

A filosofia e o método da abordagem geossistêmica na Geografia Física

Philosophy and the Geosystems Approach method in Physical Geography

La philosophie et la méthode de l'approche géosystémique dans la géographie physique

Cristina Silva de Oliveira
Universidade Federal de Jataí
crisoliveira@ufj.edu.br

Carlos Eduardo das Neves
Universidade Estadual do Oeste do Paraná – Campus Marechal Cândido Rondon
carlos.neves1@unioeste.edu.br

Roberto Marques Neto
Universidade Federal de Juiz de Fora
roberto.marques@ufjf.edu.br

Resumo

Diante da escassez de trabalhos teóricos de geógrafos físicos sobre as questões de epistemologia e método, o presente artigo discute dois temas principais: primeiro, algumas ligações da Geografia Física com a Filosofia e suas relações com o pensamento científico; na sequência, as questões de método, metodologia e os níveis hierárquicos de abordagem empregadas no estudo dos geossistemas – perspectiva norteadora da presente proposta. Para a realização da pesquisa, efetuou-se levantamento bibliográfico, atendo-se ao ideário russo-soviético sobre o geossistema com o intuito de sistematizar e problematizar as ideias desenvolvidas pela Geografia Física, com destaque às suas filiações teórico-metodológicas. Em seguida, buscou-se articular o contexto histórico de desenvolvimento da teoria geral dos sistemas e dos geossistemas a partir de suas particularidades conceituais e metodológicas. O exame diacrônico da estruturação e dos fundamentos da teoria geossistêmica permitiu estabelecer correlações conceituais no âmbito da Geografia Física em particular, considerando seus antecedentes na história do pensamento científico em geral.

Palavras-chave: Geossistema. Epistemologia. Geografia Física.

Abstract

Given the dearth of theoretical work published by physical geographers on issues around epistemology and method, this paper discusses two main topics: first, some connections between Physical Geography and Philosophy and its relations with scientific thought; then, issues on method, methodology, and hierarchical levels of approach resorted to in the study of geosystems – the guiding perspective in this paper. The study drew on bibliographic research and took into account the Russian-Soviet view on geosystems in order to systematize and problematize the ideas developed by Physical Geography, with emphasis on its theoretical-methodological linkages. Subsequently, the study sought to articulate the historical context of development of general systems theory and geosystems theory, based on their conceptual and methodological particularities. A diachronic examination of the structuring and grounds of geosystems theory allowed establishing conceptual correlations in the field of Physical Geography in particular, considering its backgrounds in the history of scientific thought in general.

Keywords: Geosystems. Epistemology. Physical Geography.

Résumé

En raison de la rareté des travaux théoriques publiés par les géographes physiques sur des questions d'épistémologie et de méthode, cet article aborde deux sujets principaux: d'abord, quelques liens entre la géographie physique et la philosophie et ses relations avec la pensée scientifique; ensuite, des questions sur la méthode, la méthodologie et les niveaux hiérarchiques d'approche employés dans l'étude des géosystèmes – la perspective directrice de cet article. L'étude s'est appuyée sur des recherches bibliographiques et a pris en compte la vision russo-soviétique des géosystèmes afin de systématiser et de problématiser les idées développées par la géographie physique, en mettant l'accent sur ses liens théoriques et méthodologiques. Par la suite, l'étude a cherché à articuler le contexte historique du développement de la théorie générale des systèmes et des géosystèmes sur la base de leurs particularités conceptuelles et méthodologiques. L'examen diachronique de la structuration et des fondements de la théorie des géosystèmes a permis d'en établir des corrélations conceptuelles dans le domaine de la géographie physique en particulier, compte tenu de ses antécédents dans l'histoire de la pensée scientifique en général.

Mots-clés: Géosystème. Épistémologie. Géographie physique.

Introdução

Pesquisas de cunho filosófico-epistemológico e sobre o método científico são mais comuns na Geografia Humana do que na Geografia Física (CLAUDINO, 2019). Tal perspectiva é reforçada por renomados geógrafos físicos (GREGORY, 1992; RHOADS; THORN, 1994, 1996; CHRISTOFOLETTI, 1999; LANE, 2001; CASSETI, 2002; INKPEN, 2005; REIS JÚNIOR; PEREZ FILHO, 2009; CLIFFORD; FRENCH; VALENTINE, 2010) que, ao se debruçarem no desenvolvimento do conhecimento geográfico, confirmam a pouca relevância atribuída à pesquisa epistemológica no debate geográfico sobre a natureza.

As contribuições epistemológicas produzidas na Geografia Física brasileira aparecem, sobretudo, nos trabalhos teóricos de caráter mais geral sobre campos disciplinares (SUERTAGARAY; NUNES, 2001; SUERTEGARAY; MORETTI, 2014; VITTE, 2008;

VITTE, 2011) ou mais particularizados acerca de determinado autor (REIS JÚNIOR, 2007) ou de um conceito específico (VITTE, 2007; CAVALCANTI, 2013; NEVES, 2019; OLIVEIRA; MARQUES NETO, 2020). Esses debates merecem atenção dos geógrafos físicos preocupados com a natureza do trabalho científico e conscientes do caráter provisório e não neutro da produção científica (MORIN, 2005).

Somado a isso, o desenvolvimento das atividades e objetivos acadêmicos das pesquisas eminentemente aplicadas (caráter empírico prático) da Geografia Física tem subvalorizado ainda mais a discussão filosófica e de método em seus trabalhos (GREGORY, 1992; LANE, 2001; REIS JÚNIOR; PEREZ FILHO, 2009). Essa característica, institucionalmente atribuída à referida ciência desde suas origens, suscita a necessidade de pensar uma ciência geográfica para além do pragmatismo (LIMA, 2020), disposta a contribuir ativamente para a implementação de políticas ambientais baseadas, por exemplo, no estudo dos geossistemas (SOUZA, 2015).

No entanto, é necessário ultrapassar: 1) o entendimento da questão teórica como campo de uma disciplina em específico; 2) o esquecimento das matrizes filosóficas que sustentam os conceitos e categorias; 3) o entendimento da teoria como um relato historicista de um determinado conceito; e 4) a inconsistência da relação teoria-prática ao aplicar conceitos aos problemas observados no terreno (LIMA, 2020), fatos observados na análise da produção sobre o geossistema no Brasil (NEVES, 2019). Nesse sentido, o método na pesquisa científica, em particular na Geografia Física, deve ser entendido, sob uma perspectiva ampla e dialógica, como o modo pelo qual os pesquisadores e estudiosos constroem seus conhecimentos, sua compreensão e interpretação crítica no campo da ciência. Enfim, refere-se à orientação filosófica adotada pelo pesquisador, o que contribui com a ideia de que o método está vinculado a uma concepção de realidade, de mundo e de vida de um determinado pesquisador espacial e temporalmente localizado.

Debater as dimensões filosóficas e do método em trabalhos da Geografia Física pode contribuir para um maior aprofundamento sobre a natureza das ciências ambientais, além de contribuir para a resolução de problemas práticos, como: mapeamentos das mudanças ambientais; perda da biodiversidade e geodiversidade dos lugares; equacionamento das diferentes fontes de poluição; e degradação dos serviços ecossistêmicos (LANE, 2001; FROLOVA, 2018). Nesses temários, os geógrafos físicos estão fazendo enormes contribuições para os seus pares, em particular, e para as ciências ambientais em geral (CORREA, 2016; NEVES; SALINAS, 2017).

