29. A GEOMORFOLOGIA NOS ESTUDOS INTEGRADOS DA PAISAGEM: ENFOQUE EVOLUTIVO E DINÂMICO NA INTERPRETAÇÃO DOS SISTEMAS GEOMORFOLÓGICOS

Roberto Marques Neto[1] & Thomaz Alvisi de Oliveira[2]

[1] Departamento de Geociências e Programa de Pós-graduação em Geografia da Universidade Federal de Juiz de Fora; Programa de Pós-graduação em Geografia da Universidade Federal de Alfenas; roberto.marques@ufjf.edu.br

[2] Instituto Federal do Sul de Minas, campus Poços de Caldas; e-mail@e-mail.com

---

Resumo: O método sistêmico foi aderido pela Geomorfologia brasileira de maneira desigual, incorporando ao longo do tempo elementos derivados de diferentes matrizes de pensamento, com implicações bem marcadas na produção brasileira. A presente exposição se propõe a fazer uma revisão crítica da aludida produção, nucleando a discussão no âmbito da abordagem geossistêmica e dos estudos integrados da paisagem e perpassando outros enfoques. A lavra proposta foi organizada a partir de uma discussão acerca das influências originárias clássicas do método sistêmico e suas reverberações na pesquisa brasileira, seguida de uma revisão estabelecida nos estudos dos geossistemas e da paisagem propostos no âmbito da Geomorfologia e suas interfaces. Por fim, foram tratadas perspectivas futuras para a abordagem sistêmica em Geomorfologia, procurando aproximar seu escopo de alguns campos temáticos caros à contemporaneidade pelas quais a ciência geomorfológica pode transitar na condição de ciência de ponta.
Palavras-Chave: Método sistêmico; sistema geomorfológico; geossistema; paisagem.

Abstract: The systemic method was adhered to by Brazilian Geomorphology unevenly, incorporating elements derived from different thought matrices, with explicit implications in Brazilian production. The present explanation proposes to make a critical review of the mentioned production, nucleating the discussion in the scope of the geosystemic approach and the landscape integrated studies and crossing other approaches. The proposed writing was organized and based on a discussion about the classic original influences of the systemic method and its reverberations in Brazilian research, followed by revision established in the geosystems and landscape studies proposed in the scope of Geomorphology and its interfaces. Finally, future perspectives for the systemic approach in Geomorphology were dealt with, seeking to bring its scope closer to some thematic fields expensive to the contemporaneity through which geomorphological science can move as a state-of-the-art science.
Keywords: Systemic method; geomorphologic system; geosystem; landscape.

Tema: Geomofologia Regional

1. PROLEGÔMENOS SOBRE A ABORDAGEM SISTÊMICA NA GEOMORFOLOGIA BRASILEIRA

O método sistêmico incorporado aos estudos geomorfológicos aclarou entendimentos acerca do relevo terrestre em diferentes escalas e ampliou sobremaneira os horizontes metodológicos e interdisciplinares da Geomorfologia. A discussão sobre a entrada e evolução desse arcabouço teórico-metodológico na Geomorfologia brasileira, revisada de forma crítica, nucleia o objetivo da presente exposição, atinando para suas aderências à história do pensamento geográfico e geomorfológico brasileiro, suas relações com os estudos integrados da paisagem, destacando a inserção do relevo nos geocomplexos, e, finalmente, suas capilaridades com abordagens contemporâneas e perspectivas futuras.

Sistematizar o processo pelo qual se deu a incorporação e o desenvolvimento da abordagem sistêmica na Geografia brasileira, em especial na Geomorfologia, implica em uma reflexão acerca do método e em alguma remissão à história do pensamento geográfico e aos preceitos mais nucleares das principais matrizes epistemológicas que embasam essa ciência, ao menos aquelas que exerceram significativa influência na produção geomorfológica nacional. O triunvirato reflexivo entrecruzando elementos tangentes à história, à teoria e ao método integraliza os elementos fundamentais para a compreensão de um corpo teórico na Geomorfologia engendrado pelas lógicas analíticas e integrativas que permeiam o estudo dos sistemas. Nessa reflexão, uma premissa fundamental observa que a maneira pela qual a Teoria Geral dos Sistemas (senso BERTALANFFY, 1973) foi incorporada no escopo teórico-metodológico da Geomorfologia esteve ligada às diferentes culturas geográficas e geomorfológicas pregressas e seus matizes epistemológicos, considerando aquelas que tiveram força de influência e peso global na construção da Geomorfologia moderna e contemporânea: anglo-americana, francesa, germânica e eslava.

Considera-se que essas diferentes leituras do mundo influenciaram a cultura geomorfológica brasileira em medida variável e de forma assimétrica, consubstanciando assim uma produção nacional deveras eclética no estudo dos sistemas geomorfológicos e do papel do relevo na estrutura e dinâmica da paisagem. Isso porque, primeiro, muito embora essas matrizes personifiquem uma referência espacial em um país principal, seus pressupostos normalmente mostram relações e capilaridades que vão além do centro mais nuclear do pensamento. Em segundo lugar, mas não menos importante, os cientistas que as diferentes matrizes epistemológicas congregam tendem a uma originalidade própria cujas produções assinalam importantes variações de abordagem em uma mesma matriz. Conforme será colocado em discussão um pouco mais adiante, toda essa pluralidade

exerceu implicações importantes na construção da Geomorfologia brasileira e na sua adesão à abordagem sistêmica.

A construção teórica da Geomorfologia foi discutida por Abreu (2001) mediante a proposição de uma filogênese do pensamento geomorfológico que dialoga com as matrizes epistemológicas de origem anglo-americana e germânica a partir das reverberações da abordagem sistêmica em cada uma delas. O argumento assertivo nuclear do autor citado assevera que entre os geomorfólogos bretões e estadunidenses o impacto da Teoria Geral dos Sistemas foi muito mais significativo do que entre os germânicos, uma vez que a cultura geográfica na Alemanha tem a seu favor a herança dos naturalistas românticos do século dezenove, a citar Alexander Von Humboldt (1769-1859) como principal expoente para a Geografia. Essa condição necessariamente resultou em uma visão mais integrativa e de aproximações holísticas fortemente influenciadas pelo ideário romântico permanentemente referenciado no aprofundamento existencialista kantiano. As influências de Imannuel Kant (1742-1804) na ciência humboldtiana, construída na convergência entre o empirismo e a contemplação estética da natureza, foram discutidas na literatura nacional por Vitte (2014) e Vitte e Silveira (2010).

No contexto anglo-americano, em contraste, dominava uma Geomorfologia exclusivista e disciplinarmente bem delimitada que tinha como único referencial a teoria do ciclo geomórfico de Willian Morris Davis (1850-1934) (DAVIS, 1899), modelo que segundo Monteiro (2000) ainda se apegava à noção finalista de sistema fechado. Além de fechado, esse modelo concebe um sistema assaz linear, conectando tempos de trabalho tectônico e erosivo que amarram um soerguimento relativamente rápido da massa crustal e seu *input* energético associado seguido de uma denudação progressiva em diferentes estágios (juventude, maturidade e senilidade), até a formação do *peneplano* pelo consumo generalizado dos interflúvios e coalescência de planícies fluviais.

Embora a Teoria do Ciclo Geográfico (DAVIS, 1899) tenha sido um arcabouço teórico altamente influente na sua época, alçando à Geomorfologia em termos de importância científica e acadêmica de forma praticamente indiscutível, a matriz epistemológica germânica desenvolveu um conceito poderoso e original: *landschaft*. Essa abstração foi construída por Humboldt para expressar as conexões universais, os princípios integrativos que forjam a natureza do Cosmos. A *landschaft* emerge, dessa forma, como uma das principais racionalizações pós-iluministas. Desde esses primórdios da Geografia o relevo passa a ser considerado um dos atributos mais relevantes e fundamentais para a diferenciação de áreas, figurando como estrutura e base para o estabelecimento da *Naturgemälde*, a própria síntese da natureza humboldtiana, organizada sobre e sob a sequência de geoformas contidas na estrutura vulcânica do Chimborazo, nos Andes equatorianos.

Diante de tais influências, os principais nomes que constituíram a fase inicial da Geomorfologia germânica, tinham o interesse nas relações entre o relevo e os demais atributos da paisagem, como o geógrafo-viajante Ferdinand Von Richtoffen (1833-1905), Albrecht Penck (1858-1945), Sigfried Passarge (1866-1958) e o próprio Walther Penck

(1888-1923), filho de Albrecht nascido em Viena e principal concorrente teórico de Davis. Von Richtoffen era naturalista nato, conhecido e reverenciado em função de suas frutuosas viagens à China; Albrecht Penck era geomorfólogo e climatólogo, e o filho dinamizou a Geomorfologia com seu modelo teórico do *Primärrumpf*, que entendia a evolução do modelado mediante ações síncronas entre a dinâmica interna e os processos superficiais de dissecação. Passarge (1933) propôs em caráter pioneiro a diferenciação entre um arranjo geomorfológico estrutural e uma organização dada pelos fatores externos influenciados pelo clima, diferenciando uma *morfologia geológica* de uma *morfologia fisiológica*. Uma Geomorfologia mais holística se cristaliza diante da franca setorização na qual a Geografia mergulhou posteriormente ao período inicial de institucionalização levada a cabo pelos fundadores compatriotas: Humboldt e Ritter.

O conceito de *landschaft* germânico foi incorporado pelos geógrafos russo-soviéticos ainda no século dezenove, emergindo uma matriz epistemológica que também vai ser caracterizada pelo pensamento integrativo de bases sistêmicas. No mundo eslavo, os princípios de unidade caros à paisagem foram incorporados com desenvoltura em função de uma similaridade fundamental com a cultura científica alemã: a tradição naturalista de grandes viagens e levantamentos de áreas. As referências partem de Mikhail V. Lomonosof (1711-1765), naturalista de grande distinção no século dezoito, criador do Departamento de Geografia na Academia de Ciências ainda em 1758. De sua influência inicial, arregimenta-se uma série de naturalistas importantes na Rússia czarista, entre os quais Rougerie & Beroutchachivili (1991) destacam P. P. Semenov-Tian-Chamsky (1827-1914), N. M. Prjevalski (1839-1888), I. D. Tcherski (?), I. V. Muchketov (?). Ao final do século dezenove a Rússia passa a desenvolver uma ciência da paisagem bastante própria com a emergência de Vasily V. Dokutchaev (1846-1903) na cena cientifica mundial, estabelecendo as bases para a Pedologia mediante um princípio contundentemente integrativo, considerando a formação do solo a partir de uma interação de variáveis da paisagem racionalizada de forma horizontal e interdependente. Próxima da Geografia alemã em sua origem, a matriz russo-soviética vai evoluir segundo uma criatividade e uma construção teórica própria, e o relevo também vai passar a figurar como atributo fundamental na composição da paisagem e nas organizações espaciais.

Efetivamente, o pensamento sistêmico foi contínuo não apenas na Alemanha, mas também na Geografia de filiação eslava. A ideologia alemã marxista e a Teoria da Evolução das Espécies de Darwin\Wallace vão reverberar no pensamento russo-soviético a partir de uma concepção dialético-sistêmica (RODRIGUEZ e SILVA, 2015, 2019), impulsionada pelo próprio campo ideológico que permeou a Revolução Bolchevique.

Na Geografia anglo-americana o movimento foi diferente, sendo contextualizado por Abreu (2001) a partir de seu contraste com o pensamento geográfico germânico. Segundo o autor, a ausência pregressa de um pensamento de bases holístico-sistêmicas entre os geógrafos anglófonos, associada à centralidade em torno do nome e concepção teórica de Willian Morris Davis, acarretou profunda ruptura na pesquisa geocientífica desses países. A essa matriz é que são mais aderentes os modelos quantitativos bastante

conhecidos pelas análises morfométricas e alométricas de bacias hidrográficas em seus parâmetros lineares e areais, catalisadas a partir das bases trazidas a lume nas propostas de hierarquização da rede hidrográfica de Horton e Strahler. Adicionalmente ao modelo cíclico de Davis e ao modelo acíclico de Penck, John Tilton Hack (1913-1991) propõe a conhecida Teoria do Equilíbrio Dinâmico. Ainda, ao seu nome está ligado o *Stream Lenght-Gradient Index*, ou índice de Hack (HACK, 1973), que mensura o gradiente dos canais fluviais a partir da relação entre a diferença altimétrica e o comprimento do curso d'água.

