

## O Geossistema pela Complexidade: Uma releitura das Esferas Geográficas *The Geosystem by Complexity: A Review of the Geographical Spheres*

Rodrigo Dutra Gomes<sup>1</sup>, Antonio Carlos Vitte<sup>2</sup>

Recebido (Received): 23/11/2017

Aceito (Accepted): 02/04/2018

<sup>1</sup> Universidade Federal de Pernambuco, rdutragomes@gmail.com

<sup>2</sup> Universidade Estadual de Campinas, acvitte@uol.com

**Resumo:** A definição e descrição das esferas geográficas é uma das principais características dos estudos dos Geossistemas. Pelas leituras clássicas de V. Sotchava e G. Bertrand as esferas geográficas são descritas a partir das propriedades de homogeneização e diferenciação. Contudo, o contexto da Complexidade vem destacando as propriedades organizacionais dos sistemas da natureza, trazendo novas considerações para a reflexão das dualidades. Diferente da hegemonia das forças 'universais' que dava supremacia a homogeneidade geral sobre a diferença local, a relevância agora é também a de se observar os mecanismos endógenos, que, a partir de interações locais são responsáveis pelas emergências de níveis organizacionais, de totalidades, de autonomias. O objetivo deste artigo foi discutir a descrição das esferas geográficas em diálogo com a perspectiva organizacional da Complexidade. A análise foi feita pelo discernimento das proposições de constituição da perspectiva organizacional e dos argumentos geossistêmicos, destacando aspectos ligados aos dualismos de funcionamento e de delimitação das esferas geográficas. Como resultado, as esferas geográficas tornam-se constituídas a partir de relações internas-endógenas, recebendo influências externas, mas realizadas a nível local, pelas relações das diferenciações espaciais locais. As dinâmicas endógenas tornam-se as principais responsáveis pela constituição e manutenção das homogeneidades espaciais. As unidades mínimas de análise podem considerar o humano e cultural como possíveis referências para a delimitação das esferas geográficas.

**Abstract:** The definition and description of geographic spheres is basic on the Geosystems studies. By the classic proposal of V. Sotchava and G. Bertrand the geographic spheres are described by the properties of homogenization and differentiation. However, the context of Complexity has destaced the organizational properties of the systems of nature, declared new considerations to the studies of dualities. Unlike the hegemony of exogenous factors and 'universal' forces and subjunctives to the local, the relevance now is also to observe the endogenous mechanisms, which, from local interactions are responsible for the emergencies of organizational levels, totalities, autonomies. This article intends discuss the description of the geographic spheres in dialogue with the organizational perspective of the Complexity. The argumentation was realized from the analysis and confrontation of the classical geosystems proposals with the new understandings; aspects related to the dualities of operation and delimitation of the geographical spheres. As result, the geographic spheres become constructed from internal-endogenous relationships, receiving external influences, but processed at local level, by the relations of local differentiations. The endogenous dynamics become the main responsible for the constitution and maintenance of the spatial homogeneities. The minimum units of analysis can consider the human and cultural as references for the delimitation of the geographical spheres.

**Keywords:** Dualisms; Organizacional; Homogeneization; Internal-Endogenous Relationships.

**Palavras-Chave:** Dualismos; Organizacional; Homogeneidade; Relações Internas-Endógenas

### 1. Introdução

Pelas leituras clássicas os Geossistemas são basicamente descritos a partir das propriedades de homogeneização e diferenciação. Longe de ser específica do modelo esta expressão dual está inscrita na tradição do conhecimento ocidental: total/local, universal/singular, regular/particular, nomotético/idiográfico. Considerações vindas de campos como a Física do não-equilíbrio, Sistemas Dinâmicos Não-lineares, Cibernética, Biologia Funcional, conjugadas no contexto da Complexidade, vem destacar as propriedades organizacionais de muitos sistemas da natureza (físicos e humanos); isso vem trazer novos entendimentos para a reflexão das dualidades marcantes do conhecimento, com repercussões na Geografia e na teoria e modelo Geossistema.

Um dos principais entendimentos trazidos pela Complexidade foi o limite do conhecimento. No caso, os limites das pretensões de qualquer conhecimento rigoroso que proponha ser monístico, em destaque para a Ciências e seus princípios – como o naturalismo e hegemonia do universal. O naturalismo obrigava todos os conhecimentos

científicos a se basear na ontologia e nos métodos das ciências naturais. O universalismo, só destacava e dava importância para o geral, a regra, o homogêneo, o equilibrado na dinâmica da natureza, subjulgando tudo o que era singular, diferenciado, aleatório e heterogêneo. Observou-se, entretanto, que na dinâmica dos sistemas da natureza os pares muitas vezes considerados como antinômicos e concorrentes se inter-relacionavam, retroagiam e intermodulavam, e, mesmo permanecendo distintos, manifestando-se de formas distintas, compunham um mesmo processo que sustentava a dinâmica destes sistemas. Para o pensamento filosófico tais sentidos complementares estão presentes desde os autores da Idade Média, passando por Espinosa no Renascimento, Schelling no romantismo, mas na Ciência a hegemonia positivista-naturalismo nos séculos XIX e XX direcionou o pensamento e prática para o destaque das universalidades, regularidades (leis) e abordagens nomotéticas – em subjugação das singularidades, particularidades e idiograficidade. No Geossistema isso se expressou na hegemonia da homogeneidade e equilíbrio no estudo (delimitação, descrição etc) das esferas geográficas, como são os geômeros e as geofácies.