Diante desse contexto, a compreensão do arcabouço conceitual que envolve o estudo geossistêmico deve ser analisado em um quadro mais amplo da produção científica, não apenas em seu pragmatismo (REIS JÚNIOR; PEREZ FILHO, 2009). Sem essa consideração, o conceito e o método de pesquisa a ele inerente seriam entendidos como meros vocábulos e verbetes, sem a necessária absorção do saber construído pelos autores em seus contextos histórico, cultural, social e político particulares (CAVALCANTI; CORREA, 2017; OLIVEIRA; MARQUES NETO, 2020).

Nesse sentido, uma questão principal norteia as reflexões deste trabalho: quais são as filiações paradigmáticas da abordagem geossistêmica na Geografia Física? Na tentativa de responder essa questão, busca-se compreender a construção teórico-metodológica do geossistema em um contexto mais amplo de produção científica. Para alcançar esse objetivo, realiza-se uma revisão bibliográfica direcionada que articula, inicialmente, a Geografia Física e a Filosofia da Ciência através da identificação dos paradigmas que tiveram maior repercussão nos trabalhos desenvolvidos pelos geógrafos físicos. Posteriormente, discute-se a teoria sistêmica correlacionada aos estudos de níveis de organização do geossistema, indicando seus principais avanços e entevros para seu desenvolvimento no âmbito da Geografia Física.

Filosofia da Ciência: paradigmas dominantes na Geografia Física

Embora não seja possível reconstituir completamente a história da Geografia Física, é possível identificar paradigmas que influenciaram grandes teóricos dessa ciência (INKPEN, 2005). São identificadas três vertentes, ou orientações filosóficas principais, nos trabalhos em Geografia com reverberação direta nos trabalhos de geógrafos físicos (GREGORY, 1992): o paradigma mecanicista, o paradigma darwiniano e o paradigma sistêmico.

Inicialmente, tem-se o paradigma mecanicista (cartesiano-newtoniano) que dominou o cenário científico desde as proposições de René Descartes (1596-1650), no século XVII, até a primeira metade do século XX, caracterizado pela valorização de um método empirista e quantitativo pelo uso da razão científica, pela defesa da experiência como fonte principal do conhecimento e pela consideração das ciências empírico-formais como paradigmas de cientificidade e modelos para as demais ciências (JAPIASSU; MARCONDES, 2001).

O paradigma mecanicista está reduzido a uma mecânica simples, uma vez que entende a natureza através de suas “peças”. Apesar de seu grande auxílio ao desenvolvimento da sociedade e da ciência moderna, ele não possui ferramentas necessárias para que se possa compreender com amplitude os conflitos socioambientais da atualidade, levando a uma mentalidade determinista dos recursos e do próprio homem (NEVES *et al.*, 2014; VICENTE; PEREZ FILHO, 2003), pois valoriza uma concepção de natureza exteriorizada ao homem/sociedade (CASSETI, 2002). Além disso, foi responsável por impor uma tradição na filosofia e na história da ciência, que sustenta a necessidade de que a investigação e a pesquisa sejam objetivas e politicamente neutras (MORIN, 2000).

A influência mais significativa do paradigma cartesiano na Geografia Física ocorreu através da incorporação do método científico. A busca pela universalidade na explicação dos fenômenos através do rigor matemático, das coletas amostrais, das classificações de dados e das observações empíricas sistemáticas sobre fenômenos da natureza, são marcas desse método nos trabalhos dos geógrafos físicos desde os naturalistas dos séculos XVIII e XIX. Entre os principais pesquisadores teóricos desse período, estão: James Hutton (1726-1797), Charles Lyell (1797-1875), Jean Louis Rodolphe Agassiz (1807-1873), Georges Curvier (1769-1832), Clarence Edward Dutton (1841-1912), Anselme Gaëtan Desmaret (1756-

1825), William Smith (1769-1839), Alfred Lothar Wegener (1880-1930) e outros (GREGORY, 1992; FIGUEIRÓ, 2015). Embora nesse contexto histórico os estudiosos obtivessem ampla formação nas ciências da terra, todos eles exerceram significativa contribuição no desenvolvimento dos conteúdos e tendências da Geografia Física.

A teoria do uniformitarismo, realizada pelo cientista escocês James Hutton, apresenta-se como uma das mais influentes teorias na constituição da Geografia Física (GREGORY, 1992). Através de informações empíricas, o naturalista descreveu que os processos geológicos que ocorrem no presente também ocorreram no passado. Assim, eventos geológicos passados, como mudanças nas antigas bacias hidrográficas, poderiam ser explicados por processos que ainda ocorrem atualmente (RAFFERTY, 2012). O cientista escocês postula que os agentes naturais que atuam no sistema terrestre hoje operaram com uniformidade geral através de períodos imensamente longos. A concepção científica em questão estabelece um debate histórico com o paradigma catastrofista, que teve em Georges Cuvier um de seus mais influentes defensores, possibilitando o uso da paleontologia e dos eventos catastróficos para entender a variabilidade de espécies na terra segundo uma ótica ainda criacionista. O princípio de uniformidade postula que os fenômenos exibidos nas rochas podem ser inteiramente representados por processos geológicos que continuam a operar nos dias de hoje, afirmando que “o presente é a chave do passado” (FIGUEIRÓ, 2015).

Para além do debate uniformitarismo x catastrofismo, a noção de evolução foi finalmente arregimentada no paradigma darwiniano formulado a partir da teoria da evolução das espécies concebida pelos naturalistas britânicos Charles Darwin (1809-1882) e Alfred Russel Wallace (1823-1913) (FIGUEIRÓ, 2015). As principais contribuições científicas de Darwin, ainda com forte influência do mecanicismo, destacadas por Casanova (2004, p. 264), foram: 1) substituição de um mundo estático por outro em evolução, indicando o fim do fixismo; 2) refutação de uma teleologia cósmica determinada por uma divindade; 3) inclusão dos seres humanos na evolução das espécies; 4) explicação da evolução biológica por meio da seleção natural encontrada à margem dos dogmas cristãos; 5) substituição do “essencialismo” pitagórico pela pesquisa empírica das populações; e 6) uso do método hipotético-dedutivo nas explicações causais, nas generalizações, nos estudos das origens e predições.

Mesmo que fortemente atrelado ao paradigma mecanicista, o paradigma darwiniano aparece, no interior da Geografia Física, amalgamado à ideia da mudança através do tempo (abordagem histórica), com repercussão no estudo e teorização das formas de relevo e na ecologia das plantas, com a ideia de “processo universal de desenvolvimento das formações” e “formações clímax”, respectivamente (GREGORY, 1992).

Uma das teorias centrais da geomorfologia foi construída a partir do pensamento evolutivo darwiniano – a teoria do ciclo de erosão. Willian Morris Davis usou o conceito de mudança progressiva através de etapas predefinidas como base para sua visão da evolução do relevo. Nessa perspectiva, qualquer forma de relevo e qualquer paisagem teve que passar pelas etapas definidas em seu ciclo de erosão (DAVIS, 1899). Assim, o modelado terrestre poderia ser classificado por sua morfologia, em um estágio particular nesta evolução

predeterminada, através da juventude, maturidade e velhice. Nessa linha de pensamento, a gênese do relevo está relacionada à estrutura geológica, aos processos operantes e ao tempo, sendo este último o fator-chave para a compreensão do modelado terrestre em uma perspectiva histórica (ABREU, 1983; CASSETI, 2002). Além das influências na geomorfologia, cita-se o efeito da teoria da evolução nos estudos dos solos, na biogeografia (sucessão das plantas – sequência evolutiva das plantas) e na climatologia, incentivando abordagens históricas em Geografia Física por aproximadamente cem anos (GREGORY, 1992).