Alguma proximidade entre os geomorfólogos anglo-americanos e franceses fora apontada em solo brasileiro por Leuzinger (1948) em seu magistral trabalho de comparação entre as teorias de Davis e Penck. Na França, o fazer geográfico na primeira metade do século vinte era fortemente estruturado nas monografias regionais e nos grandes tratados, a exemplo daqueles registrados na literatura por Emanuel De Martonne (1873-1955). Com a emergência da Teoria Geral dos Sistemas, a Geografia Física francesa e a Geomorfologia em específico também vão enveredar para os estudos integrados da paisagem, passando a articular a dimensão genético-estrutural e dinâmica dos sistemas geomorfológicos em avanço à setorização do conhecimento que permeava muitas organizações livrescas precedentes. Nomes como Georges Bertrand (1935-) e Jean Tricart (1920-2003) figuram entre aqueles de maior influência na Geomorfologia brasileira no âmbito da abordagem sistêmica.

A figura 1 demonstra esquematicamente o transcurso da abordagem sistêmica nas matrizes originárias clássicas, ensejando as diferentes entradas no contexto da pesquisa geomorfológica nacional.

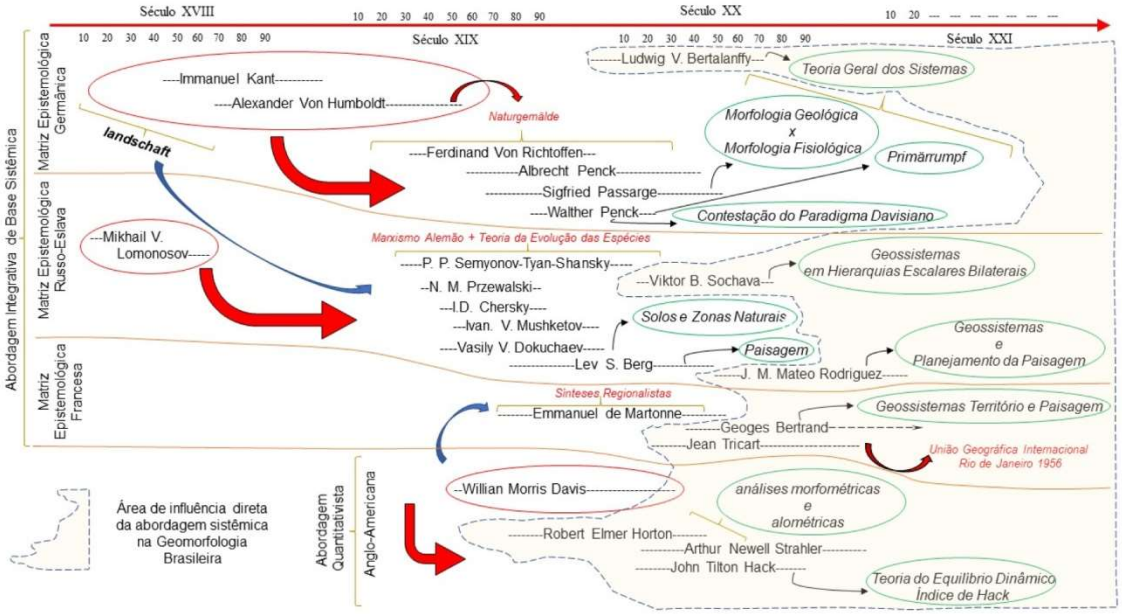

Figura1. Evolução da abordagem sistêmica nas matrizes originárias clássicas.

Efetivamente, todas as matrizes epistemológicas apresentadas influenciaram em variável medida a pesquisa geomorfológica no Brasil. Foi o pensamento francês, entretanto, aquele que primeiro se interpenetrou na construção da Geografia e da Geomorfologia brasileira. A presença dos franceses remete ao início do século vinte com Delgado de Carvalho (1884-1980) e sua atuação no colégio D. Pedro II no Rio de Janeiro, bem como com a contribuição de Elisée Reclus (1830-1905) dada pela portentosa obra "Estados Unidos do Brasil" (RECLUS, 1899), na verdade uma separata da sua monumental "*Nouvelle Géographie Universelle*", publicada em 20 volumes. Ambos propuseram duas das mais antigas regionalizações naturais do território brasileiro "pré-sistêmicas". Foi com a criação da Universidade de São Paulo em 1934, entretanto, que a influência francesa se consolidou de forma permanente no Brasil, a partir da vinda de Pierre Deffontaines (1894-1978) e, sobretudo, Pierre Monbeig (1908-1987).

As primeiras sistematizações voltadas para um fazer geomorfológico acadêmico no Brasil foram contextualizadas na discussão de cunho histórico apresentada por Vitte (2011), e se deram a partir das relações dialógicas entre a influência de Pierre Monbeig e do ciclo geográfico davisiano injetado pelo veio de ideias de De Martonne. Essa relação é bem notada pelo autor a partir da aderência entre as províncias geomorfológicas do estado de São Paulo propostas por Fernando Flávio Marques de Almeida (1916-2013) e as organizações regionais consideradas por Monbeig para discutir a expansão cafeeira pelo estado em demanda à calha do rio Paraná, definindo um movimento de transformação referenciado na espacialidade das diferentes províncias que atrela o ritmo da ocupação histórica às grandes unidades do relevo regional. Na Universidade de São Paulo também foi constituído e consolidado o paradigma climático no escopo da Geomorfologia brasileira (VITTE, 2011), bastante influenciado pelo modelo da pediplanação de Lester C. King (1907-1989) (KING, 1956, 1962), mas também por uma intrusão crescente do pensamento sistêmico catalisado pela influência de Tricart a partir do congresso da União Geográfica Internacional no Rio de Janeiro em 1956.

Indubitavelmente, esse ensejo foi fundamental para a exponenciação de Aziz N. Ab'Sáber (1924-2012) na Geomorfologia brasileira enquanto pioneiro de uma construção metodológica em Geomorfologia mediante bases sistêmicas com preocupações escalares têmporo-espaciais, e que foram trazidas a baila no paradigmático artigo "*Um conceito de Geomorfologia a serviço das pesquisas do Quaternário*" (AB'SÁBER, 1969). A referida proposição trata dos 'três níveis de abordagem' da pesquisa geomorfológica, concatenando em relações sistêmicas os compartimentos geomorfológicos regionais evoluídos em tempo profundo (primeiro nível) e as integridades mais locais concernentes à dinâmica atual (terceiro nível), incluindo os distúrbios ambientais naturais (eventos espasmódicos) e as atividades humanas. Entre essas duas integridades, o insigne geógrafo concebeu o segundo nível em função das coberturas superficiais ocorrentes nos diferentes compartimentos regionais, atinando para os materiais intemperizados cuja idade é essencialmente quaternária, apesar da conhecida existência de saprolitos formados em tempos cenozoicos mais antigos ainda preservados na paisagem. Nesse cerne que

sublinha contundentemente o paradigma climático se adéquam as bases metodológicas de vários trabalhos, como os comunicados por Cruz (1974), Penteado (1976), Casseti (1991), Conti (2001), Rodrigues (2018), entre outros.

Apesar da influência majoritária e explícita da Geografia francesa na obra de Ab'Sáber, é necessário pontuar que o termo *fisiologia da paisagem*, sugestivo do controle climático esculturando o relevo e atuando sobre a tecitura geoecológica revestida pelas coberturas superficiais, em grande medida é próximo da noção de uma *morfologia fisiológica* outrora preconizada por Passarge, revelando assim alguma capilaridade com o pensamento integrativo alemão.

O pensamento sistêmico germânico influenciou a construção e desenvolvimento da Geomorfologia brasileira de forma muito entrelaçada às bases russo-soviéticas. Essa aproximação sistêmica precipita no Brasil uma Geografia da paisagem impulsionada pela entrada do conceito de geossistema proposto por Sochava (1963, 1972, 1978), mais tarde discutido e aplicado na pesquisa geomorfológica, a exemplo dos trabalhos de Ross (2001), Marques Neto (2012), Oliveira (2013), Cavalcanti (2013), Oliveira (2016), Dias (2019), entre outros.

A essas alturas, encruzilhadas desafiadoras se interpuseram no desenvolvimento histórico, teórico e metodológico da abordagem sistêmica na Geomorfologia brasileira, aninhando diferentes influências que progressivamente deixaram um tanto difusas as filiações com uma ou outra matriz epistemológica, resultando, consequentemente, em geógrafos e geomorfológos muitas vezes ecléticos dissipadores de trabalhos que não raro são plurais em seu escopo teórico-metodológico. A assimilação diversa e muitas vezes híbrida de ideias e postulados estrangeiros repercutiu em trabalhos cujo escopo teórico-metodológico reflete essa construção plural, capitaneada por cientistas que transitaram ou transitam em mais de uma filiação teórica, e na formação de departamentos muitas vezes diversos nas reflexões teóricas e na práxis de seus professores\pesquisadores.

Balizando a discussão nos principais centros históricos de pensamento da Geomorfologia nacional, o aludido ecletismo sistêmico pode ser mirado na continuidade do pensamento geomorfológico na Universidade de São Paulo, que carrega adiante a influência francesa de forma bem marcada (principalmente em Ab'Sáber), mas também agrega influências crescentes da Geomorfologia russo-soviética. Esse diálogo embasou a proposição de Ross (1992) para o mapeamento geomorfológico em diferentes níveis taxonômicos, de forma similar ao que foi proposto por Tricart (1965), porém integrando os conceitos de morfoestrutura e morfoescultura de Gerasimov e Mescerjacov, ambos geomorfólogos soviéticos. Essas bases conduziram à classificação do relevo brasileiro e, doravante, aos espaços integrados que serviram de referência para o zoneamento ecológico-econômico. Essa integração das bases naturais com o processo de transformação humana do espaço, todavia, demandou um aprofundamento da abordagem sistêmica por parte do autor (ROSS, 2001, 2009), lapidado a partir de forte influência russo-soviética, fundamentalmente nos nomes de Sochava e Grigoriev.

Apesar das limitações idiomáticas, a pluralidade da Geomorfologia eslava exerceu influência bastante ampla no Brasil, entre geógrafos e geólogos. A Geografia russo-soviética sempre mostrou grande aptidão ao desenvolvimento de técnicas de quantificação. Na UNESP de Rio Claro, berço da Geografia e Geomorfologia quantitativa acadêmica no Brasil, as propostas de Spiridonov (1981) para mensuração e representação cartográfica da dissecação vertical e horizontal foram sistematicamente integradas à declividade do terreno para a geração dos mapas de energia do relevo, normalmente construídos por uma sobreposição que integra declividade, dissecação horizontal (ou densidade de dissecação) e dissecação vertical (ou profundidade de dissecação) (MENDES, 1993; CUNHA, 2001).

Essa práxis geomorfológica coexistiu historicamente com as influências majoritárias da Geografia anglo-americana, fundamentada nas análises morfométricas de bacias hidrográficas para interpretação dos fluxos de matéria e energia atuantes no funcionamento dos sistemas geomorfológicos, e que na época tinha como principal referência a tese de livre docência de Antônio Christofoletti (1936-1999) (CHRISTOFOLETTI, 1971). Sua experiência no Planalto de Poços de Caldas (MG) serviu de guia metodológico para uma série de aplicações que se estenderam de forma contumaz por mais de duas décadas (CHRISTOFOLETTI, 1969, 1970, 1971; CHRISTOFOLETTI e PEREZ FILHO, 1975; CHRISTOFOLETTI e TAVARES, 1977; CHRISTOFOLETTI e OKA-FIORI, 1980; CESAR, 1977; MACHADO, 1979; GIOMETTI e GARCIA, 1999). Paulatinamente, com os avanços quantitativos e da modelização em Geomorfologia, essas análises morfométricas perdem fôlego enquanto metodologias nucleares das pesquisas, embora persistam na condição de abordagens complementares, ou ainda pulverizadas em inúmeras aplicações para incontáveis bacias hidrográficas na condição de reprodução metodológica em estudos de caso. A própria crítica que frequentemente alvejou a quantificação quando aplicada como um "fim" contribuiu para o seu rebaixamento a uma função de "meio".