A leitura contextual da Complexidade vem trazer um sentido de complementaridade entre esses pares duais, sem necessariamente realçar previamente hegemonias. Diferente da hegemonia dos fatores exógenos e forças 'universais' exteriores e ditadores ao local, expresso, por exemplo, pelas totalidades, a relevância agora é também a de se observar os mecanismos endógenos, que, a partir de interações locais são responsáveis pelas emergências de níveis organizacionais, de totalidades, de autonomias. Nestas condições, embora as 'restrições' e estabilidades ainda estejam presentes, as relações, influências e impactos entre os componentes, entidades, domínios e escalas ficam menos rígidas pelas diversas redes de interações presentes. E suas evoluções tornam-se mais ligadas ao aumento da variedade e complexidade interna do sistema do que o oposto, ou seja, do que imposto de 'fora' das individualidades e interações por alguma universalidade controladora impositiva e ordenadora. As emergências de níveis organizacionais com padrões morfológicos são os produtos destas relações complexas, sendo que, foi justamente o reconhecimento dessas propriedades da matéria (podendo de se organizar de níveis mais simples para níveis mais complexo, ou vice-versa) que flexibilizou as dualidades; a relação entre o que é padrão/singular, regra/particular, homogêneo/heterogêneo tornam-se mais fluidas e dependentes das interações à nível local.

Diante deste contexto, pode-se perguntar: Quais repercussões tais considerações trazem para a concepção e estudo do Geossistema? Aqui especificamente sobre a concepção e descrição das esferas geográficas? Propriedades tão característica do modelo geossistema? Pretende-se neste artigo começar a desenvolver estas questões. O objetivo é discutir algumas repercussões da perspectiva organizacional para a descrição das esferas geográficas. Essa discussão foi realizada a partir da análise e posterior confronto das propostas geossistêmicas com os entendimentos da Complexidade. A análise foi feita pelo discernimento das proposições de constituição da perspectiva organizacional e dos argumentos geossistêmicos; neste último, destacando aspectos ligados aos dualismos de funcionamento e de delimitação das esferas geográfica.

Para a perspectiva organizacional foram descritos os princípios da “ordem a partir do ruído” e o problema do observador, ambos vindos da Cibernética, e o princípio da “ordem à partir das flutuações” vindo da físico-química. Para as concepções Geossistêmicas de V. Sothava e G. Bertrand buscou-se discernir as especificidades dos argumentos que cada uma carrega sobre as esferas geográficas. Discerniu-se a discussão sobre a natureza do Geossistema, o sentido de totalidade, a caracterização e delimitação das esferas. O confronto com os entendimentos da perspectiva organizacional foi realizado de forma lógica, destacando as repercussões diretamente perceptíveis. Mesmo não sendo o foco principal, a discussão também remeteu ao problema da incorporação do humano e sociedade no modelo.

O texto inicia-se com uma breve contextualização sobre o movimento de consolidação e principais entendimentos da perspectiva organizacional. Inseridos no contexto da Complexidade alguns autores chamam essa perspectiva de Desordem Criadora. Em seguida foi apresentado o confronto direto entre o organizacional e o Geossistema, reinterpretando algumas considerações geossistêmicas a partir do que foi discutido – sobre a classificação bilateral do geossistema e, por fim, sobre a definição das unidades mínimas de análise.

## 2. A perspectiva organizacional: a Desordem Criadora

Em referência ao determinismo do século XIX que dava hegemonia aos estados equilibrados, homogêneos, ordenados, estáveis e permanentes por meio de descrições pautadas em princípios lineares, reconheceu-se, no século XX, o jogo entre a *ordem* e a *desordem* (instabilidade, desequilíbrio, ruídos, flutuações, mudanças-entropia) que se dá em todos os domínios e dimensões. Neste contexto, a matéria detendo propriedades *ativas* organizacionais de constituir, a partir de suas interações internas, estruturas espaço-temporais ordenadas e evolutivas trouxe argumentos de conciliação entre a distinção vivo e não-vivo, e na biologia, mecanicismo e vitalismo e funcional e histórico. São perspectivas de aliança (PRIGOGINE e STENGERS, 1991) que reconheceram funcionalidades similares encontradas nos sistemas da natureza, nas estrelas, nos furacões, nos tornados, redemoinhos, na vida, sociedades, cidades etc.

Esse contexto que destacou as propriedades organizacionais dos sistemas da natureza (físicos e humanos) pode ser chamado de Desordem Criadora (PESSIS-PASTERNAK, 1993, p.198). Os princípios da “Ordem a partir do Ruído”, advindo do campo sistêmico da Cibernética, e “Ordem a partir das Flutuações” do campo da Física do Não-equilíbrio são importantes referências de consolidação deste contexto. O primeiro com Henri Von Foerster (1911-2002) tomou como referência a dinâmica funcional dos sistemas vivos, com decorrências diretas na Biologia e epistemologia; já o segundo tem como referência os trabalhos da Escola de Bruxelas, com Ilya Prigogine (1917-2003), que associou entendimentos dos Sistemas Dinâmicos Não-lineares para estudar a dinâmica físico-química e termodinâmica da matéria e suas propriedades organizacionais. Diferente de hegemonias das universalidades, das regras e hierarquias tal perspectiva vem destacar as singularidades, as relações internas, as autonomias na dinâmica de configuração e evolução dos sistemas dinâmicos da natureza.