A terceira orientação filosófica é o paradigma que se estrutura em torno das tecnociências e ciências da complexidade desde a segunda metade do século XX e princípios do século XXI: o paradigma sistêmico. Tal orientação surge da necessidade do entendimento da dinâmica dos fluxos de matéria e energia da natureza, bem como da sua conservação e dissipação (DRACK, 2009).

O marco conceitual desse paradigma é atribuído à sistematização da teoria geral dos sistemas do biólogo austríaco Ludwig von Bertalanffy. Tal teoria é apresentada em um artigo publicado em 1931 intitulado “*General System Theory*” e com a publicação da obra “*Cibernética ou Controle e Comunicação no Animal e na Máquina*” de Nobert Wiener em 1948 (CASANOVA, 2004). Além desses textos precursores, destacam-se, entre os anos de 1930 e 1950, os trabalhos de: 1) Paul Alfred Weiss, que auxilia na consolidação da questão sistêmica na Biologia; 2) Alan Turing, que discute o sistema de lógica formal para a máquina de pensar; 3) John von Neumann, que reflete sobre a construção de um computador; 4) Claude Shannon, que define de forma matemática a entropia e a neguentropia; e 5) Ilya Prigogine, que estuda a termodinâmica e os sistemas dissipativos no campo da físico-química e cosmologia. Todos esses autores foram importantes para a consolidação dessa nova orientação filosófica no campo das ciências que conhecemos como análise sistêmica (CASANOVA, 2004).

A versatilidade da teoria geral dos sistemas se dá por evidenciar pontos em comum nas diferentes áreas do conhecimento. Enfatiza que existem problemas similares que podem ser resolvidos com soluções similares. Isto quer dizer que todas as áreas do conhecimento podem ser lidas por meio da lente sistêmica, pois permitem a análise dos elementos como unidade e totalidade, das interações, das hierarquizações, das dinâmicas associadas às entradas e saídas de matéria, energia e informação do sistema, bem como das interdependências que possibilitam a interação com o ambiente externo, o que valoriza a ideia de sistema aberto.

Corroborando a discussão anterior, neste paradigma devem ser levadas em consideração as seguintes contribuições: 1) privilégio da análise das relações, das estruturas e organizações dos complexos ou das redes que permitem melhor alcançar determinados objetivos; 2) prioridade não apenas ao estudo da matéria e da energia, mas também da informação, como comunicação, como sinapse-interface e como interdefinição de relações que se estruturam e se convertem em sistemas; 3) combinação entre o cálculo determinista, o cálculo de probabilidades e a informação e; 4) consideração de uma

historicidade irreversível e não linear, feita de rupturas e de continuidades, afastando-se, assim, da visão estruturalista (CASANOVA, 2004).

O desenvolvimento das ideias atreladas ao terceiro paradigma encontra seus expoentes na Geografia Física a partir da década de 1960, através das contribuições de Chorley e Kennedy (1971), que fornecem a primeira base para o estudo da forma e função dos sistemas complexos (CHRISTOFOLETTI, 1999). O desenvolvimento de tipologias de aplicação de sistemas resultou em longas listas de diferentes tipos de sistemas baseados em uma série de critérios que valorizavam a investigação espacial e o estudo das bacias de drenagem (ABREU, 1983).

Strahler (1980) adaptou o conceito de sistemas abertos (complexo de elementos em interação e em intercâmbio com o ambiente) de Ludwig von Bertalanffy (1977). Além disso, incorporou em sua proposta a classificação hierárquica de sistemas em geografia física organizada por Chorley e Kennedy (1971) para o estudo dos sistemas fluviais. Assim, propôs uma classificação de sistemas para a Geografia Física em cinco níveis: 1) aborda os dados coletados para a formulação do sistema funcional; 2) apresenta o conjunto de variáveis morfológicas; 3) discute os sistemas de fluxo de energia e matéria; 4) discorre sobre os sistemas de forma e de processo (integração de dados do segundo e terceiro níveis); e 5) aborda os sistemas regulados por feedback cibernético. O referido autor define as variáveis do sistema através de análise dimensional em quatro classes: 1) variáveis dinâmicas relacionadas à energia, força e tensão; 2) variáveis de fluxo de massa, expressando taxas de fluxo de matéria; 3) variáveis de geometria que descrevem tamanho e forma dentro dos sistemas e; 4) variáveis de propriedade do material, incluindo constantes ambientais e variáveis reguladoras (STRAHLER, 1980).

De modo correlato, Terjung (1976) utiliza quatro diferentes critérios para separar a modelagem de sistemas em Geografia Física, como: 1) o tipo de argumento lógico utilizado na explicação (indução ou dedução); 2) o nível de explicação (entidades individuais ou o sistema como um todo); 3) o grau de comportamento determinista; e 4) o nível de descrição em oposição à explicação. A partir desse debate, valorizam-se os processos de quantificação, as relações entre variáveis, o uso de imagens aéreas, cartas topográficas, imagens de radar e, principalmente, a aplicação da teoria das redes, da informação e da cibernética na Geografia Física. Nesse período, buscou-se desenvolver teorias que atuassem como modelos preditivos de fenômenos naturais diferentes e durante longos períodos, como é o caso do geossistema.

Os três paradigmas “hegemônicos”, no contexto geral das ciências ambientais onde assentasse o debate realizado pelos geógrafos físicos, estão relacionados e evoluíram, cada qual a seu tempo, afetando e encorajando mudanças uns nos outros. A partir desses paradigmas, diferentes abordagens foram desenvolvidas nas ciências ambientais e em especial na Geografia Física, as quais buscaram explicar a estrutura, o funcionamento, a dinâmica e a evolução da natureza. A mudança do segundo para o terceiro paradigma demarca uma ruptura expressiva de teoria e método em Geomorfologia e em Geografia Física no Brasil (VITTE, 2011). Essa ruptura epistemológica, também sentida em outros subcampos geográficos (MONTEIRO, 1976; FIGUEIRÓ, 2015), forneceu as bases para o desenvolvimento de pesquisas interessadas nos estudos dos processos e complexidades dos

sistemas ambientais físicos, entendidos como sistema abertos; portanto, uma ruptura essencial ao debate sociedade-natureza como par dialético.

Contexto histórico de desenvolvimento da teoria geral dos sistemas e suas influências na teoria dos geossistemas

A introdução dos estudos orientados pela abordagem geossistêmica em Geografia Física foi elemento essencial para a construção de um novo fundamento para o entendimento do ambiente. O pensamento sistêmico tornou-se a principal vertente para a compreensão dos processos, formas e dinâmica na Geografia Física e suas subáreas (VICENTE; PEREZ FILHO, 2003). Com variadas dimensões filosóficas e científicas, o pensamento sistêmico remonta a pensadores como Aristóteles, Nicolau de Cusa, Ibn-Khaldum, Paracelso, Vico e Leibniz (QUARANTA, 2008). O filósofo Immanuel Kant, o geólogo James Hultton e o naturalista e geógrafo alemão Alexander von Humboldt são apontados como precursores das ideias sobre unidade do planeta Terra (CAPRA, 2013). O autor acreditava, a partir da teoria geral dos sistemas, que era possível construir uma contracorrente de pensamento com base em argumentos que sugerem que o todo é mais do que apenas uma agregação de partes, devido à existência de propriedades emergentes dos sistemas abertos.

Neste contexto, Bertalanffy (1977) propôs a Teoria Geral dos Sistemas (*General Systems Theory*) como base analítica e prática para todas as disciplinas, ou seja, pressupunha uma *episteme* complexa e que, na essência, buscava uma linguagem científica única que englobasse todos os campos do conhecimento através da definição e análise de componentes e estruturas funcionais inerentes a todos os campos da realidade, os quais colocam-se como suporte para sua a compreensão de sistema (VICENTE; PEREZ FILHO, 2003).