O exposto mostra que a abordagem sistêmica se inscreve de forma difusa na cultura geomorfológica brasileira, muitas vezes interpenetrando mais de uma influência em uma mesma proposição, ou ainda se traduzindo em diferentes filiações epistemológicas, teóricas e metodológicas na produção de um mesmo pesquisador. Sobre isso já foi colocado, por exemplo, acerca das adesões teórico-metodológicas de Jurandyr L. S. Ross, que agregam proposições francesas e russas, além das bases teóricas arraigadas em Penck declaradas na sua proposta metodológica para o mapeamento geomorfológico (ROSS, 1992). O próprio Antônio Christofoletti, cujo vínculo com a Geografia teorético-quantitativa tão corrente entre os geógrafos anglófonos é praticamente involuntário, teve seu doutoramento orientado por João Dias da Silveira, resultando em uma pesquisa metodologicamente aderente à Geomorfologia francesa intitulada "*O fenômeno morfogenético no município de Campinas*", defendida no ano de 1968. Mesmo em Rio Claro, a despeito de sua viciosa quantificação enquanto práxis nos estudos sistêmicos, a figura de Margarida Maria Penteado-Orellana, orientada por Ab'Sáber em seu doutorado,

foi de algum modo sectária à "Nova Geografia" ao adotar um viés francês à revelia da tônica dominantemente quantitativa que era levada a efeito nesse centro de pensamento. Apresentada em 1976 sob o título "*Geomorfologia do setor centro-ocidental da Depressão Periférica Paulista*" (PENTEADO, 1976), sua estruturação metodológica é pautada nos três níveis de abordagem de Ab'Sáber (1969), articulando dimensões escalares temporais e espaciais que relacionam os compartimentos geomorfológicos da região de Rio Claro na Depressão Periférica Paulista, a dissecação fluvial, os ambientes deposicionais associados à evolução das superfícies geomórficas e a dinâmica atual da paisagem, incluindo as transformações antropogênicas.

De forma mais explícita, o pensamento russo-eslavo é aproveitado em Rio Claro em fortes enlaces com a Geografia alemã primeiramente via Biogeografia (TROPPMAIR, 1983), ainda que muitas concepções fiquem nas entrelinhas de vários escritos de Antônio Christofoletti, a culminar com a publicação da obra "*Modelagem de Sistemas Ambientais*" (CHRISTOFOLETTI, 1999), muito influente nos estudos sistêmicos em Geomorfologia produzidos no Brasil no começo século XXI. Subsequentemente, alguns desses estudos serão dialogados em caráter mais específico em suas relações com as matrizes de origem, procurando sublinhar os elementos de originalidade que se formam no Brasil com a disseminação do estudo dos geossistemas e da paisagem.

A figura 2 esquematiza as principais reverberações da abordagem sistêmica no Brasil. Desprovida de qualquer pretensão esgotante, os nomes selecionados para a representação assumiram notória influência na produção ulterior e contemporânea, a ser debatida na seção seguinte.

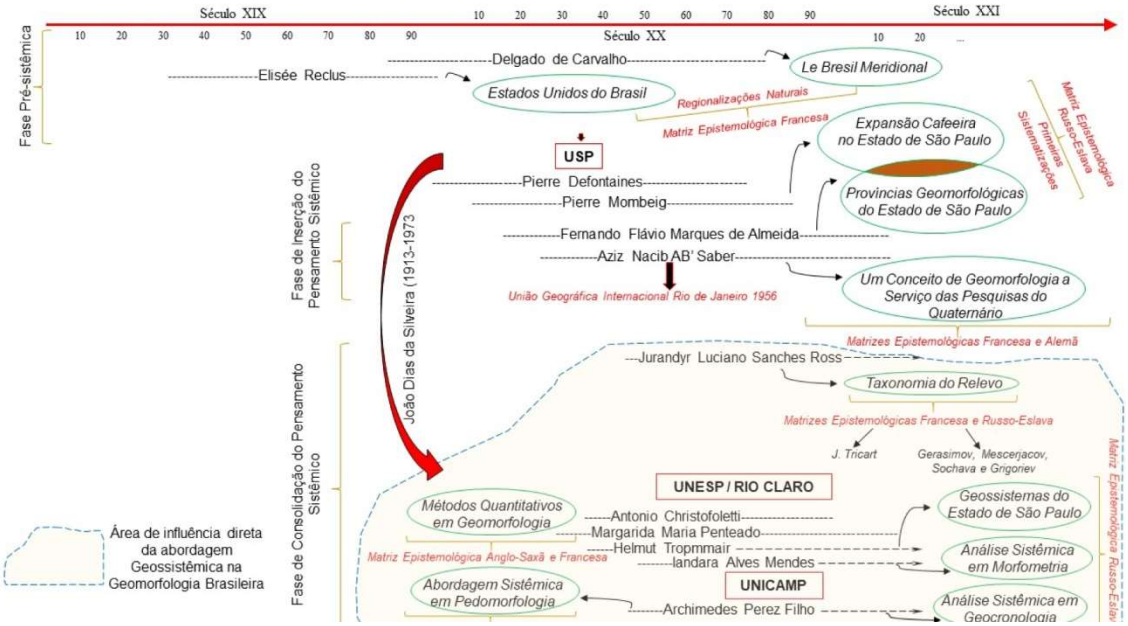

Figura 2. Aspectos da inserção e consolidação da abordagem sistêmica na Geomorfologia brasileira.

2. GEOMORFOLOGIA E ABORDAGEM (GEO) SISTÊMICA: DIFERENTES ENFOQUES NA PESQUISA BRASILEIRA

2.1. Aspectos teóricos e conceituais da abordagem sistêmica

A base conceitual sistêmica para a Geomorfologia se reveste de relevância supra já que o próprio conteúdo material em foco resulta da equalização energética utilizada na elaboração de trabalho por uma assembleia de processos que patrocinam a gênese e a esculturação das estruturas morfológicas da superfície.

No âmbito do grande sistema geomorfológico atua um conjunto de subsistemas que acaba por delinear o cenário construtivo e destrutivo das formas de relevo. Nesse contexto, encontra-se em franca relação os desdobramentos físico-químicos cujos *inputs* de energia advêm do acionamento de processos-gatilhos vinculados à dinâmica interna (ADUSHKIN e KOCHARYAN, 2011) somados à interceptação da radiação solar pela atmosfera terrestre e sua distribuição pela superfície, e ao fator antrópico (quando presente), promovendo intensidades de trabalho ajustadas aos atributos de cada um dos subsistemas pertencentes ao sistema principal.

Chorley e Hagget (1975) caracterizaram três possibilidades quanto à abordagem sistêmica em geomorfologia e cada uma delas revela características atreladas às aproximações necessárias para a compreensão do funcionamento do sistema em foco. Segundo os autores, são os sistemas análogos aos naturais, os sistemas físicos e os sistemas gerais (desdobrados entre parciais e sintéticos) aqueles que permitem melhor compreensão e entendimento dos fatos geomorfológicos que se desdobram a partir da interação de processos.

No Brasil, a concepção sistêmica aplicada à análise do relevo tem considerado a transmutação gradual de energia no sistema geomorfológico como lógica de processos encadeados que respondem uns aos outros configurando formas específicas, o que Chorley e Kennedy (1971) classificam como sistemas de processos-respostas e cuja linhagem genética assenta-se na combinação entre sistemas morfológicos e sistemas em sequência (CHRISTOFOLETTI, 1999).

Processos seriais autorreguladores dão conta de equilibrar o trabalho desenvolvido e o ajuste das formas até que estas estejam em conformidade ao grupo de processos que as originaram, momento no qual, teoricamente, o equilíbrio entre formas e processos é atingido e o sistema tende à estabilização. A noção de equilíbrio em geomorfologia tal como apresentada por Hack (*apud* CHRISTOFOLETTI, 1980, 1999) pressupõe a existência de um conjunto auto-regulador composto por materiais, processos e atributos morfológicos onde o ajuste ou não das variáveis internas encontra-se em consonância com as condições das variáveis externas. Nesse escopo, o sistema geomorfológico é concebido como sistema aberto, quando o fornecimento de energia e matéria é constante a fim de mantê-lo em funcionamento. Trazemos novamente a lume a pesquisa desenvolvida por Christofoletti (1970) para exemplificar a aplicação dessa ideia na pesquisa intitulada “Análise Morfométrica das Bacias hidrográficas do Planalto de Poços

de Caldas (MG)", objetivando correlacionar as bacias hidrográficas inseridas na morfoestrutura em destaque e "interpretar os resultados obtidos mostrando o valor e a significação dos mesmos para os estudos morfológicos através da perspectiva globalizada do espírito geográfico" (CHRSITOFOLLETI, 1970, pág. 02). Ao considerar a relação de causa e efeito entre drenagem e erosão, Christofoletti (1970) trabalhou o conceito de sistema análogo ao natural (CHORLEY e HAGGET, 1974), onde o sistema geomorfológico (rede de drenagem) é analisado de maneira simplificada quando a causalidade é dada pelos processos erosivos e o efeito é dado pela própria drenagem a partir da quantificação dos parâmetros morfométricos dos canais.

Margarida Maria Penteado (1978) correlaciona as conceituações sistêmicas como princípios para a abordagem dos problemas alocados no campo da geomorfologia, dando a entender que os métodos de correlação geomorfológica e interpretação paleogeográfica são ferramentas importantes que auxiliam a compreensão holística dos arranjos processuais que atuam para dar conformação ao modelado terrestre.

A definição das ordens escalares de grandeza dos fatos geomorfológicos, referência para a taxonomia do relevo proposta por Ross (1992), posteriormente aplicada por Ross e Moroz (1996) no mapeamento geomorfológico do estado de São Paulo, e a relação existente entre a morfologia, a morfometria, os processos e a atividade climática são relações sistêmicas que Penteado (1978) considera como integrativas aos estudos geomorfológicos. Importante citar, nesse contexto, o trabalho desenvolvido por Christofoletti (1981) sobre a variabilidade espaço-temporal da densidade de drenagem e sua relação, por exemplo, com as oscilações paleoclimáticas e o efeito dessas na dissecação do relevo, o que, de forma direta e sistêmica, afeta a própria densidade de canais.

Os anos 80 do século XX marcam a aproximação da geomorfologia brasileira da abordagem sistêmica de análise das paisagens propagada pelas escolas soviética e francesa de Geografia e orientada principalmente por um artigo de Georges Bertrand (1935-) e dois de Viktor Borisovich Sochava (1905-1978) traduzidos e publicados nos periódicos "Cadernos de Ciências da Terra" (1972), "Métodos em Questão" (1977) e "Biogeografia" (1978) respectivamente, vinculados à Universidade de São Paulo (USP), ainda na década anterior.

A definição do conceito de geossistemas toma forma embasada por comunicações publicadas principalmente a partir das décadas de 50, 60 e 70 do século XX no contexto da escola russa-eslava de Geografia (SOCHAVA, 1956;1971;1975; YEFREMOV, 1964;1969 ; SAUSHKIN e SMINOV, 1970 ; ISACHENKO, 1973; GRISHANKOV, 1973 ; PLAKHOTNK,1974; DEMEK, 1978) e compreende, de forma geral, o espaço terrestre com dimensões variadas, onde as relações entre os componentes da natureza se fazem de forma sistêmica e interativa com as esferas do cosmos e do social. (SOCHAVA 1971, 1977, 1978; BERTRAND 1968, 1972).

Os sistemas em apreço por essa análise foram denominados pelos autores supracitados de geossistemas e as reflexões teóricas daí advindas, alicerçadas no âmbito

da Geografia Física, enquadraram-se como ferramentas de abordagem aos estudos do meio físico, antropizado ou não. As inserções metodológicas mais importantes para a geomorfologia nacional, nesse escopo, remetem ao papel da zonalidade na divisão físico-geográfica, à adoção de escalas hierarquizadas para análise dos grupamentos de paisagens e à noção de homogeneidade e heterogeneidade como fundamento primordial para encadear sistemas com ordens de grandeza distintas, cujas relações se concretizam a partir das trocas verticais de energia e matéria culminando na composição de mosaicos paisagísticos característicos.

