, que ocorrem sem modificar nem transformar o sistema através do processo de autorregulação. A variação de matéria e energia (entradas ou saídas) e a maneira como reage o sistema podem levá-lo a três possibilidades: dinâmica, evolução e transformação;
- O enfoque histórico antropogênico configura-se como a modificação e transformação da paisagem pelas atividades humanas, quando a sociedade e a natureza se integram na construção do espaço, atuando dialeticamente. O homem não modifica as leis da natureza, mas transforma de maneira significativa as condições de manifestação delas. O enfoque histórico antropogênico classifica as paisagens de acordo com seu grau de hemerobia. Conceitua-se hemerobia como as mudanças ocorridas na estrutura e funcionamento das paisagens devido à ação humana, e é classificada em cinco graus de acordo com a intensidade da modificação imposta: Oligo, Meso, Eu, Poli e Meta. Para Troppmair (2000), hemerobia pode ser entendida como a totalidade de alterações nas paisagens, classificadas conforme o grau de dependência tecnológica e energética para a manutenção das paisagens;
- O enfoque integrativo da estabilidade e sustentabilidade da paisagem. A estabilidade é um conceito fundamental que reflete elementos do funcionamento e da estrutura, da evolução e grau de modificação antrópica. Através da estabilidade, pode-se estimar de maneira teórica a resposta do sistema frente a uma perturbação qualquer. Ao analisar a função e a estrutura da paisagem, agregando as ações humanas na modificação destas, pode-se chegar à noção de estabilidade. A estabilidade leva o sistema a dois caminhos distintos: a resistência – o sistema resiste e mantém suas características; e a resiliência – mesmo sofrendo perturbações fortes, o sistema retorna às suas características originais.

EM QUAL BASE ESTÁ ASSENTADA A GEOECOLOGIA DAS PAISAGENS?

A paisagem natural é o conceito operativo básico da Geoecologia, entendido como o espaço físico que compõe um sistema dinâmico e aberto ao qual se integra o binômio sociedade-natureza. A visão é compreender como as paisagens primitivas estruturam e regulam padrões espaciais em diversas escalas hierárquicas por meio de fluxos de matéria e energia, permitindo, assim, abarcar aspectos biogeográficos, climatoedáficos e geomorfológicos que animam processos interativos (Figura 3).

Figura 3 – Concepção da paisagem pela perspectiva da Geoecologia



Fonte: Organização: A autora (2024).

A paisagem é assim definida por Rodriguez, Silva e Cavalcanti (2022, p. 20) como: “Conjunto inter-relacionado de formações naturais e antroponaturais, podendo-se considerá-la como uma disposição e reprodução de recursos, um meio de vida e da atividade humana e um laboratório natural e fonte de percepções estéticas”.

- **Paisagem natural:** considera-se o conjunto de componentes naturais (geologia, relevo, clima, águas, solos, vegetação e fauna) que se inter-relacionam de forma dialética em determinada porção do espaço da superfície terrestre;