### ***A “Ordem a partir do ruído”: o organizacional cibernético e o problema do observador***

A partir dos ensinamentos cibernéticos e da teoria da informação, o austríaco Heinz Von Foerster (1984) declarou que em determinados sistemas, a exemplo dos seres vivos, não somente os mecanismos de estabilização e regulação (feedbacks negativos) seriam os importantes – como foi tão trabalhado pela Cibernética em sua primeira fase. Mas que os feedbacks positivos, que aumentam a entropia interna, em conjunto com os ruídos (perturbações aleatórias) presentes nos processamentos de informação, também desempenhariam um papel essencial para o processo de adaptação e evolução destes sistemas no ambiente. Observou-se que muitos sistemas na natureza (a exemplo dos seres vivos, mas não somente) podiam se auto-regular de maneira interna e espontânea, se alimentando da ordem (negentropia) que estaria presente no ambiente. Nestes, os ruídos (perturbações-desordem) presentes nos fluxos e processamentos de informação também poderiam provocar novos e diversos estados comunicativos, constituindo-se, os ruídos, como fonte de outros estados de ‘ordenação’ no sistema. Este mecanismo auto-ordenativo ultrapassou a noção de retroalimentação, dos mecanismos retroativos de regulação (feedbacks) de causalidade circular mais simples, para ampliar e referir-se à mecanismos recursivos.

Nos mecanismos retroativos mais simples os sistemas buscam cumprir com metas pré-definidas, nos mecanismos recursivos o processo é interno e espontâneo, ocorrendo um aumento de redundância e diminuição de entropia dentro do sistema. Por este mecanismo certos sistemas conseguem manter o nível de entropia dentro de certos limites de estabilidade ao longo de suas interações com o ambiente. Essa potencialidade de auto-mudança interna gerou a denominação de “sistemas morfogenéticos” (que constituem e reconstituem sua própria forma); tendo a recursão e a auto-organização os principais conceitos associados. Dessa forma, recursivamente pode-se conceber que os produtos e efeitos gerados pelo funcionamento do sistema são eles próprios produtores e causadores daquilo que os produziu, constituindo-se num círculo gerador que é o cerne do conceito de auto-organização (MORIN, 2000, p.204).

Neste viés, Von Foerster declarou que um sistema auto-organizativo não se alimentaria somente da ordem provinda do ambiente, mas também dos ruídos inevitáveis do processamento de informação. Isso desempenharia, de fato, um papel essencial no aumento da complexidade e adaptabilidade dos seres vivos, como, por exemplo, no caso das mutações aleatórias em Darwin (PESSOA JR., 2006, p.30).

### ***O problema do observador: o fim da objetividade científica.***

Assim, a partir da Cibernética passa-se a conceber em termos científicos sistêmicos uma descrição para a dinâmica funcional dos sistemas vivos. Essa constatação trouxe um problema epistemológico básico para a ciência. Foerster (1978) destacou que, sendo os próprios sujeitos-pesquisadores seres vivos (sistemas auto-organizados), um sistema se fecha entre o sujeito e o seu objeto do conhecimento. Exclamou que, se reconhecida esta relação, ela também deveria ser objeto de observação. Houve, então, a criação da Cibernética de 2ª ordem que declarou a necessidade do *observador se observar observando*. Tornou-se, assim, necessário que a cibernética se auto-objetivasse, ou seja, a necessidade de se compor uma Cibernética da Cibernética, e, neste sentido, a denominação Cibernética de Segunda-Ordem.

Essa auto-objetivação (de que o próprio sujeito do conhecimento é um sistema cibernético auto-organizado) trouxe definitivos questionamentos sobre o paradigma da *objetividade* do conhecimento científico. A objetividade pregava a necessidade de exclusão do sujeito e subjetividades no ato da pesquisa, pois preconcebia o acesso direto ao funcionamento objetivo da realidade pela aplicação do método científico. A cibernética de 2ª ordem reconheceu, em contraposição, que todo o conhecimento acerca dos sistemas da realidade é sempre mediado pela representação simplificada do pesquisador (máquina cibernética) que se dá a partir de representações (teorias, modelos etc). Os ensinamentos da Cibernética de Segunda Ordem vão na direção dos ensinamentos vindos da Física Quântica sobre a impossibilidade de se separar o observador (sujeito) e o sistema observado (objeto), retirando qualquer fundo objetivo-absoluto do conhecimento científico (HEISENBERG, 1981). Houve o reconhecimento que o observador

também era um sistema cibernético e que deteria responsabilidade acerca dos discernimentos, conhecimentos e destreza para se modelar a realidade. Deste modo, pode-se deduzir que as propriedades do sistema em si devem ser distinguidas das propriedades representadas no modelo pelo sujeito (cibernético), que ficam dependentes dos objetivos de seu criador (HEYLIGHEN e JOSLYN, 2001, p.03).