Os aspectos filosóficos da teoria geral dos sistemas publicados em artigos e livros nas décadas de 1950 e 1960 podem ser explicitados em três questões fundamentais: 1) a ciência dos sistemas, que lida com a investigação científica dos sistemas e com a teoria em várias ciências; 2) a tecnologia dos sistemas, que está preocupada com as operações de computadores e com o desenvolvimento teórico; e 3) a filosofia dos sistemas, que envolve a reorientação do pensamento e da visão de mundo como resultado do advento dos sistemas como um novo paradigma (GREGORY, 1992).

Bertalanffy (1977) elaborou sua teoria a partir da concepção organicística da Biologia. Para o autor, a Biologia não deveria ocupar-se apenas dos níveis moleculares e físico-químicos, mas também dos níveis mais elevados de organização da matéria viva. Nesse sentido, o biólogo austríaco defendia uma concepção que considerasse o organismo como uma totalidade ou sistema, reconhecendo-o como sistema aberto que, como citado anteriormente, refere-se ao complexo de elementos em interação e em intercâmbio com o ambiente.

Na terminologia de Bertalanffy (1977), o vocábulo *sistema* denota uma totalidade organizada feita de elementos solidários que só podem definir-se uns em relação aos outros em função do lugar que ocupam nessa totalidade. Um sistema, então, é uma totalidade criada

pela integração de seus componentes. Portanto, sistema é uma entidade que contém um conjunto estruturado de componentes cujas inter-relações estruturais e funcionais criam uma inteireza que não foi implicada por aqueles componentes em desagregação (MORIN, 2000).

No plano teórico em Geografia Física, a formulação do conceito de sistemas descrito anteriormente tornou-se quadro referencial para a construção da teoria geossistêmica. Os conceitos de estrutura do sistema, funcionamento (transferência de matéria e energia), estado (transição ou (des)equilíbrio) e dinâmica dão alicerce para essa concepção teórico-metodológica (Figura 1).

Pressuposto	Os pressupostos teórico-metodológicos da teoria geral dos sistemas que sustentam a pesquisa geossistêmica
1	• A ideia de unidade e totalidade: o sistema natural é um “todo” com propriedades irredutíveis (o “todo” resulta de uma composição diferente, independente da somatória dos elementos constituintes).
2	• Hierarquia: sistemas naturais coordenam interfaces na hierarquia da natureza (sistemas existem dentro de sistemas: cada sistema é constituído de subsistemas e, ao mesmo tempo, faz parte de um sistema maior);
3	• Contexto: sistemas naturais mantêm-se a si próprios, em um ambiente em mudança;
4	• Troca de matéria e energia: os sistemas são abertos - cada sistema existe dentro de um meio ambiente constituído por outros sistemas, apresentando importação e exportação, construção e demolição dos materiais que o compõem;
5	• Interações intersistêmicas: as relações do sistema com seu ambiente se dão por relações de retroalimentação;
6	• A ideia de organização: a organização como um sistema de variáveis mutuamente dependentes.

Figura 1: A teoria geral dos sistemas nos estudos geossistêmicos
 Fonte: adaptado de Vasconcellos (2006)

A linguagem de sistemas enquanto recurso teórico-metodológico permitiu que os trabalhos geossistêmicos produzidos na Rússia priorizassem a utilização de técnicas estatísticas e matemáticas, como: 1) a modelização para descrição do geossistema; 2) a pesquisa sobre a dependência e interdependência dos sistemas; 3) a classificação dos geossistemas enquanto sistemas hierárquicos; e 4) o estudo dos processos e dinâmicas das áreas estudadas (SOCHAVA, 1977).

Dessa forma, o princípio teórico do geossistema foi formulado por Viktor Sochava como fundamento para a compreensão dos mecanismos que regulam a organização (estrutura, função e dinâmica) dos complexos territoriais naturais, ou seja, um debate que aplica de modo integral o pensamento sistêmico ao entendimento dos sistemas espaciais geográficos. Para Sochava (1977), o geossistema representa uma classe especial de sistemas abertos, hierarquicamente organizados que estabelecem conexões com os fatores sociais e

econômicos, os quais influenciam na estrutura e peculiaridade espacial. Nesse contexto, apresenta-se, a seguir, os princípios conceituais que dão sustentação à teoria geossistêmica, pautando-se, sobretudo, na perspectiva russo-soviética do temário, com destaque para seus níveis hierárquicos.

Níveis hierárquicos de abordagem na teoria geossistêmica

A teoria geossistêmica foi formulada por Sochava, nos anos de 1960, com o propósito de apresentar um quadro teórico-metodológico de referência para a Geografia Física pautado na ideia de integração entre os elementos dos sistemas naturais que subsidiasse o estudo das organizações espaciais geográficas em múltiplas escalas e que, ao mesmo tempo, permitisse o mapeamento do funcionamento e dinâmica dos sistemas espaciais geográficos (Figura 2). Assim, subsidiada pelo acúmulo de experiências e informações decorrentes das expedições geográficas e, no aprofundamento das concepções teóricas relacionadas aos estudos da paisagem, na ideia de complexo territorial natural, na teoria geral dos sistemas, nas leis gerais da termodinâmica e geoquímica, o desenvolvimento da teoria dos geossistemas permitiu, nos anos de 1960, propor soluções à problemas metodológicos vivenciados pela ciência da paisagem, uma vez que, até essa década, as tipologias das paisagens de certos complexos territoriais de origens diferentes não haviam sido debatidas (FROLOVA, 2006, 2018; NEVES, 2020).

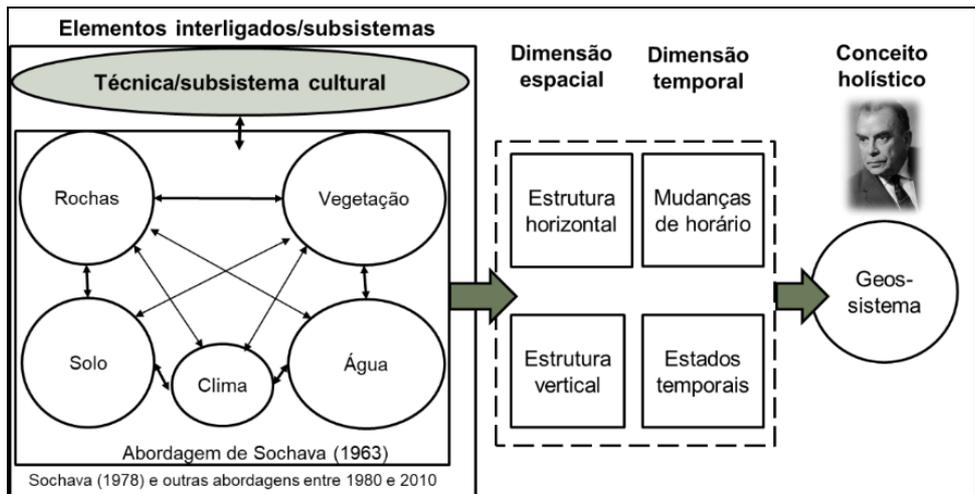


Figura 2: A teoria geossistêmica de Viktor Sochava
Fonte: Adaptado de Frolova (2018)

A partir do geossistema, Sochava realiza mudanças não apenas na ciência da paisagem, mas na Geografia de uma forma geral (RODRIGUEZ, SILVA, VICENS, 2015), pois essa incorporação do sistemismo na análise de sistemas espaciais permitiu o crescimento científico e a ampliação do uso prático dos resultados adquiridos junto às

estações experimentais soviéticas (SOCHAVA, 1977, 1978), associando as dimensões temporal e espacial dos sistemas analisados a partir de um conceito holístico: o geossistema (Figura 2).