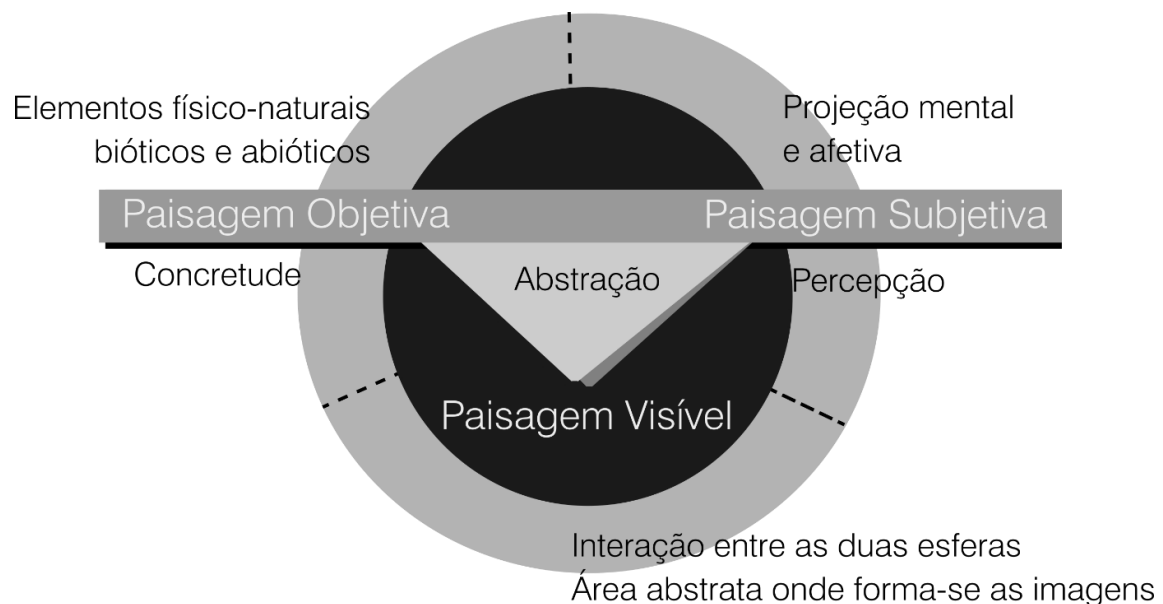
- **Paisagem antroponatural:** considera-se a morfologia que reflete a forma como as ações humanas modificadas, transformadas e construídas manifestam não apenas as características naturais, mas sobretudo as que são modificadas pela ação humana;
- **Paisagem como disposição e reprodução de recursos:** as formas econômicas se relacionam com a paisagem como fonte de produção de recursos naturais, água, ar, vento, biomassa, solo etc.;
- **Paisagem como um meio de vida:** a paisagem é considerada como um meio de vida e das diversas atividades do homem. Encontra-se no solo a situação produtiva e social, sendo também as propriedades das paisagens. Necessita-se conservar uma propriedade essencial da paisagem como um sistema de reprodução do meio, e a reprodução permanente das condições necessárias para a vida. Em muitos casos, não se pode prever as propriedades úteis das espécies individuais das plantas e animais e dos microrganismos, por essa razão deve-se conservar o fundo genético existente nas paisagens para o futuro;
- **Paisagem como laboratório natural:** pode-se estudar as regularidades e interações entre os componentes naturais e antropogênicos. Pode-se conhecer as regularidades das paisagens como um sistema em seu conjunto, obtendo dados necessários para o ordenamento territorial e ambiental.

Surgindo como sinônimo de pintura no século XVII, a paisagem era mediada pela arte e o belo, o que levou a um novo interesse pela natureza, libertando-a do concurso divino dominado pelas explicações teológicas. A paisagem ocupa diversas conceituações e, enquanto herança estática naturalista, foi interpretada por muito tempo como “a porção da superfície terrestre”, referindo-se a aspectos visíveis. Com pouco interesse no positivismo, o conceito ganhou força e interesse no final do século XX em associação às correntes críticas ao positivismo (Salgueiro, 2001).

O conceito de paisagem, atualmente, assume diversas posições filosóficas e diferentes interpretações científicas. Inicialmente, detinha um conceito muito aproximado à “porção da superfície do globo”, como a fisionomia de dada área, levando em consideração sua expressão visível. Aos estudos da paisagem enfocados na descrição das formas físicas (método morfológico) foram progressivamente sendo incorporados dados da transformação humana, surgindo, assim, a distinção entre paisagens naturais e paisagens culturais (método corológico).

A paisagem evoluiu do conceito de aspectos físicos, considerando os aspectos econômicos e culturais, tentando abarcar a totalidade dos fenômenos (Salgueiro, 2001). É preciso ponderar que a paisagem apresenta aspectos objetivos, uma realidade material com características próprias, expressos pela concretude dos elementos físicos, e aspectos subjetivos, através da representação dos fenômenos, seja por sua percepção ou projeção afetiva. Ambas (objetiva e subjetiva) se expressam na paisagem visível, constituída por um leque de imagens que desenha uma rede de informações e interações perceptíveis por intermédio do modo de ver a relação sujeito-objeto (Figura 4).