Este problema epistemológico trouxe a necessidade de se pensar uma teoria de quem observa, ou seja, uma *teoria do observador* (FOERSTER, 1978, p.133.). E, por serem, os observadores sistemas vivos-biológicos, coube aos biólogos realizar essa tarefa. Tal teoria do observador refere-se à definição das condições de possibilidade e fundamentos de uma ‘teoria da descrição’ e de uma ‘teoria da cognição’, que a partir do viés sistêmico-cibernético teve como importantes protagonistas Humberto Maturana e Francisco Varela (MATURANA e VARELA, 2001). Com base numa leitura organizacional os autores propõem o conceito de *autopoiese*, utilizado para denominar a autoprodução dos seres vivos; com o *poiese* dando um sentido de ‘criação’ para o processo de produção. Sem fazer qualquer distinção de reino ou espécies, apresentam os seres vivos, como as únicas máquinas na natureza que conseguem produzir-se a si próprios.

Tais entendimentos questionam, portanto, o anseio da objetividade científica que almeja conhecer a realidade “em si”, sem qualquer influência subjetiva. A noção de realidade torna-se, assim, sujeito-dependente, de forma que, desempenhando as células nervosas o papel de filtros da realidade, não é possível chegar à conclusão de que existe algum traço de objetividade do mundo exterior a partir das configurações destas células (MATURANA 1978, p.149); e daí a máxima: “tudo o que é dito é dito por um observador”.

Para alguns seres vivos, como é o caso do *homo sapiens*, destaca-se também o fenômeno social como domínio legítimo e não-redutível; onde as condutas dos componentes ficam subordinadas à manutenção da autopoiese de ordem superior. Nas sociedades humanas a linguagem é o mecanismo de interação fundamental, constituída somente na relação entre os indivíduos. Ela é o meio pela qual o *homo sapiens* se realiza como Ser humano ao produzir e reproduzir cultura e conhecimento (em proveito e potência de sua estrutura biológica). Nesta perspectiva sistêmica-organizacional, não se torna contraditório afirmar que a individualidade humana é, assim, social, com os indivíduos somente se constituindo como humanos enquanto seres sociais na linguagem. Cabendo também destacar que a conduta de uma sociedade fica, deste modo, subordinada às mudanças de conduta dos indivíduos que a constitui, integra e dá as características do ambiente social que vive.

### **“Ordem a partir das flutuações”: o organizacional físico**

Em convergência aos entendimentos da Cibernética de Segunda-Ordem, o campo da Física do Não-equilíbrio trouxe o mesmo sentido organizacional, mas referente à dinâmica da matéria física. É um dos principais argumentos científicos, vindos da físico-química, que corroboram experimentalmente o caráter construtivo da natureza; e neste sentido a ‘criatividade da matéria’. Pelas suas considerações a matéria detém propriedades organizacionais que permite que, a partir de sistemas de interação não-linear e regimes de flutuações energéticas entre si, possa se organizar de níveis mais simples, como o cristal, até níveis mais complexos, como as sociedades e mente humana (ATLAN, 1981). Nesta dinâmica organizacional advinda da interação interna dos componentes ocorrem a emergências de ordenações macroscópicas, em condição de dissipação de energia. À esta concepção de matéria deu-se o nome de estruturas dissipativas; estruturas, por terem uma materialidade, e dissipativas, por estarem em regime de trocas de energia com o ambiente (PRIGOGINE, 1978).

Tais entendimentos sugeriram a emergência do princípio da ‘ordem a partir das flutuações’ com a verificação da possibilidade de *surgimento espontâneo de ordem* na matéria, ao obedecer a leis não-lineares. Para a compreensão dos sistemas vivos (e humanos), por exemplo, estas perspectivas diz respeito a interessantes flexibilizações entre o que é ‘animado’ e ‘inanimado’, o que é ‘funcional’ e ‘holístico’, com a matéria detendo *potência* para se organizar espontaneamente de níveis mais simples à níveis muito complexos, como é o caso do cérebro humano e sociedades (PRIGOGINE, 1989).

Abertas às trocas de energia e matéria com o ambiente estas estruturas conseguem sobreviver enquanto mantiverem sua organização interna em baixos níveis entrópicos, nutrindo-se da entropia negativa (energia livre) e exportando entropia positiva para o ambiente, ou seja, mesmo mantendo uma ordem interna, não deixa, dessa forma, de aumentar a entropia (desordem) total do Universo. Neste sentido, pela leitura da Escola de Bruxelas há a associação direta entre a existência ontológica do Tempo e o aparecimento de estruturas organizadas micro e macroscópicas, uma vez que, a produção de entropia é uma força termodinâmica que impulsiona o sistema a se organizar. Neste movimento, realça-se a *criatividade e historicidade* como uma propriedade intrínseca da matéria (PRIGOGINE, 1978), reabilitando finalmente a criatividade e a historicidade humana no universo físico-causal.

A conjunção do princípio da ‘ordem a partir do ruído’ na Cibernética, ‘ordem a partir das flutuações’ na física do não-equilíbrio, e ‘acaso organizador’ do biólogo H. Atlan compuseram os principais argumentos do que constituiu o

contexto da Desordem Criadora, com destaque central para a capacidade organizacional dos sistemas, por exemplo pela noção de auto-organização. A auto-organização caracteriza-se essencialmente por ser um *processo* onde há a reestruturação de uma forma a partir das interações de seus próprios componentes, que constitui o seu alicerce material. A forma global resultante é originária constantemente de si mesma, devido principalmente ao próprio processo e somente em grau menor às suas condições de partida e intercâmbios com o ambiente. O ‘auto’ refere à autonomia em relação ao ambiente pela conquista a partir das interações e correlações internas organizadas que se mantém em referência a si mesmo (HAKEN, 1985).