Sochava (1971, 1977, 1978) concebeu os geossistemas como fenômenos que se organizam em fileiras bilaterais hierarquizadas. Na classificação bilateral apresentada na excelente comunicação "Geography and Ecology", Sochava (1971) ajustou os geossistemas em hierarquias subdividindo-os em integridades homogêneas (geômeros) e heterogêneas (geócoros) que podem funcionar como sistemas principais ou como subsistemas subordinados aos sistemas principais, abarcando toda a superfície do planeta Terra ou funcionando independentemente em mosaicos perceptíveis à superfície.

Em suma, uma unidade geocórica se organiza a partir das relações espaciais entre os geômeros (CAVALCANTI et al., 2010) e na medida em que a hierarquia é alterada para abordagens escalares de menor detalhe as unidades geocóricas se complexificam (OLIVEIRA, 2013) e mostram-se como unidades dinâmicas.

Essa concepção entende que o arranjo geossistêmico em qualquer ordem escalar culmina em mosaico paisagístico, porém, é nos níveis de menor detalhamento, hierarquias compatíveis com as escalas regionais, que o dinamismo sistêmico é melhor percebido ou compreendido (MARQUES NETO, 2012). A atividade climática é regente das reações orquestradas no âmbito dos subsistemas componentes da paisagem (Figura 3).

A propriedade que se conserva inalterada independente da categoria de geossistema analisada, denomina-se invariante. Nas palavras de Sochava (1978) o invariante representa o "conjunto das propriedades inerentes ao geossistema que se conserva sem se alterar quando se transformam as diferentes categorias de geossistemas" (SOCHAVA, 1978), mas pode experimentar transformações no contexto de desenvolvimento evolutivo do meio natural.

Segundo Rodriguez et al (2007) a análise das paisagens, pela concepção geossitêmica, permite que as mesmas sejam compreendidas a partir de prismas específicos que, de acordo com Cavalcanti (2013), estão relacionados à invocação mais relevante da teoria geossistêmica, dada pela "integração dos estudos sobre a estrutura, a dinâmica e a evolução das paisagens" (CAVALCANTI, 2013, p. 103).

Nesse contexto, na seção seguinte a produção contemporânea da Geomorfologia brasileira, a partir de suas bases sistêmicas, será discutida em seus diferentes enfoques, a saber: genético-estrutural, dinâmico-evolutivo e geotecnogênico

Figura 3. Representação ilustrativa da proposta bilateral de classificação geossistêmica em hierarquias de geômeros (Seção de Fácies; Fácies e Geoma) e geócoros (Geócoro Elementar; Microgeócoro e Mesogeócoro), culminando em tipos de paisagens que se complexificam na medida em que se aproximam das abordagens escalares regionais.

2.2. Enfoque genético-estrutural

A gênese das paisagens tem como principal força de movimento o intercâmbio ativo de energia e matéria que circulam entre os elementos constituintes do meio no sentido vertical, ou seja, abarcam o espectro paisagístico que oscila entre a atmosfera até o limite inferior da camada intempérica (RODRIGUEZ et al., 2007). A gênese ou a forma de ocorrência de uma paisagem condiciona-se pelo arranjo de processos e fatores. Dentre tais processos destacam-se aqueles que configuram a estrutura morfoespacial da paisagem, se concretizando pelas formas de escoamento, pelas atividades erosivas e deposicionais e por toda a sorte de energia e matéria que estejam em transferência no sistema movidas pela morfometria da superfície. A atividade sistemática dessa circulação, ao longo de um determinado período, promove a gênese e o funcionamento de uma paisagem em função da transformação de um invariante.

Nesse aspecto, a análise genético-estrutural orienta-se ao conhecimento da organização interna da paisagem a partir das relações entre seus componentes nas categorias escalares de ordens inferiores de forma que as trocas de energia e matéria no sistema sejam reconhecidas e entendidas permitindo a compreensão da paisagem atual, cuja organização é vislumbrada em táxons de hierarquias superiores. O estado organizacional das paisagens, nesse escopo, é definido pelo nível de estruturação no qual se encontram, e consequentemente, pela organização sistêmica de seus elementos

funcionais, além das regulações que determinam a sua essência, sua morfologia e sua integridade (RODRIGUEZ et al., 2007).

De acordo com essa linha de raciocínio, para as investigações sobre o conteúdo genético-estrutural das paisagens impõe-se a necessidade de arrolar uma assembleia de registros sobre as condições fisiográficas em níveis escalares de detalhe para mapeamentos em semidetalhe e de semidetalhe para mapeamentos regionais que possam direcionar as análises para a compreensão da organização estrutural dessas paisagens.

Nesse contexto, pesquisas apoiadas por métodos de datação têm oferecido resultados oportunos para a reconstrução de paleoambientes e verificação da imposição de regimes tectônicos e tipologias climáticas diferentes das atuais. Exemplificam o uso desse recurso metodológico os trabalhos de Rubira e Perez Filho (2019) sobre a geocronologia dos eventos de deposição sobre coberturas superficiais de terraços marinhos no litoral catarinense, de Souza e Perez Filho (2016) sobre as alterações na dinâmica de canais de drenagem e sua relação com eventos tectônicos e climáticos no quaternário e de Storani e Perez Filho (2015) que utilizaram a geocronologia para aferir oscilações de níveis de terraços fluviais do rio Mogi Guaçu-SP.

Em alguns casos, a utilização desses métodos de análise tem denunciado processos evolutivos caracterizados por alterações no invariante do sistema, ocasionadas, por exemplo, por eventos pelo aprofundamento do entalhe das drenagens junto às planícies de inundação com consequente formação de terraços fluviais, tal como discutido por Lupinacci e Souza (2019) e por Dias e Perez Filho (2015).

Ainda em relação às escalas de interpretação, o enfoque genético-estrutural no estudo dos geossistemas e da paisagem tem sido abordado em escalas regionais (MARQUES NETO, 2018), de semidetalhe (MARQUES NETO, 2016), ou ainda em perspectiva interescalar (MARQUES NETO e PEREZ FILHO, 2014), enfatizando também o papel do relevo nos fluxos de matéria e energia nos termos de sua direção e intensidade.

A perspectiva dinâmico-evolutiva na análise sistêmica é também palco para as discussões assentadas no círculo temático das ciências das paisagens, e será abordada na seção seguinte.

2.3. Enfoque dinâmico-evolutivo

O dinamismo da paisagem, tal como elucidado por Rodriguez et. al. (2007), se processa a partir das modificações constantes que se manifestam por uma direção definida do funcionamento geossistêmico dessa paisagem, o que, de acordo com Sochava (1978), relaciona-se ao movimento de seus estados variáveis ou derivados, subordinados a um elemento invariante que, diante tais alterações, mantem-se com a mesma função inicial. Comportando-se como sistemas dinâmicos, Cavalcanti (2013) explica que os invariantes representam geocomponentes que possuem taxas de mudanças na estrutura da paisagem muito lentas e variáveis de estado são geocomponentes que apresentam taxas de mudanças mais velozes, de forma que é a mudança no elemento invariante culmina em

evolução da paisagem. Sob essa lógica, as unidades morfológicas comumente são utilizadas como base para mapeamentos de paisagens por se configurarem como invariantes do geossistemas, pois se alteram muito pouco na mesma escala de tempo em que se alteram as variáveis de estado, representadas por processos e elementos do meio ecológico, por exemplo. A compartimentação das unidades de relevo referendadas a uma morfoestrutura (ROSS, 1992) cumpre, nesse escopo, orientar os mapeamentos de paisagens sobre uma base invariante, ou seja, a própria morfoescultura.

Nesse contexto, o enfoque dinâmico-evolutivo baseia-se em investigações direcionadas à análise da paisagem com abordagem orientada à transformação da sua estrutura, patrocinada pelas alterações dos *inputs* energéticos responsáveis pelo funcionamento dos sistemas componentes dessa paisagem. A função que cada elemento desempenha junto aos sistemas que estão em interação descortina de que forma a mesma paisagem encontra-se estruturada e por que se estrutura com determinada conformação.

A estrutura do sistema, de acordo com Rodriguez et al. (2007) é relativamente estável, definindo-se pelo conteúdo de elementos do próprio sistema bem como das relações entre eles que culminam em um arranjo integral que habitará um táxon referencial na hierarquia escalar de análise. Como resultado, a estrutura paisagística apresenta um caráter vertical e outro horizontal. O caráter vertical exibe as relações e interações dos elementos componentes do sistema em foco e o caráter horizontal a expressão da paisagem morfológica na superfície.

Para Christofoletti (1999) sistemas morfológicos se caracterizam como sistemas dinâmicos abertos, passíveis de trocas de energia e matéria com sistemas externos, principalmente com o climático e o antrópico, capazes de alterar o *input* de energia que alimenta boa parte do trabalho realizado na esculturação das formas. Ao eleger a morfologia como elemento basal da paisagem concebe-se que as próprias formas de superfície são resultantes da expressão espacial de um fenômeno (CHRISTOFOLETTI, 1979) que se arranja pelos fluxos de materiais distribuídos em consonância com a energia disponível no sistema, onde os processos se ajustam em função da qualidade dos atributos do sistema em foco. Para o sistema geomorfológico os atributos são as declividades, as amplitudes altimétricas, a orientação das vertentes, as extensões areais, as propriedades granulométricas e texturais das coberturas de alteração e todos os elementos que qualificam a morfologia em apreço. Assim, a influência do relevo na conformação das unidades de paisagem pode ser dada pela compartimentação morfológica para embasar unidades geossistêmicas alocadas em táxons que sustentam mosaicos de paisagens característicos, principalmente quando as análises são processadas em ordens escalares de menor detalhamento.

No âmbito das pesquisas geomorfológicas desenvolvidas em território nacional e que utilizaram o modelado terrestre como elemento de caracterização de geossistemas e de investigação sobre a dinâmica e evolução das paisagens, são passíveis de destaque aquelas balizadas em escalas pautadas entre 1:50.000 e 1:250.000 e exemplificadas pelo trabalho de caracterização dos geossistemas do estado de Santa Catarina apresentado por

Ad-Víncula Veado e Troppmair, (1999), pela pesquisa desenvolvida por Cavalcanti (2013) no Parque Nacional do Catimbau-PE, pelo estudo de Oliveira (2013) orientado à bacia hidrográfica do rio Lourenço Velho-MG e pelo estudo de Marques Neto (2016) sobre a relação entre geomorfologia e geossistemas no Maciço Alcalino de Itatitaia (MG/RJ).

Sucessivas e graduais alterações nos inputs de energia e matéria atreladas, por exemplo, ao incremento ou diminuição no fotoperíodo ou ao aumento ou redução do aporte de água ou de sedimentos nos sistemas morfológicos, pode também incitá-los ao dinamismo. Nesse interim, os mapeamentos investigativos sobre a fragilidade ambiental de áreas, sobre o condicionamento ecodinâmico dos meios estáveis e instáveis e sobre a energia do relevo conseguem, por exemplo, quantificar de forma satisfatória a alteração nesses *inputs*, revelando o estado dinâmico da paisagem a partir da integração de dados do meio físico, simbolizados pelo arcabouço litopedológico, pelo contexto morfométrico, pela cobertura vegetacional e pelo meio antropizado, simbolizado pelo uso da terra (MENDES, 1993; OLIVEIRA et al., 2017; OLIVEIRA et al., 2019).

Uma vez que a investigação sobre a dinâmica dos mosaicos de paisagens orienta-se pelo reconhecimento dos fluxos de energia e matéria a partir do estudo do comportamento das variáveis componentes do sistema em foco, a morfometria dá conta de quantificar essa dinâmica quando analisada integradamente a outros elementos, denotando a intensidade das alterações que se processam nos ambientes. Em áreas onde o vigor do relevo é considerável, a variável declividade tem preponderância uma vez que, em tese, é ela que definirá a intensidade de atuação da energia cinética no sistema em foco.

O célebre trabalho desenvolvido por Mendes (1993) no córrego Lafon, município de Araçatuba-SP, a partir da integração de dados do arcabouço físico com os dados morfométricos para composição da carta de energia do relevo, sob a ótica sistêmica, sumariza a dinâmica dos processos de superfície quando indica os pontos onde tais processos possuem maior ou menor potencial de destruição.