Figura 4 – Esferas que a paisagem apresenta na perspectiva objetiva, subjetiva e visível



Fonte: Organização: A autora (2024).

Rougerie e Beroutchachivili (1991, p. 359) afirmam que, ao contrário da natureza, a paisagem só existe na medida e segundo o modo como o homem a percebe. A interpretação sobre uma paisagem nem sempre é coincidente, pois é necessário considerar seu contato espaço-temporal, bem como as diferenças culturais dos sujeitos sociais que intervêm nessa paisagem (Urquijo; Bocco, 2011, p. 39). Dessa feita, uma leitura adequada da paisagem é aquela que permite entender as distintas formas de percepção e apropriação dos diferentes níveis de negociação implícitos na transformação do meio (Urquijo; Bocco, 2011, p. 39).

No final da década de 1960, com as discussões cada vez mais prementes sobre as questões ambientais, emergiu a necessidade de integrar a corrente geográfica e ecológica nos estudos das paisagens. Consequentemente, houve o desenvolvimento de formas de

representação através de modelos que traduziam as funções estruturais e funcionais de uma paisagem, expressos pelos geossistemas, em que os aspectos funcionais e espaciais, como localização e distribuição dos fenômenos, representavam um papel fundamental.

Nessa integração da dimensão espacial e funcional, os estudos desenvolvidos por Sochava, no final da década de 1970, têm grande importância, com a introdução do conceito de geossistema, que absorveu as concepções da escola russa da paisagem, representada por Anuchin e Dokuchaiev, que propuseram métodos concretos de investigação e tomaram a paisagem como objeto integrador da geografia (Frovola, 2001).

A Geoecologia é uma ciência orientada para as questões dos padrões e funções ambientais. As alterações nos sistemas ambientais levam a mudanças irreversíveis na estrutura física e nos processos de funcionamento do estado de equilíbrio das paisagens, colocando em risco a sustentabilidade social, econômica e ambiental, bem como provocando na paisagem natural intensos processos de artificialização. Um dos principais objetivos da análise geocológica é entender alterações nos processos e padrões espaço-temporais na paisagem para apoiar o ordenamento funcional e ambiental, incorporando o pensamento da ciência da complexidade e dos sistemas emergentes.

ONDE ESTÃO OS SISTEMAS NA GEOGRAFIA?

O conceito de sistema já desenvolvido por Newton (sistema solar) e por Lavoisier (sistema respiratório, digestivo, circulação) permaneceu à margem do interesse científico até o biólogo Bertalanffy, por volta de 1928, ampliar a Teoria do Holismo de Smuts (1926), no qual o universo seria composto por estruturas de complexidade crescente (átomos, moléculas, células, indivíduos, sociedades e ecossistemas, biocenoses).

Christian Smuts foi o precursor do paradigma holístico, em sua obra *Holism and Evolution*, em 1926. Ele postulava um princípio organizador de totalidade, foi o criador do termo “holismo” e sustentou a existência de uma continuidade evolutiva entre matéria, mente e vida. Seu conceito avançou para uma visão sintética do universo, propondo a totalidade em oposição à fragmentação.

Para Bertalanffy (1975), a teoria geral dos sistemas se presta a identificar as leis, propriedades e princípios dos sistemas de forma geral. Para o referido autor, “os sistemas estão em toda a parte”.

Para Rodriguez, Silva e Cavalcanti (2004, p. 42), “sistema é o conjunto de elementos que estejam em relação entre si, e que formam uma determinada unidade e integridade”.