A relação entre o que singular (diferente, particular) e o que é universal (padrão, regra) se torna gerativo nestes sistemas organizacionais. Por exemplo, ficou observado que neste processo ocorre tanto uma dimensão *causal* (universal), no sentido mecânico-determinístico (estatístico), quanto *informacional* (singular), acerca dos processamentos de sinais e comunicação entre os componentes, sendo estas duas dimensões complementares no domínio de ação do sistema (PRIGOGINE, 1996). Estes compõem entendimentos congruentes com as considerações da teoria sistêmica do observador no que tange aos dois domínios ontológicos da fisiologia(causal)/conduta(informacional), que, apesar de manterem uma intrincada relação de influências e modulações, não podem ser reduzidos, nem em manifestação, nem em entendimento um em relação ao outro. Da mesma forma que na teoria do observador, também nos processos auto-organizados são flexibilizados os processos universais (causais-funcionais-mecânico) e singulares (conduta-histórica-informacional) também havendo a sugestão de dialogar perspectivas epistemológicas para lidar com tal multiplicidade, como as explanativas e interpretativas.

### 3. Geossistema: a classificação Bilateral no organizacional.

Para Sotchava (1977, p.04 e 26), na caracterização geossistêmica do meio natural verifica-se a convergência de 2 princípios, o da homogeneidade e o da diferenciação:

A classificação deveria: refletir, claramente, a hierarquia das subdivisões no âmbito das paisagens existentes na natureza; fornecer uma ideia sobre as unidades naturais homogêneas das diversas categorias e, simultaneamente, sobre as unidades espaciais de diferentes qualidade co-subordinadas entre si, formando também uma categoria integral. Paralelamente a isso, a classificação deveria refletir a dinâmica, ou seja, os estados variáveis do geossistema e examiná-los como derivações de uma ou outra estrutura primitiva (SOTCHAVA, 1977, p.26) (...) Todas as classes de geossistemas com estrutura homogênea chamam-se “geômeros”, e os de estrutura diferenciada são chamados de “geócoros” (SOTCHAVA, 1978, p.04).

O caráter das áreas serem homogêneas ou diferenciadas parece ser um discernimento arbitrário em relação à escala adotada: “Tanto as duas fileiras (geômeros e géócoros) são independentes quanto, em pontos definidos, são interdependentes” (SOTCHAVA, 1978, p.07). Um lugar poder ser tanto classificado como homogêneo, no efeito de 'conjunto' advindo das interações entre os elementos da paisagem (geômero), quanto representar a diferenciação deste conjunto em relação aos conjuntos circunvizinhos, no qual estabelecem diferentes e variados graus de interação (geócoros). Assim, por exemplo, se aumentar a escala de análise a homogeneidade de um conjunto (geômero) pode se tornar uma gama de heterogeneidades (geócoros), que, por sua vez, são compostos por grupos homogêneos que também detêm suas heterogeneidades internas de indivíduos. O mesmo para um bairro urbano que é constituído por um conjunto de casas diferentes (geócoros), com diferentes vivências enquanto “lares”; ou para um fragmento de mata nativa, cujo conjunto (geômero) advém das diferentes fisionomias internas de materiais físicos e espécies de fauna e flora (geócoros). Ou seja, os limites entre geômeros (homogêneo) e géócoros (heterogêneo) não são absolutos, e nunca totalmente correspondente à um dos termos:

Como via de regra as particularidades estruturais próprias das fácies mantêm-se no nível do macrogeócoro. Não obstante em todos os casos, não se queira ver união rígida, mas não raro a conexão entre geócoro e geômero, num mesmo nível se faz espontaneamente. Ademais, ainda que, na concentração fundamental as fácies estejam nos limites de um macrogeócoro qualquer, e o geoma esteja em conformidade com os limites dos géócoros das classes superiores, habitualmente, em todos esses casos, não ocorre com absoluta correspondência (SOTCHAVA, 1978, p.07).

Em Beroutchachvili e Bertrand (1978, p.172) o geômeros e geócoros parecem se reverter ao que chamaram de geohorizontes e geofácies respectivamente, com sentidos mais fluidos entre eles:

O geohorizonte é definido pelo aparecimento de limites na repartição vertical das massas: por exemplo, uma descontinuidade na distribuição da aeromassa (...) Geohorizontes são estruturas verticais homogêneas que se sobrepõem umas às outras. (...) Geofácies. A estrutura horizontal interna de um geossistema é composta, por um tempo determinado, pelo mosaico de geofácies. (...) cada geofacie tem uma estrutura de geohorizontes específica, isto é, que corresponde às características de cada geo-horizonte e às relações entre os diferentes geohorizontes que compõem essas geofácies. Também é definido por uma certa fisionomia, uma certa massa e uma certa energia interna (BEROUTCHACHVILI e BERTRAND, 1978, p.172).