Oliveira (2013) procedeu à investigação da dinâmica sistêmica da bacia hidrográfica do rio Lourenço Velho-MG por meio da fragilidade ambiental considerando, as variáveis declividade, uso e ocupação da terra e solos. Os resultados obtidos sinalizam que as alterações na entrada de fluxos de matéria e energia, nesse caso, em muito estão vinculadas à integração das declividades com a dimensão da intervenção antrópica, referendada pelo tipo de uso dado à terra. Assim, o dinamismo sistêmico é denunciado pela ocorrência de processos erosionais e deposicionais desencadeados pelo parcelamento dos volumes precipitados sobre uma superfície mais ou menos protegida em ambientes onde as amplitudes altimétricas e declividades são significativas.

Os exemplos supracitados permitem considerar que tanto os sistemas físico-naturais como os antropizados possuem funções específicas que, em interação, personificam as paisagens. Por representar o arcabouço que embasa os mosaicos paisagísticos, os

sistemas geomorfológicos são aqueles que, de forma inconteste, apresentam-se como ótimos sinalizadores do estado dinâmico da paisagem.

2.4. Enfoque geotecnogênico

A transformação exercida pelas sociedades humanas nos sistemas geomorfológicos figura como a alçada maior da Antropogeomorfologia, uma das correntes mais aventadas na pesquisa geomorfológica contemporânea e mantenedora de estreitas relações com o método sistêmico. O conjunto das formas, processos e materiais vinculados às atividades humanas definem o escopo da geotecnogênese e o papel do Homem como agente geológico-geomorfológico.

O corte temporal que delimita a maior intensificação da interferência humana no sistema Terra, por conseguinte nos sistemas geomorfológicos, é o Antropoceno. Embora a transformação industrial com base na máquina a vapor e no uso de combustíveis fósseis seja considerada por muitos como marco tecnológico para o Antropoceno (CRUTZEN, 2002; ZALASIEWICZ et al. 2008; STEFFEN et al. 2011; GOUDIE e VILES, 2016), outros cientistas (ELLIS, 2011) sugerem que essa temporalidade é apenas a sua porção mais recente, tendo assim a aludida época se iniciado há muito mais tempo, desde que o gênero *Homo* passou a atuar na superfície terrestre. Silva et al. (2018), por outro lado, rechaçam a aderência do Antropoceno ao ser humano pré-histórico, atualizando ainda que os consensos científicos mais recentes tendem a adequar essa temporalidade emergente a partir do pós-guerra.

De acordo com Goudie (1993), a racionalização do homem enquanto agente geomorfológico é uma preocupação antiga que remonta aos séculos dezoito e dezenove a partir de estudos protagonizados por nomes como Fabrel, Sarrel, Charles Lyell e até mesmo Alexander Von Humboldt. É creditado, entretanto, à obra de George Perkins Marsh intitulada "*Man and Nature*", de 1864, como o marco inicial da sistematização desse tema de pesquisa (NIR, 1983; GOUDIE, 1993; LUZ, 2015). A Antropogeomorfologia, aliada ao caráter interdisciplinar que cerca o debate sobre o Antropoceno, estabeleceu um encontro natural com a abordagem sistêmica e com os estudos integrados da paisagem.

No contexto brasileiro, Pellogia (1996, 1997) propõe três níveis de ações transformadoras inerentes à geotecnogênese: (1) alterações morfológicas vinculadas às ações que interferem na fisiografia das paisagens e geram novas formas de relevo; (2) modificações na fisiologia das paisagens a partir dos processos superficiais que se instauram com as alterações nas coberturas de alteração, impermeabilização de superfícies e implementação de infraestruturas em geral; (3) modificações na estrutura superficial da paisagem com depósitos tecnogênicos incorporados à coluna estratigráfica quaternária, como aterros, asfaltamentos, lixões, etc.

Com o advento do Antropoceno, muitas espacialidades passaram, portanto, a se transformar deveras rapidamente em função da intervenção humana no sistema geomorfológico. A princípio, as interferências mais significativas se concentravam nas já

aludidas variáveis de estado, conceito que agrega os elementos concernentes à dinâmica da paisagem, e que em condições originais se alteram em caráter reversível a partir de escalas temporais mais curtas: água e fatores hidrodinâmicos, vegetação, aspectos climáticos. O relevo, por sua vez, figura como um elemento invariante, conforme anteriormente posto, e sua transformação normalmente se processa em longo termo. Ainda que em visadas escalares de detalhe processos erosivos possam ser plenamente percebidos, monitorados e mensurados, em escalas mesorregionais os padrões de formas normalmente são preservados e os tipos genéticos originais ficam mantidos na paisagem por lapsos temporais mais alongados, sendo sua modificação irreversível. Essa irreversibilidade é percebida pelas morfogêneses emergentes, importantes geoindicadores de evolução da paisagem, uma vez que apresentam tempo de mudança maior do que as chamadas variáveis de estado, não contando assim com a mesma retroalimentação negativa.

Trata-se aqui de uma relação dialética entre os fatores permanentes (invariantes) e os fatores transformantes (variáveis de estado), movimento contínuo nos processos naturais enfatizado por Sochava (1978) e endossado por Rodriguez e Silva (2019) no âmbito da literatura nacional. Essas relações cimentam concepções importantes na Geomorfologia, como o modelo ecodinâmico de Tricart (1977) baseado nas relações entre variáveis de estado e invariantes para a definição dos diferentes meios retratadores dos estados dinâmicos da paisagem, entre os quais os *meios fortemente instáveis* são abstraídos pela transformação dos elementos invariantes a desencadear morofogêneses e mudanças de estado. Essa proposição forneceu bases importantes para o desenvolvimento metodológico voltado para análise e interpretação da fragilidade ambiental guiada pela abordagem sistêmica, fundamentalmente a partir do trabalho de Ross (1994), que puxou uma miríade quase incontável de aplicações em estudos de caso.

A construção de uma espacialidade do relevo pela qual a organização geomorfológica é atrelada à transformação humana se inscreve no âmago da tese de doutoramento de Aziz N. Ab'Sáber (VITTE, 2011) defendida em 1957, sugestivamente intitulada "Geomorfologia do sítio urbano de São Paulo (AB'SÁBER, 2005). Áreas urbanas, desse modo, sempre figuraram entre as espacialidades preferenciais para estudos geomorfológicos adequados ao enfoque geotecnogênico, com inúmeros exemplos na produção nacional, que podem ser citados por amostragem. Para iniciar, Lima (1990) discute as relações entre a urbanização e o relevo na borda da bacia do Paraná. Para área urbana da capital paulista, o trabalho de Rodrigues (2005) discute o processo de substituição de morfologias originais por morfologias antropogênicas com forte aporte na cartografia. Doravante, Luz (2015) e Rodrigues et al. (2019) lançam mão da cartografia geomorfológica dinâmica para discutir as transformações sucessivas nos sistemas geomorfológicos de um trecho da planície fluvial do rio Pinheiros. Na região metropolitana de Porto Alegre, formas e processos tecnogênicos foram contextualizados por Fujimoto (2008), e alterações nos processos de superfície foram tratados por Gonçalves e Guerra (2011) em Petrópolis (RJ).

O enfoque geotecnogênico também tem sido bastante direcionado aos estudos geomorfológicos em áreas de mineração, sobretudo nas extrações a céu aberto que demandam escavações, geração de talude, formação de pilhas de estéril e outras transformações geomorfológicas. Nesse campo temático se alinham os trabalhos de Paschoal (2014), problematizado em área de extração de argila, e de Silva e Valadão (2016), contextualizado na exploração do ferro no Quadrilátero Ferrífero, região central de Minas Gerais. Esses trabalhos versam entre as alterações nas formas e as mudanças sinérgicas nos fluxos de matéria e energia operando as transformações geomorfológicas locais.

3. DESAFIOS CONTEMPORÂNEOS E PERSPECTIVAS FUTURAS

Já foi discutido no escopo da presente exposição que a abordagem sistêmica em Geomorfologia figurou como importante perspectiva paradigmática alternativa aos modelos mais tradicionais de evolução do relevo ao incorporar a Teoria Geral dos Sistemas de forma explícita e modular suas estratégias metodológicas de forma aderente ao método sistêmico. Portanto, essa nova perspectiva foi decisiva na construção de um movimento que conduziu a Geomorfologia de um caráter exclusivista e estanque inerente aos modelos cíclicos para uma ciência apta às interfaces, às capilaridades de técnicas e procedimentos e às aberturas interdisciplinares que se interpuseram ao longo de sua evolução histórica.

No transcurso que alinha as primeiras experiências de cunho sistêmico à contemporaneidade, a ciência geomorfológica aprofundou sobremaneira suas elucubrações teóricas transladando da teoria do equilíbrio dinâmico para a noção de sistemas caóticos, incorporando os postulados neocatastrofistas e a sedimentação episódica como preceito interpretativo dos depósitos sedimentares gerados por distúrbios ambientais, conforme contextualizado por Fávera (2000). Essa evolução epistemológica perpassa a adesão ao paradigma da complexidade (MORIN, 1977, PRIGOGINE, 2002), tratando o sistema geomorfológico como um sistema complexo e buscando seu enquadramento em organizações poliestruturais e polissistêmicas. Além disso, a Geomorfologia fortalece as intersecções entre Geografia e Geologia com os estudos tangentes à evolução do relevo pelo prisma estrutural e tectônico, mas também em função de sua inserção nas discussões sobre geodiversidade e geopatrimônio. Convence acerca da importância do relevo para o planejamento e governança do espaço, projetando seu objeto como fator determinante nas organizações espaciais. Ainda, se inscreve de forma nuclear nos estudos dos geossistemas e da paisagem, deixando clarividente o papel do relevo nos fluxos de matéria e energia e sua funcionalidade enquanto possível critério para diferenciação de áreas naturais. Sincronicamente a tudo isso, estreia o diálogo com a Arqueologia, ocupando lugar relevante no escopo da Geoarqueologia e se aproximando das abordagens tangentes à Arqueologia da Paisagem. Finalmente, uma Geomorfologia integrativa começa a se aproximar de correntes fenomenológicas para considerar os sujeitos que interpretam o relevo e a lograr o entendimento dos fundamentos étnicos e

culturais que subjazem os saberes não acadêmicos acerca da paisagem e dos seus atributos de nexo geomorfológico, campo de discussão ocupado pela chamada etnogeomorfologia.

A Geomorfologia não teria logrado tão vasta possibilidade de capilaridades caso tivesse acomodado seus postulados nas construções sistêmicas iniciais, pautadas no equilíbrio e na evolução linear dos sistemas. Diferentemente disso, a Geomorfologia arrojou-se em acompanhar as discussões teóricas e epistemológicas do seu tempo, lapidando a noção de complexidade segundo a natureza de seu objeto. Indefectivelmente, esse processo de aprimoramento e avanço tem sido prevalente e contínuo, e a complexidade tem sido posicionada do centro do pensamento para a compreensão cada vez mais abrangente dos sistemas geomorfológicos no conjunto da paisagem, suas relações com o Antropoceno e seu enquadramento em uma história ambiental modulada por variáveis naturais e humanas que se interpenetram em temporalidades distintas. É nesse movimento que os estudos sobre a evolução do relevo até então assentados em perspectivas uniformitaristas passam a desvelar o comportamento caótico dos sistemas, suas emergências, ebulições, contradições, reciprocidades e espasmos.

As relações entre Geomorfologia e Antropoceno florescem no bojo da complexidade, propondo referências para a demarcação desse naco do Holoceno temporalizado, segundo Goudie e Viles (2016) nos últimos aproximados 300 anos, quando os processos erosivos com perdas cada vez mais irremediáveis de solo se aceleram enquanto a criosfera se coloca em retração, dois marcos geomorfológicos fundamentais da chamada "Grande Aceleração". De acordo com os autores, o Antropoceno admite uma subdivisão organizada pela sequência de três estágios temporais: estágio 1 (1800-1945), também chamado de "Era Industrial"; estágio 2 (1945-2015), designado consensualmente como a "Grande Aceleração", período de maior expansão e sinergia sistêmica das transformações ambientais; e, por fim, um estágio 3, ainda interseccionado ao estágio 2 em algumas partes do mundo, porém estabelecido a partir de concepções restaurativas de remediação ambiental, recuperação de áreas degradadas e renaturalização. Silva et al. (2018), avançando com a discussão, atualizam acerca da construção de um consenso pelo qual o Antropoceno passa a ser entendido como uma época própria que se consolida por volta do ano de 1950, coincidindo com o período da "grande aceleração", quando os impactos humanos no sistema Terra ganham extensão e coalescência, com aumento na concentração de óxidos de nitrogênio, fluxos de fósforo, extinção acelerada de espécies, além de outros materiais a se somarem ao CO_2 e CH_4 que já vinham sofrendo aumento desde a Revolução Industrial. O plutônio-239 seria o marcador estratigráfico dessa nova época, a despeito das discussões e possíveis reformulações que esse importante tópico interdisciplinar deverá suscitar nos próximos anos.