Dessa forma, Rodriguez, Silva e Vicens (2015) formulam, baseados em Sochava (1978), uma série de problemas e perspectivas que formam o ideário geossistêmico russo-soviético e que, de certa forma, apontam um direcionamento da pesquisa realizada pela Geografia Física de base sistêmica (Figura 3).

Pressupostos	Ideias norteadoras da pesquisa geossistêmica de base russo-soviética
1	• análise dos axiomas e de outras propostas da teoria sobre geossistemas como parte da teoria (meta teoria) geral dos sistemas;
2	• a modelagem de geossistemas, tendo em conta a sua dinâmica espontânea, sua dinâmica antropogênica e seu regime natural integral correspondente;
3	• a busca de procedimentos racionais para a avaliação quantitativa dos geossistemas e dos processos formadores de paisagens, destacando o aparato matemático usado para tal uso;
4	• análise sistêmica das relações espaciais na esfera geográfica nos níveis global, regional e topológico;
5	• o estudo dos aspectos espaço-temporais de geossistemas e a criação de seus modelos gráficos, sobretudo os mapas que estão relacionados aos problemas de proteção e otimização do uso ambiente;
6	• os problemas da evolução dos geossistemas e a utilização dos princípios da abordagem sistêmica na paleogeografia;
7	• o estudo da influência de fatores socioeconômicos no ambiente natural e o prognóstico dos geossistemas futuros;
8	• a investigação multilateral de pré-requisitos naturais para a formação de complexos territoriais produtivos;
9	• a fundamentação do uso racional dos recursos naturais, tendo em conta o seu restabelecimento e enriquecimento (para os recursos renováveis);
10	• a elaboração dos fundamentos físico-geográficos para a proteção e a otimização do ambiente natural para a vida e o trabalho humano;
11	• a especialização geográfica dos projetos de uso e proteção do ambiente geográfico complexo;
12	• o tratamento e sistematização de informações sobre a natureza das regiões e países para o ensino e a criação de fundos informativos.

Figura 3: Pressupostos norteadores da pesquisa geossistêmica russo-soviética
 Fonte: adaptado de Rodriguez, Silva e Vicens (2015)

Portanto, a ideia original de geossistema corresponde a um conjunto de elementos naturais que mantêm interações e inter-relações entre si, representando

entidades organizadas na superfície terrestre cuja espacialidade obedece a características inerentes à cada localidade (CHRISTOFOLETTI, 1999).

Cabe salientar que os geossistemas são definidos por uma estrutura, um funcionamento e um estado. A estrutura espacial corresponde ao arranjo formado pela organização e pelas relações entre os elementos constituintes do sistema (geocomplexo), que é um arranjo estável em relação ao tempo (RODRIGUEZ, SILVA, CAVALCANTI, 2002). O funcionamento descreve as relações funcionais dos elementos formadores do geossistema, ou seja, a sequência de processos que atuam permanentemente na transmissão de energia, massa e informação, garantindo a conservação de um estado do geossistema (RODRIGUEZ, SILVA, CAVALCANTI, 2002). Para Christofoletti (1999), o funcionamento é o conjunto de transformações ligadas aos fluxos de matéria e energia em um determinado espaço e tempo.

Ao exemplificar tais termos, observa-se que “o funcionamento tem a ver com o conjunto de transformações ligadas aos ciclos da água, massas de ar, energia solar etc.” (REIS JÚNIOR, 2007, p.181). Dessa forma, “estrutura e funcionamento específicos definem um estado. A sucessão de estados define, por sua vez, um geossistema também específico” (REIS JÚNIOR, 2007, p.181). Assim sendo, “as abordagens temporal e espacial não se separam mais. [...] Estados mudam quando estrutura e funcionamento modificam (massa e balanço energético, portanto) ou quando o *input* é alterado (na pluviometria, na radiação térmica etc.)” (REIS JÚNIOR, 2007, p.181). Portanto, o estudo do geossistema é uma rotina espaço-temporal, sendo que o estudo de sucessivos estados do geossistema se define por uma sucessão de estados ao longo do tempo (SOCHAVA, 1978).

Dessa forma, o estudo dos geossistemas encontra-se amalgamado às ideias de hierarquia estrutural e funcional na composição interna da organização espacial. “Trata-se de analisar a estrutura, o funcionamento e a dinâmica da entidade sistêmica, compreendida em seu posicionamento hierárquico integrativo nas entidades organizacionais sistêmicas mais abrangentes” (CHRISTOFOLETTI, 1999, p.49). Dito em outras palavras, os geossistemas integram sistemas que possuem representação espacial expressas por mosaicos homogêneos ou por unidades de área que denunciam dinamismo e integração entre seus elementos, ou seja, o geossistema integra e organiza diversidade numa unidade (SOCHAVA, 1977, 1978; OLIVEIRA, 2013; CAVALCANTI; CORRÊA, 2016; GOMES-DUTRA; VITTE, 2018).

As questões relacionadas com a generalização tipológica e territorial dos geossistemas são abordadas na base de uma abordagem regional-tipológica, utilizando-se, para isso, o princípio de classificação de duas fileiras (ABALAKOV; SEDYKH, 2010). A integração espacial e a subordinação hierárquica de geômeros e geócoros, respectivamente, são construídas com base em uma classificação taxonômica bilateral (SOCHAVA, 1972), conforme Figura 2.

A série hierárquica, acoplando mutuamente geômeros e geócoros, apresenta um sistema de classificação de dimensões planetárias até o nível de investigação topológico

(Figura 4). Hierarquicamente, os geossistemas são classificados pelas fileiras dos geômeros e pela fileira dos geócoros. As unidades superiores na fileira dos geócoros correspondem às zonas físico-geográficas, aos grupos de regiões físico-geográfica e aos subcontinentes; e, na fileira dos geômeros, à perspectiva dos tipos de meio natural e aos tipos de meio natural (tipos de paisagem).

Fileira de Geômeros	Ordem Dimensional	Fileira dos Geócoros	
Perspectivas dos Tipos de Meio Natural	Planetária	Zona Físico-geográfica	
Tipos de Meio Natural		Grupo de Regiões Físico Geográficas	
Classe dos Geomas		Subcontinentes	
Grupo dos Geomas	Regional	Regiões Físico-Geográficas	
Subgrupos dos Geomas		Com Latitudes Zonais	Com Zoneamento Vertical
		Subzona Natural	Província
Geomas		Macrogeócoro (Distrito)	
Classe dos Fácies	Topológica (local)	Topogeócoro	
Grupo dos Fácies		Mesogeócoro	
Fácies		Microgeócoro	
Áreas Homogêneas elementares (Biogeocenoses)		Áreas Elementares Diversificadas	

Figura 4: Divisão Taxonômica dos Geossistemas

Fonte: Sochava (1978)

Sochava (1978) exemplifica como categoria da ordem dos geócoros de nível superior (ordem dimensional planetária): região norte fora do trópico; Polo Ártico; Ásia Setentrional. Na fileira dos geômeros: Cinturão de Paisagens Extratropicais Setentrionais; Tundra Alpina da Ásia Setentrional e Taiga; Planícies e Planaltos da Sibéria Central.

O princípio de classificação de duas fileiras é aplicável não só para as geosferas como um todo, mas, também, de igual modo, para casos que contemplem uma classificação de objetos espaciais de importância setorial, como a vegetação e cobertura do solo (ABALAKOV, 2010; SOCHAVA, 1977). Em outras palavras, o mapa

conjugado de geômeros e geócoros permite considerar as propriedades de homogeneidade e heterogeneidade dos geossistemas, suas peculiaridades tipológicas, aspectos territoriais da generalização, bem como relações hierárquicas, que implicam uma consideração simultânea de diferentes níveis de organização do ambiente natural.