Segundo Christofolletti (1999, p. 4), é o “conjunto de elementos e das relações entre eles e seus atributos”. Já Hall e Fagen (1956, p. 18) definiram sistema como o “conjunto de elementos e das relações entre eles e seus atributos”.

Um sistema é, assim, um conjunto de elementos que estão em relação, que possuem ligações entre seus componentes e formam uma certa unidade e integridade. É um conjunto de energias-substâncias de componentes relacionados, agrupados de acordo com as relações diretas e inversas em certa unidade.

Contribuição significativa da Teoria dos Sistemas é afirmar que todos os organismos vivos (incluindo a terra) têm uma organização hierárquica, significando que os sistemas são compostos por subsistemas. Esse reconhecimento leva à conclusão de que a ênfase se deve dar em relação às conexões dos elementos que constituem os sistemas e subsistemas, e não em suas partes separadas.

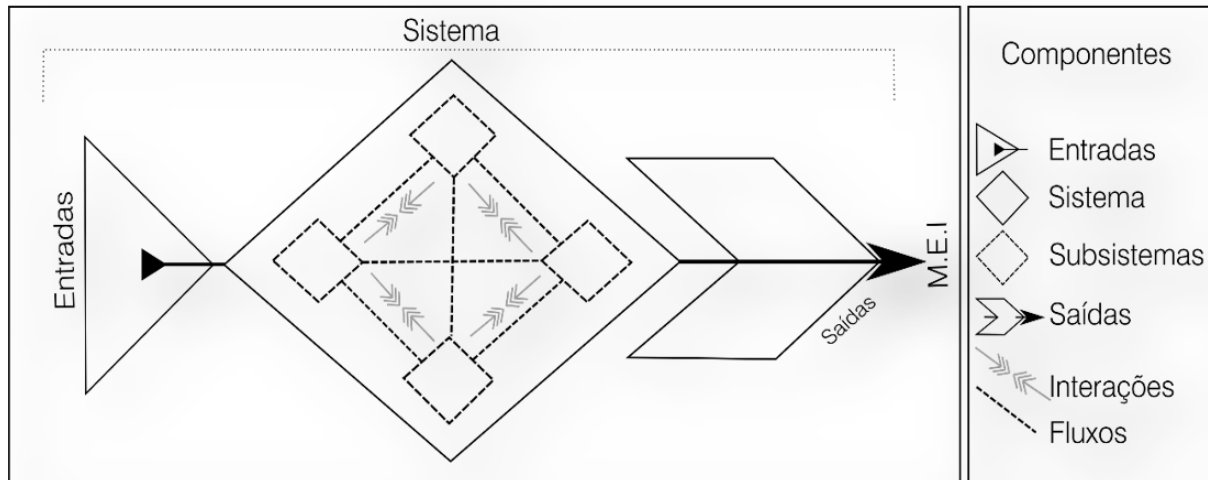
De acordo com Gallopin (1986), sistema é uma formação integral que deve possuir as seguintes propriedades:

- Composto por uma multiplicidade de elementos;
- Subordinação dos elementos (como sistema de nível inferior) ao nível superior;
- Existência de um conjunto múltiplo de inter-relações entre os índices ou elementos que formam o sistema e entre o objeto dado e o meio exterior;
- Propriedades que não podem ser descritas em elementos separados; sua compreensão exige a análise global, incluindo a interdependência de todos os elementos.

Chorley e Kennedy, em 1971, enfatizaram o aspecto da conectividade do conjunto que forma uma unidade, conceituando que um sistema é um conjunto estruturado de objetos e/ou atributos. Esses objetos e atributos consistem em componentes ou variáveis (ou seja, fenômenos que podem assumir magnitudes variáveis) que exibem relações discerníveis entre si e operam juntos como um todo complexo de acordo com determinado padrão.