Entre os geomorfológos brasileiros, preocupações com essas mudanças terrestres aceleradas nas últimas décadas do Antropoceno, na passagem do estágio 1 para o estágio 2, foram salientadas por Rodrigues et al. (2019) a partir de aplicações em sistemas fluviais urbanos, tendo como referencial teórico a abordagem sistêmica concatenada à complexa exploração dos potenciais metodológicos da Antropogeomorfologia. Luz e Marçal

(2016), em complemento, assinalaram os desafios impostos pelo estágio 3, que demanda um consenso universal de ações voltadas para garantir o funcionamento do sistema Terra enquanto suporte à vida. Na mesma linha, Ponte e Szlafsztein (2019) repassaram criticamente a inserção do Antropoceno no escopo da Geografia, discutindo suas complementaridades e seus potenciais de abordagem.

Os estudos geomorfológicos dialógicos ao Antropoceno, embora crescentes, ainda se distribuem principalmente entre os estágios 1 e 2, enfaticamente voltados para os problemas ambientais decorrentes da "Grande Aceleração". A continuidade da relevância da Geomorfologia nesse campo temático, portanto, vem a demandar aprofundamentos em desenvolvimento metodológico de caráter preditivo ambientados no estágio 3. Tais aprofundamentos devem ser pensados além das análises de riscos de movimentos de massa, inundação, etc., mas obstinados na modelização de sistemas geomorfológicos em cenários futuros de restaurações ecológicas, refaunações, e até mesmo recomposições de paleopaisagens. É crescente e tendencial o incremento de espécies nativas em sistemas ambientais nos quais tais espécies desapareceram há décadas e mesmo há séculos e milênios por perdas deletérias que causaram extinções locais e regionais. Além da reintrodução de elementos faunísticos que sofreram depleção pretérita, equivalentes ecológicos de espécies extintas têm sido introduzidos na lógica de aproximar o mais estreitamente possível os fluxos de matéria e energia originais. Em caráter mais extremo, discute-se a recomposição de paleopaisagens pleistocênicas com transferências de megafauna e, nas últimas fronteiras da ciência contemporânea, a ressurreição genética de espécies extintas, horizonte permanentemente referenciado no grande proboscídeo pleistocênico *Mammuthus primigenius*. Seja qual for a medida e o grau das restaurações ambientais, modificam-se a reboque as relações entre o sistema geomorfológico e a biota com as novas sinergias instauradas, alterando-se processos de infiltração, escoamento e erosão que são influenciados por atividades geomórficas de escavação, pisoteio, bioturbação, produção e acúmulo de matéria orgânica, etc. Além dos cenários futuros e modelos preditivos nas estruturas espaciais consubstanciadas com a "Grande Aceleração", interpõe-se como desafio à Geomorfologia uma inserção efetiva na construção dos cenários voltados para a renaturalização de áreas, demanda que tende a se avolumar em tempos de mudanças globais.

A propósito das ações de renaturalização de paisagens se projetarem como uma demanda futura a ser cada vez mais recorrente, o reconhecimento de geopatrimônios e geossítios associados ao reconhecimento qualitativo e quantitativo da geodiversidade existentes em determinadas áreas vem crescendo no corpo conceitual e metodológico das geociências. Originalmente criado no âmbito da Geologia, os estudos da geodiversidade e do patrimônio geológico-geomorfológico foram rapidamente apropriados pelos geógrafos e geomorfólogos lusófonos, tema que vem sendo amplamente debatido em Portugal (BRILHA, 2005) e no Brasil, aquinhoado com um grupo de geomorfológos contribuintes em mais um avanço integrativo da Geomorfologia. Comunicações lavradas por Mochiutti et al. (2012), Oliveira et al. (2013), Pinto e Liccardo (2013), Cristo (2013),

Rodrigues e Bento (2018), Claudino-Salles (2018), entre outras, amostram a disseminação dos temas vinculados à geodiversidade e ao patrimônio geomorfológico no contexto brasileiro.

O estudo da geodiversidade e a identificação e conservação do patrimônio geomorfológico se projetam, tendo em vista o exposto, como importantes desafios para a criação de áreas especiais que conjuminem as estruturas naturais com os aspectos culturais existentes, pauta fundamental para contrabalançar o adensamento da tecnificação que ganha agudez a partir do estágio II do Antropoceno. Entretanto, essa pauta científica é recente, e o campo metodológico e até mesmo conceitual que a cerca ainda padece de um consenso limitado até mesmo no que se refere às variáveis ambientais a serem consideras no mapeamento e mensuração da geodiversidade. A esse propósito, ainda impera uma cartografia quantitativa de baixa aderência com a paisagem, o que tem obstaculizado aprofundamentos qualitativos acerca das fortes relações entre o patrimônio geomorfológico e os tipos de paisagem existentes.

Desvela-se, dessa forma, um campo ainda semeável ao aprimoramento conceitual e metodológico nos estudos geomorfológicos, e que tem como um grande desafio inserir a geodiversidade em modelos sistêmicos, preditivos ou não, de níveis organizacionais mais complexos. A geodiversidade deve conjuminar-se com a biodiversidade para o planejamento integrado de áreas, e a paisagem se oferece como importante viés conceitual e metodológico para mediar essa confluência necessária.

O sistema geomorfológico se inscreve na paisagem, que por sua vez é um palimpsesto que resguarda marcas e heranças que retrocedem todo o Antropoceno e remetem a sistemas relacionais entre ser humano↔natureza que são antecedentes ao grande boom urbano e tecnológico pós-Revolução Industrial. O reconhecimento das ocupações pretéritas, os sítios geomorfológicos visados para habitação, transumância e exploração, bem como os desdobramentos nas formas e processos superficiais, aproxima a Geomorfologia da Arqueologia, além de colocar a ciência geomorfológica em substancial condição de prestar subsídio a estudos no campo da Arqueologia da Paisagem. De forma concatenada, esses saberes convergem mais uma vez nos debates que tratam das mudanças globais, conforme destacado por Coltrinari (2008), aprimorando o entendimento dos impactos pretéritos causados pelas sociedades humanas nos ecossistemas. A inserção da Geomorfologia perpassa diversas escalas, focando análises estratigráficas dos sítios locais depositários dos vestígios arqueológicos (SIVA, et. al. 2008), bacias de drenagem (RUBIN, 1999; CORREA, 2011) e geossistemas (SILVA e AMORIM, 2018).

A construção de modelos e a precisão cada vez mais absoluta de dados geocronológicos são fundamentais para ligar a evolução quaternária das paisagens às diferentes mudanças induzidas pelo homem, relações estas que se entrelaçam em sistemas complexos, fundindo diferentes escalas temporais e espaciais. Abordagens que se utilizam da datação de terraços e planícies fluviais, como aquelas executadas por Oliveira (2012) e Rubira e Perez Filho (2019), se projetam como de grande valia para o

conhecimento mais preciso e absoluto das formas e processos quaternários, enfaticamente holocênicos, período que abarca a entrada do *Homo sapiens* na América do Sul. As relações entre planícies e terraços, a dinâmica climática regional e a ocupação humana são estreitas e complexas, e a expansão desses conhecimentos demanda uma aproximação com a Arqueologia e um investimento mais agressivo nos estudos geocronológicos de sedimentos fluviais, colúvios, horizontes orgânicos, materiais de cerâmica e outros registros, utilizando-se cada vez mais das datações por luminescência e por análise de nuclídeos cosmogênicos. Nessa agenda, é crucial a ampliação das correlações cronológicas regionais para o entendimento da continuidade espacial do registro arqueológico e suas relações complexas com o sistema geomorfológico.

4. CONCLUSÃO

A incorporação e evolução da abordagem sistêmica no escopo teórico-metodológico da Geomorfologia foram condutas determinantes no seu êxito em comprovar a relevância do relevo para a organização do espaço, figurando como campo do conhecimento fundamental no planejamento do uso da terra em diferentes escalas. Procuramos discutir de forma sumarizada a produção nacional versada na referida abordagem, mostrando as suas articulações com as matrizes estrangeiras nas primeiras emergências e a progressiva construção de um cenário próprio aderente aos sistemas geomorfológicos tropicais e à nossa realidade socioeconômica, sugerindo ainda uma agenda futura positiva a ser construída no franco avanço dos estudos integrados.

Munida da abordagem sistêmica, a Geomorfologia contribuiu sobremaneira para o planejamento ambiental e territorial brasileiro, desde os grandes zoneamentos até esquemas regionais e locais, assumindo assim uma função social bastante explícita. Sincronicamente, amplia sua alçada metodológica ao tratar problemas ambientais em suas relações com as sociedades humanas. Ainda nesse movimento, os estudos sistêmicos foram fundamentais para a realização de um auspicioso caminho de volta frontal à setorização em curso desde a segunda metade do século dezenove, trazendo a paisagem para a pesquisa geomorfológica e aderindo crescentemente aos estudos integrados.

No âmbito específico dos estudos dos geossistemas e da paisagem, uma ampliação mais recente e bastante frutuosa pode ser constatada a partir de uma inflexão recente que passa a focar as proposições russo-soviéticas centralizadas em Viktor Sochava. Esse movimento, se não rompeu, apresentou ressalvas em relação ao sistema dominante referenciado nas proposições de Georges Bertrand, que permearam a pesquisa brasileira por pelo menos três décadas segundo uma práxis distorcida em função de obstáculos literários da época que impediram o amplo acesso às revisões que esse magistral geógrafo realizou acerca de sua própria obra. Na mesma medida, o conhecimento mais amplo e integralizado da literatura russo-soviética que se deu com a abertura progressiva de canais de comunicação elevou o patamar dessa frente teórico-metodológica no Brasil, e a Geomorfologia tem se inserido e encontrado novas colocações nos estudos integrados da paisagem.

Goudie (2017), em ávida busca por uma Geografia unificada em sua complexidade, aventa campos temáticos pelos quais conjuminam os elementos biofísicos, as sociedades humanas e seus sujeitos: azares ambientais, Antropoceno, ciência do sistema Terra, História Ambiental, estudos e avaliações de impactos ambientais, geodiversidade, estudos da paisagem, etc. O lastro teórico e a práxis metodológica da abordagem sistêmica nutriu a Geomorfologia de maneira que ela historicamente ocupasse diferentes espaços nesse rol de temas, sendo protagonista nas discussões dos riscos e impactos ambientais. Da mesma forma, o relevo recorrentemente tem sido uma variável central para os estudos integrados da paisagem e dos geossistemas, e na contemporaneidade suas influências tem sido enquadradas de forma cada vez mais concisa. No contexto brasileiro, as relações entre o sistema geomorfológico e o Antropoceno seguem em busca de consolidação tocadas na raia da Antropogeomorfologia, ainda abertas a aprofundamentos nos termos da complexidade e da interescalaridade dos processos espaciais dessa nova época e suas relações com aqueles que atuaram na geração dos invariantes e na dinamização das variáveis de estado originais das paisagens hoje humanizadas. Campos temáticos e orientações metodológicas de difusão mais recente, como as questões tangentes à geodiversidade e aos geopatrimônios ainda carecem de uma maior aproximação da abordagem sistêmica, vista como potencial e necessária para a consolidação de uma tradição mais holística voltada para o referido tema.

Conforme discutido, a abordagem sistêmica auxilia a Geomorfologia brasileira a ocupar diferentes espaços de discussão, criando uma robustez conceitual, teórica e metodológica que lhe atribuem potencial para expandir seu campo de atuação e ampliar seu olhar para a complexidade dos sistemas geomorfológicos e ambientais. É com tal propriedade que a abordagem sistêmica tratada na Geomorfologia brasileira encerra a segunda década do século XXI, um alentador indicativo de sua permanência nos principais debates ambientais futuros, nas tomadas de decisão e nas ações executoras voltadas para as mais diversas ações restaurativas e\ou para a coexistência parcimoniosa em uma Gaia cada vez mais próxima de seus limiares diante das mudanças globais que se anunciam a olhos vistos.