A classificação de geômeros e geócoros é feita, em grande parte, de acordo com a tipologia e os atributos das suas propriedades individuais, respectivamente. Os geômeros são classificados em categorias, com base em uma tipologia, ou seja, paisagens com estrutura homogênea (mesmo conjunto de relevo, solos, vegetação etc.). Os geócoros são classificados em ordens, com base em sua correlação/associação espacial, isto é, paisagens integradas espacialmente (encostas, colinas, vales, conjuntos de drenagem etc.), de caráter único (CAVALCANTI, 2014). Como exemplo de geossistemas da categoria dos geócoros, Oliveira e Marques Neto (2015) mapearam as Cristas Quartzíticas da Mantiqueira Meridional mineira, e Marques Neto *et al.* (2014) e Marques Neto (2018, 2021) aplicaram a referida abordagem na bacia do rio Verde (sul de Minas Gerais) e no contexto geral da porção meridional da Serra da Mantiqueira em Minas Gerais, discernindo os macrogeócoros mesorregionais e suas tipologias. Conforme a escala dos referidos estudos, os geômeros foram classificados em grupos e classes de fácies, e os geócoros segundo unidades macrogeocóricas.

No concernente às abordagens em escala de detalhe, avulta a importância das fácies físico-geográficas, tipologias que aninham as seções mais elementares da paisagem e cuja combinação integrada formam grupos. Alguns atributos de identificação de fácies e grupos de fácies são relatados por Cavalcanti (2013). Para o autor, fácies constitui a menor unidade numa divisão natural do terreno. Portanto, implica que dentro de um determinado território geneticamente unificado exista um número suficiente de fácies semelhantes em sua estrutura da paisagem. Alguns exemplos são descritos por Sochava (1978), como: 1) cristas com vegetação arbustiva baixa, herbáceas e musgos verdes; 2) encostas com mescla de abetos, musgos e arbustos; 3) encostas em afloramentos com mescla de cedros, mirtilos, pequenas ervas e musgos verdes; 4) encostas com mescla de pinheiros, amieiros, gramíneas (*Limnas*), arbustos e musgos verdes; 5) encostas com pinheiros em rochas com líquens, musgos e mirtilos.

Cabe explicar que a classificação dos geossistemas deve revelar a tendência dinâmica do meio natural. A respeito disso, Isachenko (1973) afirma que a dinâmica dos geossistemas pode apresentar estados classificáveis de três modos: de curta (estados que duram menos de 1 ano), média (entre 1 e 10 anos) e longa duração (acima de 10 anos de duração). Dessa forma, a dinâmica da paisagem é causada por processos naturais (espontâneos) e por diversificadas influências antropogênicas, bem como por efeitos da superposição de ambos.

A esse respeito, Oliveira (2013) salienta que é por meio da paisagem que a relação geossistêmica se faz visualizar nos fluxos de matéria e energia existentes entre seus elementos. Nesse âmbito, a dinâmica do geossistema se dá através dos ajustes dos seus componentes, e sua velocidade está em proporção à intensidade desse ajuste frente às alterações energéticas de entrada, com consequências para o fluxo energético de

saída. Assim, a partir da perspectiva soviética, a complexidade estrutural e funcional constitui-se como o caráter mais acentuado dos geossistemas, pois a matéria e a energia estão em contínuo processo de formação e alteração através da relação dialética entre retroações positivas/negativas e de estabilização da estrutura organizacional da paisagem, permitindo, assim, apreender a evolução e a dinâmica dos geocomplexos ambientais.

Dessa forma, partindo de suposições sobre energia e matéria na transformação e organização do geossistema, a proposta teórico-metodológica de Sochava (1977, 1978) (articulada com os fundamentos filosóficos holísticos-sistêmicos) buscava suporte em diversas áreas do conhecimento para o desenvolvimento de uma teoria integradora para a Geografia Física, vislumbrando soluções metodológicas para as interpretações, classificações e mapeamentos integrativos da paisagem.

Com base nessas discussões e visando melhor compreender o debate proposto, articulou-se de modo transversal quatro perspectivas distintas e complementares sobre o geossistema (NEVES, 2019), sendo elas: 1) a relevância de entendimento das condições históricas, culturais, políticas e sociais nas quais surgiu a teoria (ANTIPOV *et al.*, 2008; FROLOVA, 2018); 2) seu objetivo em transpor a disciplina físico-geográfica desenvolvida entre 1917 e 1960, a qual subsidiou a manutenção e a expansão do Estado Soviético (FROLOVA, 2006, 2018); 3) o emprego da teoria como solução aos problemas metodológicos enfrentados pelos estudos paisagísticos entre as décadas de 1950 e 1960 (FROLOVA, 2006); e 4) sua criação como um conceito em “defesa da natureza” devido à exploração dos recursos naturais no período soviético (RODRIGUEZ; SILVA; VICENS, 2015), marcando sua importância para a análise da paisagem e, hoje, do ambiente.

Considerações finais

Bertalanffy propôs a teoria geral dos sistemas como um quadro unificador das ciências durante a década de 1930, opondo-se ao paradigma mecanicista da ciência cartesiano-newtoniana reinante até a primeira metade do século XX. Foi nesse sentido que Sochava propôs os pressupostos teórico-metodológicos do geossistema para a Geografia Física, buscando construir uma teoria que trabalhasse de forma integrada as subdisciplinas da Geografia Física. Mesmo com ênfase em uma Geografia Aplicada, Sochava não se eximiu de reflexões críticas sobre a pesquisa geográfica e suas associações filosóficas e conceituais. Por isso, o debate realizado almejou demonstrar que a teoria dos geossistemas deve ser utilizada junto ao estudo articulador sociedade ↔ natureza, entendido por Sochava (1977, 1978), Bertrand (1982), Isachenko (1991) e Christofolletti (1999) como o objeto integrador da Geografia Física.

O êxito da abordagem geossistêmica na Geografia Física relaciona-se com o desenvolvimento de uma estrutura integrada e abrangente de pensamento para a análise dos complexos geográficos (naturais e antropizados). A esse respeito, o geossistema baseia-se na busca de uma linguagem comum que se aproximasse do contexto geral da

ciência. No entanto, é importante um entendimento das restrições dessa estrutura de pensamento na Geografia Física, por exemplo, a consideração de que a linguagem altamente matemática e formalizada para quantificação de fluxos de informação e mudanças em fenômenos abstratos/complexos não foi absorvida por geógrafos físicos em sua grande maioria. Além disso, como toda formulação teórica, os sistemas são uma simplificação da realidade; não a realidade como ela de fato é.

Em outras palavras, essas abstrações são recursos construídos objetivando facilitar a compreensão do comportamento do sistema através da sua descrição teórica/matemática enfatizando diferentes aspectos estruturais, funcionais e dinâmicos através de uma linguagem específica. Contudo, por mais abrangente que seja, dificilmente será capaz de descrever todas as inter-relações, retroalimentações, instabilidades, irreversibilidades associadas aos processos de auto-organização observados em dado sistema.

Por outro lado, os limites da abordagem de sistemas não se tornaram um obstáculo à ampla aplicação de seus conceitos para a compreensão do ambiente e da paisagem por estudos geográficos associados ao geossistema. Ao contrário, novas perspectivas interpretativas chamam atenção para a necessidade de uma reestruturação nesse campo do conhecimento. Este artigo buscou traçar, de modo panorâmico, o desenvolvimento histórico dos principais paradigmas que nortearam *o know-how* na Geografia Física, com ênfase no terceiro paradigma, que se tornou predominante nos últimos anos. Este trabalho chama atenção para a necessidade da incorporação de metodologias atualizadas com base nos avanços obtidos nos estudos das redes para a abordagem geossistêmica.