Mais recentemente, fazendo uma breve revisão da Teoria dos Sistemas, Haigh, em 1985, apontou que “o sistema é uma totalidade que é criada pela integração de um conjunto estruturado de partes componentes cujas inter-relações estruturais e funcionais criam algo que não existe e encontra-se implicado por essas partes constituintes quando são destacadas”. Um sistema é um conjunto de elementos que estão em relação, que possuem ligações entre seus componentes e formam uma certa unidade e integridade, e recebe entradas e transforma em saídas (Figura 5).

Figura 5 – Representação dos elementos constituintes de um sistema, entradas; interações; saídas e canais de fluxos que levam as interações nos sistemas



Fonte: Organizado a partir de Rodriguez, Silva e Cavalcanti (2004).

Assim, os sistemas são compostos por partes elementares como:

- Entradas - energia e matéria que o sistema recebe;
- Atributos - qualidades atribuídas aos elementos do sistema a fim de caracterizá-lo: altura, largura, volume, comprimento etc.;
- Relações - ligações em forma de fluxos que permitem a interação dos componentes;
- Saídas - energia e matéria que o sistema fornece após sofrer modificação dentro do sistema.

Os sistemas não são constantes, e sim dinamicamente variáveis, ou seja, modificam-se em função da dinâmica da estrutura interna e da tendência de adaptação às interferências a eles impostas. Para Alaiev (1983), os sistemas devem possuir características fundamentais:

- Estabilidade;
- Autorregulação;
- Homeostase;
- Auto-organização.

Esses são mecanismos de defesas contra as interferências no sistema, podendo este sistema se desenvolver de acordo com três formas de mudanças:

- Dinâmica por meio do funcionamento;
- Evolução;
- Transformação.

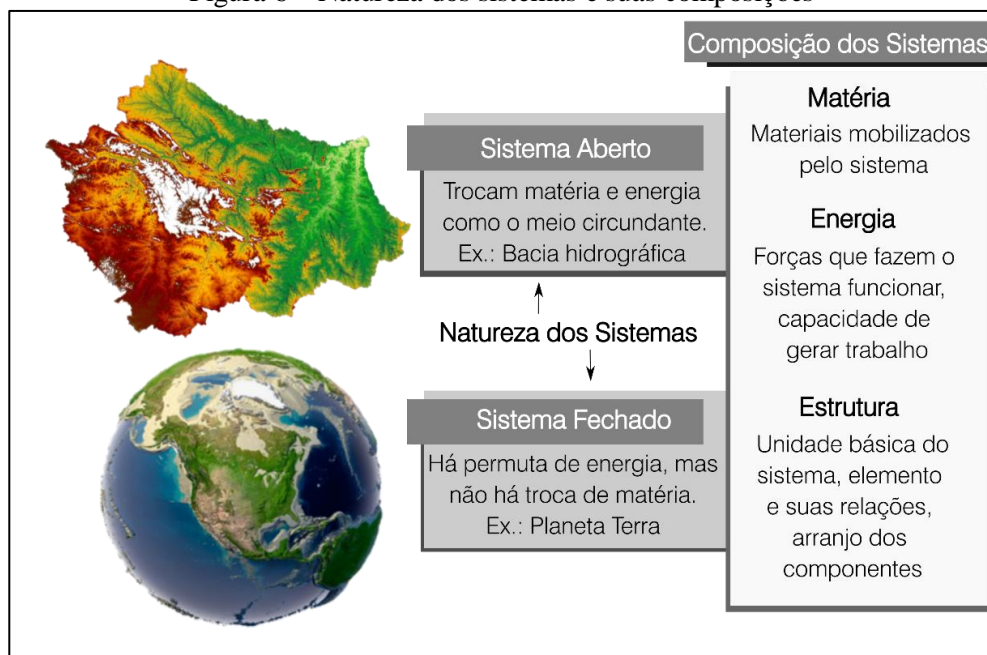
Christofoletti (1979, p. 14) coloca que, levando em consideração os critérios de classificação funcional e a complexidade estrutural importante para a análise geográfica, de forma geral os sistemas são classificados em:

- Sistemas abertos: trocam matéria e energia com o ambiente circundante. Ex.: uma bacia hidrográfica que participa de trocas de fluxos com seu entorno;
- Sistemas fechados: quando há a permuta de energia, mas não há trocas de matéria. Ex.: planeta Terra libera e recebe energia para o espaço, mas não cede massa.