Referências Bibliográficas

AB'SÁBER, A. N. Um conceito de geomorfologia a serviço das pesquisas sobre o Quaternário**. Geomorfologia**. São Paulo, v. 18, 1969.

AB'SÁBER, A. N. **Os domínios de natureza no Brasil**: potencialidades paisagísticas. São Paulo: Ateliê Editorial, 2003. 160 p.

AB'SÁBER, A. N. **Geomorfologia** do **sítio urbano de São Paulo**. Cotia, SP: Ateliê Editorial, 2007. 335p.

ABREU, A. A. A Teoria geomorfológica e sua edificação: análise crítica. **Revista Brasileira de Geomorfologia**. n. 2, p. 51-57, 2003.

ADUSHKIN, V. V., KOCHARYAN, G. G. Trigger processes in geosystems. **Izvestiya, Physics of the Solid Earth** n. 47, p. 259 - 261, 2011.

BERTALANFFY, L. V. **Teoria Geral dos Sistemas**. Petrópolis: Vozes, 1973. 351p.

BERTRAND, G. Paisagem e Geografia Física global: esboço metodológico. **Caderno de Ciências da Terra**. n.13. São Paulo, 1972. 27p.

BERTRAND, G. Paysage et geographie physique globale: esquisse méthodologique. **Revue Géographique Des** Pyrénées **Et Du Sud-ouest**, Toulouse, v. 39, n. 3, p. 249-272, 1968.

BRILHA, J. B. R. **Patrimônio geológico e geoconservação: a conservação da natureza em sua vertente geológica**. Viseu: Palimage, 2005. 190p.

CASSETI, V. **Ambiente e apropriação do relevo**. São Paulo: Contexto, 1991. 147p.

CAVALCANTI, L. C. S. **Da descrição de áreas à Teoria dos Geossistemas: uma abordagem epistemológica sobre sínteses naturalistas**. Tese de Doutorado, Universidade Federal de Pernambuco, Recife, 2013. 205p.

CAVALCANTI, L. C. S. **Cartografia de Paisagens**: fundamentos. São Paulo: Oficina de Textos, 2014. 95 p.

CAVALCANTI, L. C. S.; CORRÊA, A. C. B.; ARAÚJO FILHO, J. C. Fundamentos para mapeamento de geossistemas: uma atualização conceitual. **Geografia**, v. 35, n. 3, p. 539-551, 2010.

CESAR, A. L. **Estudo de bacias hidrográficas através de parâmetros morfométricos de análise areal.** 1977. Dissertação (Mestrado em Geografia). São Paulo, 1977.

CHORLEY, R. J.; KENNEDY, B. A. **Physical Geography: a system approach**. London: Prentice Hall, 1971.

CHORLEY, R. J; HAGETTT, P. **Modelos Integrados em Geografia**. São Paulo: Editora da Universidade de São Paulo, 1974. 260 p.

CHRISTOFOLETTI, A. Análise morfométrica das bacias hidrográficas. **Notícia Geomorfológica**, Campinas, v. 9, n. 18. 1969.

CHRISTOFOLETTI, A. Análise hipsométrica de bacias de drenagem. **Notícia Geomorfológica**, Campinas, v. 10, n. 9, p. 68-76, jun. 1970.

CHRISTOFOLETTI, A. **Análise morfométrica das bacias hidrográficas do planalto de Poços de Caldas**. 1970. 216 f. Tese (Livre Docência) - Faculdade de Filosofia Ciências e Letras de Rio Claro, Rio Claro, 1970.

CHRISTOFOLETTI, A. **Geomorfologia**. São Paulo: Blucher, 1980. 188 p.

CHRISTOFOLETTI, A. A variabilidade espacial e temporal da densidade de drenagem. **Notícia Geomorfológica**, Campinas, v. 21, n. 42, p. 3-22, dez. 1981.

CHRISTOFOLETTI, A. **Análise de Sistemas em Geografia**. São Paulo: HUCITEC-Editora da Universidade de São Paulo, 1979. 106 p

CHRISTOFOLETTI, A. **Modelagem de Sistemas Ambientais**. São Paulo: Edgard Blucher, 1999. 256 p.

CHRISTOFOLETTI, A.; OKA-FIORI, C. O Uso da densidade de rios como elemento para caracterizar as formações superficiais. **Notícia Geomorfológica**, Campinas, v. 20, n. 39, p. 73-85, dez. 1980.

CHRISTOFOLETTI, A.; PEREZ FILHO, A. Estudos sobre as formas de bacias hidrográficas. **Boletim de Geografia Teorética**, Rio Claro, v. 3, n. 9-10, p. 83-92, 1975.

CHRISTOFOLETTI, A.; TAVARES, A. C. Análise de vertentes: caracterização e correlação de atributos do sistema. **Notícia Geomorfológica**, Campinas, v. 17, n. 34, p. 65-83, dez. 1977.

CLAUDINO-SALES, V. Morfopatrimônio, morfodiversidade: pela afirmação do patrimônio geomorfológico strictu sensu. **Revista da Casa da Geografia de Sobral**, v. 20, n. 3, p. 3-12, 2018.

COELHO, M. C. N. (2011) Impactos ambientais em áreas urbanas: teorias, conceitos e métodos de pesquisa. In: GUERRA, A. J. T; CUNHA, S. B. (Org.) **Impactos ambientais urbanos no Brasil**. Rio de Janeiro: p. 19-45

COLTRINARI, L. Z. D. Geomorfologia, Geoarqueologia e mudanças globais. In: RUBIN, J. C. R.; SILVA, R. T. (Orgs.). **Geoarqueologia: teoria e prática**. Goiânia: p. 15-21, 2008.

CONTI, J. B. Resgatando a "fisiologia da paisagem". **Revista do Departamento de Geografia**, São Paulo, n. 14, p. 59-68, 2001.

CORREA, A. C. B. Antropogênese e morfogênese sob a ação de eventos climáticos de alta magnitude no semiárido pernambucano: o caso da bacia do riacho Salgado. **Revista Brasileira de Geomorfologia**, v. 12, n. 3, 2011.

CRISTO, S. S. V. **Abordagem geográfica e análise do patrimônio geomorfológico em unidades de conservação da natureza: aplicação na Estação Ecológica Serra Geral do Tocantins e área de entorno – estados do Tocantins e Bahia**. 2013, 245f. Tese (Doutorado em Geografia). Instituto de Geociências, Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Porto Alegre, 2013.

CRUTZEN, P. Geology of Mankind: The Anthropocene. **Nature**, v. 415, n. 3, p. 23, 2002. https://doi.org/10.1038/415023a

CRUZ, O. **A Serra do Mar e o litoral na área de Caraguatatuba – SP: contribuição à geomorfologia litorânea tropical**. 1974, 181f. Tese (Doutorado em Geografia Física). Instituto de Geografia, Universidade de São Paulo. São Paulo, 1974.

CUNHA, C. M. L. **A cartografia do relevo no contexto da gestão ambiental**. 2001, 128f. Tese (Doutorado em Geociências) - Instituto de Geociências e Ciências Exatas, Universidade Estadual Paulista Julio de Mesquita Filho, Rio Claro, 2001.

DAVIS, W. M. The Geographical cycle. **Geographical Journal**. v. 14, n. 5, p. 481-504, 1899.

DIAS, R. L.; PEREZ FILHO, A. Geocronologia de terraços fluviais na bacia hidrográfica do rio Corumbataí-SP a partir de luminescência opticamente estimulada (LOE). **Revista Brasileira de Geomorfologia**, São Paulo, v.16, n.2, (Abr-Jun) p.341-349, 2015.

ELLIS, E. Anthropogenic Transformation of the Terrestrial Biosphere. **Philosophical Transactions: Mathematical, Physical and Engineering Sciences: Royal Society**, v. 369, nº 1938, p. 1010–1035, 2011. https://doi.org/10.1098/rsta.2010.0331
FÁVERA, J. C. D. **Fundamentos de estratigrafia moderna**. Rio de Janeiro: Editora UERJ, 2001. 263p.

FUJIMOTO, N. S. V. M. (1998) Alterações ambientais na região metropolitana de Porto Alegre – RS: um estudo geográfico com ênfase na geomorfologia urbana. In: NUNES, J. O. R.; ROCHA, P. C. (Orgs.) **Geomorfologia: aplicações e metodologias**. São Paulo: Expressão popular: p. 95-115.

GIOMETTI, A. L. B. R.; GARCIA, G. J. Análise Morfométrica e Hidrográfica da Bacia do Rio Jacaré Pepira (SP). **Geografia**. Rio Claro, v. 19, n 2, 1999.

GONÇALVES, L. F. H; GUERRA, A. J. T. Movimentos de massa na cidade de Petrópolis (Rio de Janeiro). In: GUERRA, A. J. T; CUNHA, S. B. (Org.) **Impactos ambientais urbanos no Brasil**. 8° Ed. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2008. 416p

GOUDIE, A. Human influence in geomorphology. **Geomorphology**, v. 7, n. 1, p. 37-59, 1993.

GOUDIE, A.; VILES, H. **Geomorphology in the Anthropocene**. Cambridge: Cambridge University Press. 2016. 380p.

GRISHANKOV, G. Ye. The landscape levels of continents and geographical zonality. **Soviet Geography: Review and Translation**, New York, v. 14, n. 2, p.61-76, Feb. 1973.

ISACHENKO, A. G. **Principles of Landscape Science and physical-geographic regionalization**. Melbourne: Melbourne University Press, 1973, 310 p.

KING, L. C. A **The morphology of the Earth.** Oliver & Boyd. Edinburgh, 1962. 599p.

LEUZINGER, V. R. **Controvérsias geomorfológicas**. Rio de Janeiro: Jornal do Comércio, 1948. 206p.

LIMA, C. R. **Urbanização e intervenções no meio físico na borda da Bacia Sedimentar de São Paulo: uma abordagem geomorfológica**. 105f. Dissertação (Mestrado em Geografia Física). Faculdade de Filosofia, Letras e Ciências Humanas, Universidade de São Paulo. São Paulo, 1990.

LUPINACCI, C. M.; SOUZA, T. A. Terraços fluviais como indicadores da dinâmica geomorfológica no Quaternário: estudo de caso na depressão periférica paulista. **Revista Brasileira de Geomorfologia**, vol.20, n. 2, p. 427-444, 2019.

LUZ, L. M.; MARÇAL, M. S. A perspectiva geográfica do Antropoceno. **Revista de Geografia**, v. 33, n. 2, p. 143-160, 2006.

LUZ, R. A. **Mudanças geomorfológicas na planície fluvial do Rio Pinheiros, São Paulo (SP), ao longo do processo de urbanização**. 2015, 245p. Tese (Doutorado em Geografia), Faculdade de Filosofia, Letras e Ciências Humanas, Universidade de São Paulo. São Paulo, 2015.

MACHADO, L. M. C. P. **A estruturação hortoniana de bacias hidrográficas do planalto paulistano e das escarpas da Serra do Mar, SP**. 1979. Dissertação (Mestrado em Geografia Física). Faculdade de Filosofia, Letras e Ciências Humanas, USP, São Paulo, 1979.

MARQUES NETO, R. Geomorfologia e geossistemas: influências do relevo na definição de unidades de paisagem no Maciço Alcalino do Itatiaia (MG/RJ). **Revista Brasileira de Geomorfologia**, vol. *17, n.*4, p. 729-742, 2016.

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

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**, Rio Claro, v. 39, n. 2, p. 321-336, 2014.

MARTONNE, E. De. Problemas Morfológicos do Brasil Tropical Atlântico. **Revista Brasileira de Geografia,** IBGE, Rio de Janeiro, v. 5, n. 4, p.3-28, 1943.

MENDES, I. A. **A Dinâmica erosiva do escoamento Pluvial na bacia do Córrego Lafon – Araçatuba-SP**. 1993. 192 f. Tese (Doutorado). Faculdade de Filosofia, Letras e Ciências Humanas, Universidade de São Paulo, São Paulo, 1993.

MOCHIUTTI, N. S.; GUIMARÃES, G. B.; MOREIRA, J. C.; LIMA, F. F.; FREITAS, F. I. Os valores da geodiversidade: geossítios do Geopark Araripe\CE. **Anuário do Instituto de Geociências**, v. 35, n. 1, p. 173-189, 2012.