Referências

- ABALAKOV, A. D.; SEDYKH, S. A. Regional-typological study and mapping of geosystems: analysis of the implementation. *Geography and Natural Resources*, v. 31, n.4, p. 317–323, 2010.
- ABREU, A. A. de. A teoria geomorfológica e sua edificação: análise crítica. Instituto de Geografia da USP - São Paulo, SP, Brasil. *Revista Instituto de Geociências*, São Paulo, v.4, n.112, p.5-23, 1983.
- ANTIPOV, A. N.; TISHKOW, A. A.; PLYUSNIN, V. M. The 13th Scientific Meeting of Geographers of Siberia and the Far East on the occasion of the 50th anniversary of the V.B. Sochava Institute of Geography SB RAS A. N. *Geography and Natural Resources*, v. 29, p. 203–205, 2008.
- BERTALANFFY, L. V. *Teoria geral dos sistemas*. 3. ed. Petrópolis: Vozes, 1977.
- BERTRAND, G. Construire la géographie physique. *Herodote*, Paris, n. 26, p. 90-116, 1982.
- CAPRA, F. *A Teia da Vida: uma nova compreensão científica dos sistemas vivos*. São Paulo: Cultrix, 2013.

CAVALCANTI, L. C. S. *Da descrição de áreas à teoria dos geossistemas: uma abordagem epistemológica sobre sínteses naturalistas*. Pernambuco, 2013. 218p. Tese (doutorado em geografia) – Universidade Federal de Pernambuco, Recife, 2013

CAVALCANTI, L. C. S. *Cartografia de paisagens - fundamentos*. São Paulo: Oficina de textos, 2014.

CAVALCANTI, L. C. S. Sistema de Unidades Taxonômicas. *Cartografia de Paisagens (Curso de Extensão)*. UPE/PROEC. Petrolina. Notas de aula. Disponível em: <www.cartadepaisagem.blogspot.com/p/material.html>, 2014.

CAVALCANTI, L. C. S.; CORRÊA, A. C. B. Geossistemas e Geografia no Brasil. *Revista Brasileira de Geografia*, v. 61, p. 3-33, 2016.

CASANOVA, P. G. *As novas ciências e as humanidades da academia à política*. Editora Boitempo, São Paulo. 2004.

CASSETI, V. A Natureza e o espaço geográfico. In: MENDONÇA, F.; KOZEL, S. *Elementos de epistemologia da geografia contemporânea*. Curitiba: Ed. da UFPR, 2002.

CHRISTOFOLETTI, A. *Modelagem de sistemas ambientais*. São Paulo: Blücher, 1999.

CHORLEY, R. J.; KENNEDY, B. A. *Physical Geography: A Systems Approach*. Prentice Hall, Englewood Cliffs, 1971.

CLAUDINO, G. S. *Raízes e constelações do saber geográfico acadêmico brasileiro. O conhecer e o pensar na condição de nervuras*. 2019. Tese (doutorado em Geografia). UNESP. FCT. Programa de Pós-Graduação em Geografia. Presidente Prudente, São Paulo. 2019.

CLIFFORD, N.; FRENCH, S.; VALENTINE, G. *Key Methods in Geography*. London British Library, 2010.

CORREA, A. C. B. Estado da Arte da Geografia Física no Nordeste e Norte do Brasil. Artigo Especial. *Revista do Departamento de Geografia (USP)*, São Paulo, v. 33, p. 157-170, 2017.

DAVIS, W. M. The geographical cycle. *Geographical Journal*, n. 14, p. 481–504, 1899.

DRACK, M. Ludwig von Bertalanffy's early system approach. *Systems Research and Behavioral Science*. v. 26, n. 5, p. 563-572, 2009.

FIGUEIRÓ, A. S. *Biogeografia: dinâmicas e transformações da natureza*. São Paulo: Oficina de Textos, 2015.

FROLOVA, M. Desde el concepto de paisaje a la teoría del geosistema en la geografía rusa: ¿hacia una aproximación global del medio ambiente? *Ería*, n.70, 225-235, 2006.

FROLOVA, M. From the Russian/Soviet landscape concept to the geosystem approach to integrative environmental studies in an international context. *Landscape Ecology*, v. 34 p. 1-18, 2018. Disponível em: <https://doi.org/10.1007/s10980-018-0751-8>. Acesso em: 8 dez. 2020.

GOMES, R. D.; VITTE, A. C. O Geossistema pela Complexidade: Uma releitura das Esferas Geográficas. *Revista Do Departamento De Geografia*, 35, 15-27, 2018.

GREGORY, K. J. *A natureza da Geografia Física*. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 1992.

HAINES-YOUNG, R. H.; PETCH, J. R. *Physical geography: Its nature and methods*, Harper and Row, London. 1986.

INKPEN, R. *Science, Philosophy and Physical Geography*. New York: Routledge, 2005.

ISACHENKO, A.G. *Principles of Landscape Science and Physical-Geographic Regionalization*. Melbourne: Melbourne University Press. 1973.

ISACHENKO, A. G. *A Ciência da paisagem e a regionalização físico-geográfica*. Moscou: Editora da Escola Superior, 1991 [em russo].

JAPIASSÚ, H.; MARCONDES, D. *Dicionário básico de filosofia*. Rio de Janeiro: Zahar, 2001.

LANE, S. Constructive comments on D Massey ‘Space-time, ‘science’ and the relationship between physical geography and human geography’. *Transactions of the Institute of British Geographers*. v. 26, n. 2, p. 243-256, 2001.

LIMA, E. L. A miséria da teoria em Geografia. *Caderno de Geografia*, v. 30, n. 60, p. 152-162, 2020.

MARQUES NETO, R. As regiões montanhosas tropicais e o planejamento de suas paisagens: proposta de zoneamento ambiental para a Mantiqueira Meridional mineira. *Confins*, n. 35, 2018.

MARQUES NETO, R. Regionalização físico-geográfica em domínio de relevos montanhosos tropicais: geossistemas na região da Mantiqueira Meridional, sudeste do Brasil. *Ra'e Ga.*, v. 50, p. 23-43, 2021.

MARQUES NETO, R.; PEREZ FILHO, A.; OLIVEIRA, T. A. Geossistemas na bacia do rio Verde (MG): proposta de mapeamento de sistemas ambientais físicos em escala regional. *Geografia*, v. 39, n. 2, p. 321-335, 2014.

MONTEIRO, C. A. F. *Teoria e Clima Urbano*. São Paulo: IGEO/USP, 1976.

MORIN, E. *O paradigma perdido: a natureza humana*. Volume 7 de Biblioteca universitária. 6. ed. Editora Publicações Europa-América, 2000.

MORIN, E. *Introdução ao pensamento complexo*. Lisboa: Instituto Piaget; 2005.

NEVES, C. E. A teoria do geossistema e a Geografia física. SPOSITO, E. S.; CLAUDINO, G. (org.) *Teorias na Geografia: avaliação crítica do pensamento geográfico*. Rio de Janeiro, Consequência Editora, 2020.

NEVES, C. E. *O Uso do Geossistema no Brasil: legados estrangeiros, panorama analítico e contribuições para uma perspectiva complexa*. 2019. Tese (Doutorado em Geografia) – Universidade Estadual Paulista, Presidente Prudente, 2019.