Existem diferentes tipos de sistemas, que podem ser classificados quanto à sua constituição – físicos: máquinas, objetos, equipamentos etc.; abstratos: ideias, conceitos, hipóteses, planos e filosofias, política da empresa etc. – e à sua natureza – abertos: interagem com o ambiente, trocam energia e matéria; fechados: não apresentam intercâmbio com o meio ambiente que os circunda (Christofoletti, 1979).

O arcabouço da teoria sistêmica acoplada aos métodos ecológicos e geográficos constroem uma sólida Teoria da Geoecologia das Paisagens, cimentada pelos seus instrumentos cartográficos que permitem olhar a complexa teia de relações com estruturas verticais e horizontais, seus processos, dinâmicas de geofluxos que conformam os espaços passivos de ordenação territorial. A paisagem como complexo natural territorial e/ou como geossistema é a dimensão físico-geográfica capaz de ser analisada em seus componentes, da qual são revelados diferentes sistemas que interagem por meio de matérias, energia e informação (Figura 6).

Figura 6 – Natureza dos sistemas e suas composições



Fonte: Organização: A autora (2024). Ilustração: Vidal (2024).

A partir das premissas levantadas, e considerando o estágio atual da evolução da sociedade que exige a aplicação do conhecimento na dimensão ambiental, a Geoecologia das Paisagens deve enfrentar as seguintes questões:

- Aperfeiçoar e estabelecer um sistema de distinção, caracterização e mapeamento de paisagens como unidades geoecológicas;
- Aprofundar a aplicação de métodos de análise sistêmica de propriedades e atributos das paisagens;
- Estabelecer critérios sólidos e coerentes fundamentados na teoria geoecológica das paisagens, aplicáveis no planejamento ambiental e territorial;
- Desenvolver os conceitos e procedimentos para medir a sustentabilidade ambiental (situação e estado geoecológico) como saída para a adequação das paisagens sustentáveis;
- Avançar para além da delimitação das unidades geoecológicas, agregando estudos de estrutura e funcionamento das paisagens;
- Aceitar que a complexidade é um atributo intrínseco da paisagem; que a esfera da paisagem pode ser considerada como um sistema complexo de alto nível de relações e conexões.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Ao lançar luz sobre as nuances da abordagem feita pela Ecologia das Paisagens e a Geoecologia das Paisagens, permite-se recolocar a visão espacial/geográfica no centro das discussões da Geoecologia, tendo o complexo territorial natural como horizonte temporal e espacial da análise da paisagem. O fio condutor da Teoria dos Sistemas é, sem dúvida, o aporte metodológico para compreensão das estruturas, processos, funções em interação e interseção dos elementos que constituem a paisagem por meio dos padrões ambientais. Olhando por outro prisma, a análise geoecológica, por intermédio da ciência da complexidade e dos sistemas emergentes, é a grande contribuição para a gestão e ordenamento ambiental.

Em tempo de mudanças ambientais, a Geoecologia das Paisagens pode contribuir com as discussões sobre intercâmbio de fluxos e emergências ambientais, sendo que a paisagem como fonte de recurso só é potencializada como recurso econômico mediante os estudos dos geofluxos e subsistemas climáticos, edáficos, hidrológicos e biogeográficos. Encontrar e justificar a homogeneidade espacial é um dos problemas fundamentais da Geoecologia.