Tanto na classificação de Sotchava (1978, p.06), quanto na de Bertrand (2004, p.142), as relações entre homogeneidade e diferenciação não são igualitárias. A totalidade homogênea parece se tornar primeira e mais influente, neste sentido detendo uma propriedade ontológica (sobre o objeto em si) e epistemológica (sobre o seu conhecer) mais fundamental ao processo de diferenciação, que parece dela derivar:

De uma ou de outra maneira (visual ou experimental) a área homogênea é o ponto de partida para a classificação do geossistema. (...) A área homogênea elementar (geômero elementar ou biogeocenose) exprime-se em pequenos espaços. Na prática, como sistema de trocas do material energético, somente pode funcionar em interação com as áreas homogêneas contíguas, pertencentes a outra fácies. O menor número de parcelas de combinações territoriais de áreas elementares, assegurando o mínimo de condições para o seu funcionamento e a manutenção específica do caráter (tonus) da geografia física, constitui o geócoro elementar ou área de “diferenciação elementar” (SOTCHAVA, 1978, p.06).

(...) cada disciplina especializada no estudo de um aspecto da paisagem se apoia em um sistema de delimitação mais ou menos esquemático formado de unidades homogêneas (ao menos em relação à escala considerada) e hierarquizadas, que se encaixam umas nas outras (BERTRAND, 2004, p.142). (...) no interior de um mesmo geossistema, o geofácies corresponde então a um setor fisionomicamente homogêneo onde se desenvolve uma mesma fase de evolução geral do geossistema (BERTRAND, 2004, p.147). (...) A biocenose coloniza o biótopo que é a unidade elementar correspondente ao menor conjunto homogêneo do meio físico-químico (G. VII-VIII). O ecótopo, a biogeocenose, o microcosmo, o “holocoen”, o “naturcomplex”, o fisiótopo, a geoforma, etc., exprimem com algumas variações, e de diversas maneiras, uma realidade bem próxima (BERTRAND, 2004, p.142).

A predominância da homogeneidade como referência primeira pode ser, por exemplo, novamente remetida à herança da concepção de totalidade mecanicista via naturalismo-positivismo; e que foi preservado na prática científica pós-Segunda Guerra. As leis das totalidades são expressas em termos de equilíbrio e homogeneidade – uma referência tanto epistemológica quanto ontológica. A perspectiva organizacional da Complexidade traz um outro sentido da relação entre homogêneo (Uno) e heterogêneo (Diverso):

É ainda mais difícil pensar o um e o diverso juntos: aquele que privilegia o *Uno* (como princípio fundamental) desvaloriza o diverso (como aparência fenomenal); aquele que privilegia o diverso (como realidade diversa) desvaloriza o *uno* (como princípio abstrato). A ciência clássica se fundou no *Uno* reducionista e imperialista, que rejeita o diverso como epifenômeno ou escória. Ora, sem um princípio de inteligibilidade que perceba o *uno* na diversidade e a diversidade no *uno* somos incapazes de conceber a originalidade do sistema. O sistema é uma compleição (conjunto de partes diversas inter-relacionadas); a ideia de compleição nos conduz à de complexidade quando se associa o um e o diverso. O sistema é uma unidade que vem da diversidade, que liga a diversidade, que traz em si diversidade,

que organiza a diversidade, que produz diversidade. Do princípio de exclusão de Pauli ao princípio de diferenciação e de multiplicação biológico, a organização sistêmica cria, produz, mantém, desenvolve a diversidade interior ao mesmo tempo em que ela cria, mantém, desenvolve, a unidade. É preciso então perceber o um e o diverso como duas noções, não apenas antagonistas ou concorrentes, mas também complementares (MORIN, 2002, p.182-183).

Na perspectiva organizacional a operacionalidade dos modelos geossistêmicos não precisa tomar como referência primeira a homogeneidade dos elementos e conjuntos apresentados na paisagem. As delimitações não precisam remeter necessariamente a este tipo de seleção espacial. Assim, como a situação entre humano-simbólico e natural-físico tem que ser de paridade interativa e modulares entre o que é homogêneo e uno e o que é diferenciação e diverso na morfologia da paisagem. As morfologias cartografadas podem então, por um lado, expressar a diferenciação, a desarmonia do ambiente, ou mesmo, por outro lado, o imaginário da população sobre o geossistema, utilizando representações não-métricas, sem que para isso a abordagem geossistêmica seja descaracterizada em sua função explanativa. O mesmo para entre o que é estabilização e o que é transformação em sua evolução, com a necessidade do discernimento na pesquisa entre um e outro, mas não a predominância inicial de um dos termos. Ambos são vistos como presentes no sistema, inclusive como fruto do processo de elaboração e resolução de um problema.

De certa forma, seguindo a tradição classificatória, tanto o discernimento, quanto a resolução de problemas ainda continuam a exigir e destacar o conhecimento das “regras e estabilidades” dos sistemas, como forma de oferecer meios de previsão proporcionada para gestão e planejamento. Mas estas estabilidades e ordens não esgotam a representação dos processos, que devem relevar as relações internas, de diferenciação interna, como produtoras da organização ‘estável’ discernida. E são justamente as instabilidades, transformações e diferenciações internas que impulsionarão e darão a intensidade e velocidade para os processos de transformação e estabilização. A estabilidade é formada, então, justamente sobre a base, o alicerce, dessa dinâmica interna, ou seja, a partir dela, e não apesar dela – como sugere a ideia de Geossistema estável que ‘sofre’ perturbações, e instabilidades, como algo desagregador e destruturador. As perturbações e instabilidades são condições *sine qua non* para que as esferas geográficas se estabilizem, representando um sistema em constante transformação.