NEVES, C. E.; MACHADO, M.; HIRATA, C. A.; STIPP, N. A. F. A importância dos geossistemas na pesquisa geográfica: uma análise a partir da correlação com o ecossistema. *Revista Sociedade & Natureza*, v. 26, n. 02, p. 271-285, 2014.

NEVES, C. E.; SALINAS, E. A Paisagem na Geografia Física Integrada: Impressões Iniciais Sobre sua Pesquisa no Brasil entre 2006 e 2016. *Revista do Departamento de Geografia*, p. 124-137, 2017.

OLIVEIRA, T. A. *A concepção geossistêmica aplicada do estudo da dinâmica da paisagem na bacia hidrográfica do rio São Lourenço velho, sul do estado de Minas Gerais – Brasil*. São Paulo, 2013. 178p. Tese (doutorado em geografia). Instituto de Geociências e Ciências Exatas do Campus de Rio Claro. Universidade Estadual Paulista Júlio Mesquita Filho, 2013.

OLIVEIRA, C. S.; MARQUES NETO, R. Estudo dos geossistemas das cristas quartzíticas da Mantiqueira Meridional: enfoque regional nos estudos da paisagem. *Anais do XI Encontro Nacional da Anpege*, 2015.

OLIVEIRA, C. S.; MARQUES NETO, R. Gênese da Teoria Dos Geossistemas: uma discussão comparativa das escolas russo-soviética e francesa. *Ra'e Ga*. v. 47, n. 1, p. 6-20, 2020.

POUVREAU, D. The project of “general systemology” instigated by Ludwig von Bertalanffy Genealogy, genesis, reception and advancement. *Kybernetes*, v. 42 n. 6, 2013, pp. 851-868.

QUARANTA, M. O ponto de vista sistêmico: a antiga physis grega ressurge nos sistemas ambientais. *Gaia Scientia*, v.2. n.1, p. 47-62, 2008.

RAFFERTY, J. P. *Geological Sciences*. Britannica Educational Publishing, 2012.

REIS JÚNIOR, D. F. C. *Cinquenta chaves. O físico pelo viés sistêmico, o humano nas mesmas vestes... e uma ilustração doméstica: o molde (NEO) positivista examinado em textos de Antonio Christofolletti*. Tese (Doutorado). Universidade Estadual de Campinas. Instituto de Geociências. 2007.

REIS JÚNIOR, D. F. C.; PEREZ FILHO, A. Trajetórias que se perdem e que se reencontram: declaração da existência de uma "Nova Nova Geografia". *Espaço e Geografia*, v.10, p. 31-80, 2009.

RHOADS, B. L.; THORN, C. Contemporary philosophical perspectives on physical geography with emphasis on geomorphology. Source: *Geographical Review*, v. 84, n. 1, p. 90-101, 1994.

RHOADS, B. L.; THORN, C. *The scientific nature of geomorphology*. British Library Cataloguing in Publication Data, 1996.

RICHLING, A. Subject of Study in Complex Physical Geography (Landscape Geography). *GeoJournal*, v. 7, p. 185-187, 1983.

- RODRIGUEZ, J. M. M., SILVA, E. V., CAVALCANTI, A. P. B. *Geoecologia das Paisagens: uma visão geossistêmica da análise ambiental*. Fortaleza: Editora UFC, 2002.
- RODRIGUEZ, J. M. M., SILVA, E. V., VICENS, R. S. O Legado de Sochava. Nossos Clássicos. *GEOgraphia*. v. 17, n. 33, p. 225-233, 2015.
- SPOSITO, E. S. *Geografia e Filosofia: Contribuição para o ensino do pensamento geográfico*. São Paulo: Editora da UNESP, 2004.
- SOCHAVA, V. B. Geography and ecology. *Soviet Geography: review and translation*. New York, v. 12, n. 5, p. 277-293, 1971.
- SOCHAVA, V. B.; KRAUKLIS, A. A.; SNYTKO, V. A. Toward a unification of concepts and terms used in integral landscape investigations. *Soviet Geography: review and translation*, v. 16, n. 1, p. 616-622, 1975.
- SOCHAVA, V. B. O Estudo dos Geossistemas. *Métodos em Questão*. n. 16. USP-IGEO. São Paulo, 1977.
- SOCHAVA, V. B. Por uma Teoria de Classificação dos Geossistemas da Vida Terrestre. *Biogeografia*. São Paulo. n. 14, 1978.
- SOUZA, R. J. *Raia Divisória ou Raia Socioambiental? Uma (re)definição baseada na análise da paisagem através do sistema GTP*. 2015. Tese (Doutorado em Geografia) – Universidade Estadual Paulista, Presidente Prudente, 2015.
- STRAHLER, A.N. Systems theory in physical geography. *Physical Geography*. p. 1-27, 1980.
- SUERTEGARAY, D. M. A.; MORETTI, E. C. Considerações sobre o eixo temático Natureza no contexto dos Encontros Nacionais de Geógrafos (Brasil) 2008-2012. *Terra Livre*, ano 30, v. 2, n. 42, 2014
- SUERTEGARAY, D. M. A.; NUNES, J. O. A natureza da Geografia Física. *Terra Livre*, São Paulo, v. 17, n. 16, p. 11-24, 2001.
- TERJUNG, W. Climatology for geographers. *Annals of the Association of American Geographers*, 1976. p. 199-222.
- VASCONCELLOS, M. J. E. *Pensamento sistêmico: O novo paradigma da ciência*. Campinas, SP: Papius, 2006.
- VICENTE, L.E.; PEREZ FILHO, A. Abordagem Sistêmica e Geografia. *Geografia*. Rio Claro: v. 28, n. 3, p. 345-362, set./dez., 2003.
- VITTE, A. C. A construção da geomorfologia no Brasil. *Revista Brasileira de Geomorfologia*, São Paulo, v. 12, n. 3, p. 91-108, 2011.
- VITTE, A.C. O desenvolvimento do conceito de paisagem e a sua inserção na geografia física. *Revista Mercator*, UFC, vol. 6, n. 11, 2007, p.59-70.

VITTE, A. A Geografia Física no Brasil: Um panorama quantitativo a partir de periódicos nacionais (1928-2006). Revista da ANPEGE, n. 4, p. 47-60, 2008.

Cristina Silva de Oliveira

Doutor em Geografia pela Universidade Estadual Paulista, Campus de Presidente Prudente. Geógrafa da Universidade Federal de Jataí (UFJ). Rua Riachuelo n. 1530, Setor Samuel Graham, CEP: 75804-020, Jataí - GO.

E-mail: crisoliveira@ufj.edu.br

Carlos Eduardo das Neves

Doutor em Geografia pela Universidade Estadual Paulista (UNESP), Campus de Presidente Prudente. Professor da Graduação em Geografia da Universidade Estadual do Oeste do Paraná (UNIOESTE) – Campus de Marechal Cândido Rondon. Rua: Pernambuco, n. 1777 - Centro, CEP: 85960-000, Marechal Cândido Rondon – PR.

E-mail: carlos.neves1@unioeste.edu.br

Roberto Marques Neto

Doutor em Geografia pela Universidade Estadual Paulista (UNESP), Campus de Rio Claro. Pós-doutorado pela Universidade Estadual de Campinas (UNICAMP). Professor do Departamento de Geociências e do Programa de Pós-Graduação em Geografia da Universidade Federal de Juiz de Fora (UFJF). Campus Universitário, Rua José Lourenço Kelmer, s/n – São Pedro, CEP: 36036-900 Juiz de Fora – MG.

E-mail: roberto.marques@ufjf.edu.br

Recebido para publicação em junho de 2021.
Aprovado para publicação em novembro de 2021.