REFERÊNCIAS

- ALAIIEV, E. B. **Geografía Económica y Social**. Diccionario terminológico conceptual. Editorial Misl, 1983.
- BARYSHEV, E.; SHMAKOVA, K.; YAKSHINA, N. Types of geocological research and areas of their application. **IOP Conf. Ser.: Mater. Sci. Eng.** 2019. DOI: <https://doi.org/10.1088/1757-899X/572/1/012090>.
- BERTALANFFY, L. V. **Teoria Geral dos Sistemas**. 2 ed. Brasília: Petrópolis: Vozes, 1975.
- CHORLEY, R.; KENNEDY, B. A. **Physical geography: a systems approach**. Englewood Cliffs: Prentice Hall, 1971
- CHRISTOFOLETTI, A. **Análise de Sistemas em Geografia**. São Paulo: Hucitec, 1979.
- CHRISTOFOLETTI, A. **Modelagem de Sistemas Ambientais**. São Paulo: Blücher, 1999.
- FORMAN, R. T. T.; GODRON, M. **Landscape ecology**. Wiley e Sons Ed., New York. 1986.
- FROVOLA, M. Los orígenes de la Ciencia del Paisaje en la Geografía rusa. **Scripta Nova: Revista Electrónica de Geografía y Ciencias Sociales**, v, 102, 2001.
- GALLOPIN, G. Ecología y Ambiente *In: Los problemas del conocimiento y la perspectiva ambiental del desarrollo*. México D. F.: Siglo XXI Editores, p. 126-172, 1986.
- GOLUBEV, G. N. **Geoekologiya (Geoecology)**, Moscow: GEOS, 1999.
- HAIGH, M. J. Geography and general systems theory, philosophical homologies and current practice; **Geoforum**, [S.l.], v. 16, n. 2, p. 191-203, 1985. [https://doi.org/10.1016/0016-7185\(85\)90028-4](https://doi.org/10.1016/0016-7185(85)90028-4).
- HALL, A. D; FAGEN, R. E. Definition of systems. **General Systems**. Yearbook, v. 1, 1956.
- KOFF, G. L. **Geoecology and Ecological Orientation of Traditional Sciences of the Geological Cycle, in Inzhenernaya geologiya segodnya i zavtra**: Tr. Mezhdunar, Konf. Engineering Geology Today and Tomorrow: Proc. of Intern. Conf., Moscow: Mosk. Gos. Univ., 1996, p. 131-132.
- KLUBOV, S. V.; PROZOROV, L. L. **Geoekologiya: istoriya, ponyatiya, sovremennoe sostoyaniye Geoecology: History, Concepts, and Current State**, Moscow: VNIIZarubezh geologiya, Department of Geoecology, 1993.
- KURILENKO, V. V. **Ecologic Geology: its role in earth sciences and its position in the structure of ecological knowledge**. School of ecologic geology and rational land use, University Youth Sci. Conf., St. Petersburg, p. 45-61, 2004.
- METZGER, J. P. O que é ecologia de paisagens? **Biota Neotropica**, Campinas, SP, v. 1, n. 1/2, p. 1-9, 2001. DOI: <https://doi.org/10.1590/S1676-06032001000100006>.

MEZOSI, G.; KEVEI, I. B.; MUCSI, L.; VALGO, I. First results of GIS based geo-ecological mapping. **Acta Geographica Szegediensis**, [S.l.], v. 31, p. 71-82, 1993.

MORIN, E. **Introdução ao pensamento complexo**. Porto Alegre: Sulina; 2006.

NOGUERA DE ECHEVERRI, A. P. **El Reencantamiento del mundo**. v. 11. Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente (PNUMA). Oficina Regional para América Latina y el Caribe, 2004.

ODUM, E. P.; BARRET, G. W. **Fundamentos de ecologia**. 5. ed., São Paulo: Cengage Learning, 2011.

RODRIGUEZ, J. M. M.; SILVA, E. V.; CAVALCANTI, A. P. B. **Geocologia das paisagens: uma visão geossistêmica da análise ambiental**. 6. ed., Fortaleza: Edições UFC, 2022.

RODRIGUEZ, J. M. M.; SILVA, E. V.; CAVALCANTI, A. P. B. **Geocologia das Paisagens: uma visão geossistêmica da análise ambiental**. Fortaleza: Editora UFC, 2004.