O objetivo, portanto, não é o de simplesmente “descobrir” uma regra, uma homogeneidade, ou estabilidade mestra, morfológica e que guia a dinâmica e evolução do sistema. Em meio ao jogo ordem/desordem, ou homogeneidade/diferenciação, a preocupação é vislumbrar os mecanismos e condições internas que permitem conceber a homogeneidade como “adaptativa” e em processo de diferenciação. Isso a partir do jeito como os seus mecanismos internos se estruturam, articulam e dinamizam entre si; incluindo como se adaptam às forças de origem externa a partir dessas interações dinâmicas. Assim, de um lado, parte-se em busca de uma 'regra em transformação', ou uma dinâmica de 'diferenciação da homogeneidade espacial', e de outro lado, a busca da 'regra da transformação', ou o processo de 'homogeneização da diferenciação'. Assim, cientes das mudanças e permanência, das transformações e constâncias ao longo do espaço tempo, tanto dos processos ligados à homogeneização-unidade, quanto da diferenciação-diversidade.

### ***Aspectos da relação entre a natureza e o “fator antrópico”.***

A fluidez e complementaridades da classificação bilateral no organizacional pode lançar novas perspectiva para o tratamento de áreas fortemente antropizadas, pois incorpora noções e entendimentos mais adaptados às manifestações tipicamente humanas. Os mecanismos que envolvem as contingências, incertezas, transformações e criatividades dos humanos precisam ser considerados em conjunto com as homogeneidades e regularidades, agora não mais como uma reivindicação dos sistemas humanos, mas como típico das manifestações dos sistemas naturais. Ou seja, o “fator antrópico” deixa de ser simplesmente um fator de perturbação. A temática da Geografia Física, por seu lado, reconheceu o simbólico, e o imaginário sócio-cultural-econômico, como característicos da dinâmica da natureza, com seus modelos precisando “alcançá-los” enquanto fatores influentes na paisagem (PHILLIPS, 1999, DUTRA-GOMES e VITTE, 2009). Nestes termos, o humano se torna discernível apenas enquanto “tipo de domínio”, mas inerentes e inseparável ao funcionamento e delimitação do geossistema “natural”.

Sobre as funcionalidades envolvidas na trama geossistêmica Beroutchachvili e Bertrand (1978, p.173) preservando uma tradição do positivismo-naturalismo distingue os funcionamentos bióticos e abióticos, correspondente ao “sistema territorial natural”, mas que a partir dos sistemas complexos se interpenetra e intermodula com o simbólico, com o cultural, social, com o humano:

as transformações da energia solar, das quais apenas uma pequena parte é utilizada para fotossíntese (devemos levar em consideração todo o balanço térmico e o balanço radiativo do geossistema);

transformações da energia gravitacional, que inclui a circulação da água, a queda das folhas, os vários processos erosivos relacionados à gravidade (seixos, etc);

o ciclo da água no interior do geossistema (precipitação, evapotranspiração, escoamento etc.);

os ciclos biogeodinâmicos, que controlam as transformações e as trocas quantitativas e qualitativas da matéria, por exemplo, a transformação da matéria viva por humificação e mineralização;

os processos geomorfogênicos, que modificam os modelos e os volumes rochosos;

movimentos da massa aérea (vento, mudança de pressão, etc.) les mouvements de la masse aérienne (vent, changement de pression, etc) (BEROUTCHACHVILI e BERTRAND, 1978, p.173).

Beroutchachvili e Bertrand (1978, p.173) reconhecendo a dificuldade de tratar o humano nos termos 'naturalistas' esperançava o deslanchar da interação entre o geossistema e os sistemas humanos-sociais:

Ao dominar o complexo territorial natural no espaço e no tempo e, ao mesmo tempo, em sua totalidade e em seus menores detalhes (quantificação de parâmetros), o conceito de geossistema e seus derivados "objetivos": geofacies, geohorizon, "state ", constitui uma ferramenta metodológica e técnica que deve responder e partir da demanda social. Uma abordagem essencialmente teórica consistiria em inserir a análise geossistêmica no problema social (e não o contrário), definindo o complexo territorial natural com base nos caracteres do modo e do sistema de produção, especialmente em sua relação com as forças produtivas. O geossistema então apareceria tanto como uma estrutura natural funcional quanto como um produto do trabalho social (BEROUTCHACHVILI e BERTRAND, 1978, p.177-178).

As leituras de Monteiro (1978, p.61) e Penteado Orellana (1985, p.129) sobre esta problemática trazem adiantamentos que ajudam a conceber um dinamismo "organizacional" entre os sistemas naturais e humanos no geossistema; e que complementam o que Bertrand e Beroutchachvili (1978) sugeriram. Penteado Orellana (1985, p.129), relevando o caráter de discernimento do sujeito-pesquisador, considera que é o modo de exploração biológica e especialmente humana (político-social-econômica) do território, que permite definir o geossistema; por exemplo, se ele está próximo ou não de ser degradado, ou se pode ou não ser reabilitado, e que medidas políticas podem ser tomadas para a sua gestão. Acompanhando, Monteiro (1978 p.61, 2001, p.53-56) coloca o Geossistema como um:

sistema singular complexo, onde interagem elementos humanos, físicos, químicos e biológicos e onde os elementos sócio-econômicos não constituem um sistema antagônico e oponente, mas sim estão incluídos no funcionamento do próprio sistema, de forma que é possível simplesmente, sem reducionismos, determinar seus limites a partir das relações dos elementos sociais entre si e desses com o meio.