MONTEIRO, C. A. F Willian Morris Davis e a Teoria Geográfica. **Revista Brasileira de Geomorfologia**. Vol. 2, nº 1, 2001

MORIN, E. **O Método 1: a natureza da natureza**. Lisboa: Publicações Europa-América ltda. 1977.

NIR, D. **Man, a geomorphological agent:** an introduction to Anthropic Geomorphology. Boston/Jerusalem: D. Reidel Publishing Co./Keter Publishing, 1983. 165p.

OLIVEIRA, L. A. F. **A dinâmica fluvial quaternária e a configuração do modelado do relevo no contato entre a Depressão do Rio Pomba e o Planalto de Campos das Vertentes**. Dissertação (mestrado em Geografia). Instituto de Geociências, Universidade Federal de Minas Gerais. Belo Horizonte, 2012. 224p.

OLIVEIRA, R. C.; BOIN, M. N.; FELÍCIO, M. J. Ecodinâmica aplicada à confecção de carta de fragilidade ambiental para instalação de aterro sanitário. **Geografia**, v. 42, n.1, p. 5-21, 2017.

OLIVEIRA, T. A. **A concepção geossistêmica aplicada ao estudo da dinâmica da paisagem na bacia hidrográfica do rio Lourenço Velho, sul do estado de Minas Gerais - Brasil**. 2013. 176 f. Tese - (doutorado) - Universidade Estadual Paulista, Instituto de Geociências e Ciências Exatas, 2013. Disponível em: <http://hdl.handle.net/11449/104307>

OLIVEIRA, T. A.; VIADANA, A.; PEREIRA, A. A. Fragilidade ambiental e dinâmica geossistêmica: mapeamento da paisagem na bacia hidrográfica do rio Lourenço Velho, sul do estado de Minas Gerais-Brasil. **Caminhos de Geografia**, v. 20 n. 71, p. 504-516, 2019.

OLIVEIRA, C. S. **Estudo dos geossistemas das cristas quartzíticas da Mantiqueira Meridional: a paisagem em perspectiva multiescalar**. 131f. Dissertação (Mestrado em Geografia). Instituto de Ciências Humanas, Universidade Federal de Juiz de Fora. Juiz de Fora, 2016.

PASCHOAL, L. J. **Estudo dos efeitos da criação de morfologias antropogênicas em área de mineração**. 2014, 177p. Tese (Doutorado em Geografia), Instituto de Geociências e Ciências Exatas, Universidade Estadual Paulista. Rio Claro, 2014.

PELLOGIA, A. U. G. A ação do homem enquanto ponto fundamental da geologia do tecnógeno: proposição teórica básica e discussão acerca do município de São Paulo. **Revista Brasileira de Geociências**, v. 37, n. 3, p. 257-268, 1997

PELLOGIA, A. U. G. **Delineação e aprofundamento temático da geologia do tecnógeno no município de São Paulo (As consequências geológicas da ação do homem sobre a natureza e as determinações geológicas da ação humana em suas particularidades referentes à precária ocupação urbana)**. 1996, 262p. Tese (Doutorado em Geologia), Instituto de Geociências, Universidade de São Paulo, São Paulo, 1996.

PENTEADO, M. M. **Geomorfologia do setor centro-ocidental da Depressão Periférica Paulista**. 1976, 86p. Tese (Doutorado em Geografia Física), Faculdade de Filosofia, Ciências e Letras de Rio Claro, Rio Claro, 1976.
PENTEADO, M. M. **Fundamentos de Geomorfologia**. Rio de Janeiro: IBGE, 1978. 176, p.

PLAKHOTNIK, A. F. The subject and structure of geosystems theory. **Soviet Geography**: **Review and Translation**, New York, v. 15, n. 7, p. 429-436, 1974.

PINTO, M. L. C.; LICCARDO, A. Patrimônio geomorfológico do Paraná: a paisagem ao longo da rota dos tropeiros. **Espaço e Geografia**, v. 16, n. 2, p. 579-599, 2013.

PONTE, F. C.; SZLAFSZTEIN. C. F. Uma interpretação geográfica conectada ao Antropoceno. **Caminhos de Geografia**, v. 20, n. 70, p. 347-366, 2019.

PRIGOGINE, I. **As Leis do Caos**. São Paulo: ed. UNESP, 2002. 109p.

RODRIGUES, C. Morfologia original e morfologia antropogênica na definição de unidades espaciais de planejamento urbano: um exemplo da metrópole paulista. **Revista do Departamento de Geografia**, v. 17, p. 101-111, 2005.

RODRIGUES, C.; MOROZ CACCIA-GOUVEIA, I. C.; LUZ, R. A.; VENEZIANI, Y.; SIMAS, I. T. H.; SILVA, J. P. Antropoceno e mudanças geomorfológicas: sistemas fluviais no processo centenário de urbanização de São Paulo. **Revista do Instituto Geológico**, v. 40, n. 1, p. 105-123, 2019.

RODRIGUES, E. L. S. **Estudo sobre a fisiologia da paisagem do areal do Cerro da Esquina no município de São Francisco de Assis – RS**. 2018. 153f. Dissertação (mestrado em Geografia), Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Instituto de Geociências.

RODRIGUES, S. C.; BENTO, L. C. M. Cartografia da geodiversidade: teorias e métodos. (2018) In: GUERRA, A. J. T.; JORGE, M. C. O. (Orgs.). **Geoturismo, geodiversidade, geoconservação: abordagens geográficas**. São Paulo: p. 137-162.

RODRIGUEZ, J. M. M.; SILVA, E. V. da; CAVALCANTI, A. P. B. **Geoecologia das Paisagens**: uma visão geosssitêmica da análise ambiental. Fortaleza: Edições UFC, 2007.

ROSS, J. L. S. O registro cartográfico dos fatos geomórficos e a questão da taxonomia do relevo. **Revista do Departamento de Geografia** - FFLCH-USP, São Paulo, n. 10, p. 41-58, 1992.

ROSS, J. L. S. Análise empírica da fragilidade dos meios naturais e antropizados. **Revista do Departamento de Geografia**, n. 8, p. 63-74, 1994.

ROSS, J. L. S. **Geomorfologia e Geografia aplicadas a gestão territorial: teoria e metodologia para o planejamento ambiental**. São Paulo, 2001, 332p. Tese de Livre Docência. FFLCH, Universidade de São Paulo.

ROSS, J. L. S. **Ecogeografia do Brasil:** subsídios para o planejamento ambiental. São Paulo: Oficina de Textos, 2009. 208p.

ROSS, J. L. S.; MOROZ, I. C. Mapa geomorfológico do estado de São Paulo. **Revista do Departamento de Geografia**, 10: 41-58, 1996.

RUBIN, J. C. **Sedimentação Quaternária, Contexto Paleoambiental e Interação Antrópica nos Depósitos Aluviais do Alto Rio Meia-Ponte – Goiás/GO**. Rio Claro, 1999. Tese (Doutorado em Geociências) – Instituto de Geociências e Ciências Exatas, Universidade Estadual Paulista.

SAUSHKIN, Y G; SMIRNOV, A M. Geosystems and Geostructures. **Soviet Geography: Review and Translation**, New York, v. 11, n. 3, p.149-154, mar. 1970.

SCHWÄRGERL, C. **The Anthropocene:** the human era and how it shapes our planet. London: Synergetic Press, 2014. 235p.

SILVA, C. F. A.; VALADÃO, R. C. **Relevo antropogênico:** mineração de ferro e a interferência humana. Curitiba: Appris, 2016. 145p.

SILVA, C. M.; ARBILLA, G.; SOARES, R.; MACHADO, W. A nova Idade Meghalayan: o que isso significa para a Época do Antropoceno? **Revista Virtual de Química**, v. 10, n. 6, p. 1648-1658, 2018.

SILVA, K. B.; AMORIM, R. R. Representação de geossistemas em estudos de Arqueologia da Paisagem: ambientes ancestrais em Ilhéus, nordeste do Brasil. **Revista do Departamento de Geografia**, v. 36, p. 91-103, 2018.

SILVA, R. T.; JIMENEZ-RUEDA, J. R.; RUBIN, J. C. R.; CARVALHO, V. A. (2008) Aspectos pedológicos aplicados à pesquisa arqueológica: considerações teóricas In: RUBIN, J. C. R.; SILVA, R. T. (Orgs.). **Geoarqueologia:** teoria e prática. Goiânia: p. 25-41.

SOCHAVA. V. B. Les Principes de la division physico-géographique des territoires. In: ACADÉMIE des SCIENCES de L'URSS / SOCIÉTÉ de GÉOGRAPHIE de L'URSS. **Essais de Géographie. Léningrad**: Académie des Sciences de l'URSS, 1956, p. 372-382.

SOCHAVA. V. B. Geography and Ecology. **Soviet Geography: review and translation**, New York, v. 12, n. 5, p.277-292, May 1971.

SOCHAVA. V. B. O Estudo de Geossistemas. **Métodos em Questão**, São Paulo, n. 16, p.1-50, 1977.

SOCHAVA. V. B. Por uma teoria de classificação de geossistemas de vida terrestre. **Biogeografia**, São Paulo, n 14, p.1-24, 1978.

SOCHAVA. V. B. Theoretical requisites for the mapping of the human habitat. **Soviet Geography: Review and Translation**, New York, v. 16, n. 2, p.86-96, Feb. 1975.

SOUZA, A. O.; PEREZ FILHO, A. Mudanças na dinâmica fluvial da bacia hidrográfica do ribeirão Araquá: eventos tectônicos e climáticos no Quaternário. **GEOUSP: espaço e tempo**, v. 20, p. 636-656, 2016.

STEFFEN, W.; GRINEVALD, J.; CRUTZEN, P.; MCNEILL, J. The Anthropocene: Conceptual and Historical Perspectives. **Philosophical Transactions of The Royal Society**, v. 369, nº 1938, p. 842–867, 2011. https://doi.org/10.1098/rsta.2010.0327

STORANI, D. L.; PEREZ FILHO, A. Novas informações sobre geocronologia em níveis de baixo terraço fluvial do rio Mogi Guaçu, SP, Brasil**. Revista Brasileira de Geomorfologia**, vol. 16, n. 2, p.191-199, 2015.

THOMAZ, E. L.; DIAS, W. A. Bioerosão – evolução do rebanho bovino brasileiro e implicações nos processos geomorfológicos. **Revista Brasileira de Geomorfologia**, v. 10, n. 2, p. 3-11, 2009.

TRICART, J. **Principés et méthods de la Géomorphologie**. Paris: Masson, 1965. 496p.

TRICART, J. **Ecodinâmica**. Rio de Janeiro: IBGE, Diretoria Técnica/SUPREN, 1977. 91 p.

TRICART, J. **Géomorphologie applicable**. Paris: Masson, 1978. 205 p.

VITTE, A. C. A construção da Geomorfologia no Brasil. **Revista Brasileira de Geomorfologia**, v. 12, n. especial, p. 91-108, 2011.

TRICART, J. Filosofia e Geografia em Immanuel Kant. In: VITTE, A. C. (Org.). **Kant, o kantismo e a Geografia**: histórias, percalços e possibilidades investigativas. Curitiba: 13-46, 2014.

TRICART, J.; SILVEIRA, R. W. D. Os fundamentos científicos e estéticos da ciência humboldtiana: uma primeira aproximação. **Geografia**, Rio Claro, v. 35, n. 3, p. 477-491, 2010.

YEFREMOV, Y. K. The landscape sphere and the geographical environment. **Soviet Geography: review and translation**, New York, v. 10, n. 45, p.248-254, May 1969.

YEFREMOV, Y. K. The place of physical geography among the natural sciences. **Soviet Geography: review and translation**, New York, v. 5, n. 2, p. 03-10, Feb. 1964.

ZALASIEWICZ, J.; WILLIAMS, M.; SMITH, A.; BARRY, T.; COE, A.; BOWN, P.; BRENCHLEY, P.; CANTRILL, D.; GALE, A.; GIBBARD, P.; GREGORY, F.; HOUNSLOW, M.; KERR, A.; PEARSON, P.; KNOX, R.; POWELL, J.; WATERS, C.; MARSHALL, J.; OATES, M.; RAWSON, P. Are we now living in the Anthropocene? **GSA Today** 18: 4-8, 2008. https://doi.org/10.1130/GSAT01802A.1