RODRIGUEZ, J. M. M. **Apuntes de Geografía de los Paisajes**. La Habana: Ed. André Voisin. 1984.

RODRIGUEZ, J. M. M.; SILVA, E. V. A Classificação das Paisagens a partir de uma visão geossistêmica. **Mercator**, Fortaleza, v. 1, n. 1, p. 95-112. 2002.

RODRIGUEZ, J. M. M. Análise e síntese de abordagem geográfica de pesquisa para o planejamento ambiental. **Revista do Departamento de Geografia**, São Paulo, v. 9, 1994

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

SALGUEIRO, T. B. Paisagem Geografia. **Finisterra**, Portugal, v. 36 n. 72, p. 37-53, 2001. DOI: <https://doi.org/10.18055/Finis1620>.

SMUTS, J. C. **Holism and Evolution**. Mcmillan Company, New York, 1926.

SOCHAVA, V. B. Definición de algunos conceptos y términos de la Geografía Física. **Trabajos del Instituto de Geografía de Siberia**, n. 3, 1963.

SOCHAVA, V. B. **Introducción a la Teoría de los Geosistemas**. Novosibirsk: Editorial Nauka, 1978.

TANSLEY, A. G. The use and abuse of vegetational concepts and terms. **Ecology**, [S.l.], n. 16, p. 284-307, 1935.

TROFIMOV, V. T. Geoecolgy: present state, causes of many sided nature, and postulates of formation of its new theoretical content, *Izv. sektsii nauk o zemle*, **RAEN**, [S.l.], n. 13. 2005.

TROFIMOV, V. T. Paradoxes of Modern Geoecology. **Moscow University Geology Bulletin**, v. 64, n. 4, p. 203–213. 2009.

TROLL, C. Landscape ecology (geo-ecology) and biogeocenology: a terminological study. **Geoforum**, [S.l.], v. 2, n. 4, p. 43-46. 1971. DOI: [https://doi.org/10.1016/0016-7185\(71\)90029-7](https://doi.org/10.1016/0016-7185(71)90029-7).

TROPPEMAIR, H. **Geossistemas e Geossistemas Paulistas**. Rio Claro: IGCE, UNESP, 2000.

TURNER M. G. Landscape ecology: the effect of pattern on process. **Annual Review of Ecology and Systematic**, [S.l.], n. 20, p. 171-197. 1989.

URQUIJO, P. S.; BOCCO, G. Los estudios de paisaje y su importancia en México, 1970-2010. **Journal of Latin American Geography**, [S.l.], v. 10 n. 2, p. 37-63, 2011. DOI: <http://dx.doi.org/10.1353/lag.2011.0025>.

VIDAL, M. R.; SILVA, E. V. Enfoque estrutural e funcional da Geoecologia das paisagens: modelos e aplicações em ambientes tropicais. **Geofronter**, [S.l.], n. 7, v. 1. 2021.

VIDAL, M. R.; MASCARENHAS, A. L. S. Estrutura e funcionamento das paisagens da área de proteção ambiental do estuário do rio Curu/CE. **Confins**, [S.l.], v. 43, p. 1-12, 2019. DOI : <https://doi.org/10.4000/confins.24800>.

VIDAL, M. R.; SILVA, E. V.; RODRÍGUEZ, J. M. M.; MASCARENHAS, A. L. S. Análise de modelos funcionais em paisagens litorâneas. **Revista do Instituto Histórico e Geográfico do Pará**, Belém, v. 1, n. 1, p. 103-116, 2014. DOI:10.17553/2359-0831/ihgp.n1v1p107-122.

VIDAL, M. R. **Geoecologia das paisagens: fundamentos e aplicabilidades para o planejamento ambiental no baixo curso do rio Curu-Ceará-Brasil**. 2014. Tese (Doutorado) – Programa de Pós-graduação em Geografia, Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2014.