A seleção é feita por prioridades, de acordo com a problemática e interesses:

Um estudo ambiental tem que partir de um diagnóstico de problemas e, se os problemas forem muitos e complexos, há necessidade de selecioná-los por prioridades. As prioridades podem obedecer a critérios vários, a começar pelo interesse da comunidade; interesse dos órgãos administrativos, interesse dos próprios pesquisadores, ou ainda atender à disponibilidade de recursos naturais, técnicos e humanos (PENTEADO-ORELLANA, 1985, p.135)



É desafiador questionar até que ponto será necessário considerar os fatores culturais, sociais, econômicos, políticos quando se estudar áreas fortemente antropizadas. Será uma relação de proporcionalidade direta? Ou seja, se em áreas fortemente antropizadas o fator cultural será um dos mais relevados no geossistema, ou não necessariamente o contato entre o humano-natural no geossistema precisa carregar essa relação direta. Ou ainda, se a intensidade das marcas da cultura na Paisagem será a principal referência para se relevar o humano em um geossistema discernido?

É difícil saber até que ponto a expressão material da cultura requererá o aprofundamento nos estudos sócio-culturais-econômicos. Mas relevando a diversidade e complexidade possível dos problemas e objetivos de pesquisa ligados ao Geossistema, não parece ser de início aconselhável restringir rigidamente as formas de influência possíveis, e até que ponto requererá percorrer as trilhas do imaginário das pessoas e grupos para lhe dar com as problemáticas e objetivos. Ou seja, em diversas problemáticas e objetivos a questão poderá se voltar exclusivamente para a capacidade de gerenciar as trocas de materiais e forças físicas em determinada área, como inundações, enxurradas, erosões, desmoronamento etc. e não sobre elementos interpretativos; embora, convém novamente destacar, os elementos interpretativos, os 'imaginários' são inerentes aos processos geossistêmicos e caberá ver até que ponto tornar-se-á relevante considerá-los em qualquer problematização e resolução. A resolução desta problemática só virá com o aprofundamento das pesquisas teóricas e principalmente de campo.

#### 4. Define-se e classificam-se unidades espaciais de análise mínimas?

As unidades espaciais de análise mínima não deixam de ser úteis referências para a caracterização e tratamento do jogo de processos espaciais envolvidos na abordagem geossistêmica. Continuam sendo uma útil forma de se organizar as relações discerníveis nos processos a partir do local, e que se expressam espacialmente também em termos morfológicos. A diferença é o fim da hegemonia do naturalismo e de sua concepção de totalidade. E essa mudança na forma de se tratar as totalidades, como vinculadas às relações geográficas particulares discernidas, pode ampliar as interpretações sobre as características e funcionalidades destas unidades. As concepções mais conhecidas de unidades mínimas, com os russos e franceses, carregam essa herança. Sotchava (1977, p.20-21) concebe estas unidades funcionando de acordo com as totalidades naturalistas; consideradas como categorias essenciais na manifestação e no estudo do geossistema:

O conceito de uma unidade espacial mínima (...) aborda o problema relativo às dimensões mínimas nas quais a noção de geossistema ainda se acha preservada e a integridade da menor célula do ambiente natural, assegurada (SOTCHAVA, 1977, p.20). A unidade espacial mínima da região físico-geográfica é o espaço terrestre onde manifesta um tipo definido de zonalidade (faixa, cinturão) servindo, como critério para o estabelecimento dos contornos de uma região (SOTCHAVA, 1977, p.24).

(...) O geossistema elementar (biogeocenose), como um geômero, já é indivisível pois que, ao dividir elementos do sistema, isoladamente, não estamos lidando com o sistema como um todo. O geossistema elementar é inesgotável quando dividido em elementos mas, como tal, é limitado por espaço terrestre e padrões funcionais definidos. (...) biogeocenose (...) dentro do qual não há limite singularmente essencial: biocenótico, geomorfológico, hidrológico, microclimático ou pedo-geoquímico (SOTCHAVA, 1977, p.21).

O mesmo ocorre para interpretações francesas com Beroutchachvili e Radvanyi (1978, p.181-198), que desenvolvem uma abordagem exclusivamente naturalista, pautada nos sistemas naturais, sem menção aos sistemas humanos, sobre a organização das estruturas verticais do geossistema, suas unidades de análise e funcionalidades – geohorizontes e geofácies. Bertrand (2004, p.147) também descreve assim as unidades, contudo, dando maior relevância à exploração biológica na definição dos mosaicos e conjuntos (geofácies) a partir deles:

(...) pode-se distinguir em cada geofácies um potencial ecológico e uma exploração biológica. Nessa escala, é muitas vezes esta última que vem a ser determinação e que repercute diretamente na evolução do potencial ecológico. O geofácies representa assim uma malha na cadeia das paisagens que se sucedem no tempo e no espaço no interior de um mesmo geossistema. (...) Na superfície de um geossistema, os geofácies desenham um mosaico mutante cuja estrutura e dinâmica traduzem fielmente os detalhes ecológicos e as

pulsações de ordem biológica. O estudo dos geofácies deve sempre ser recolocado nessa perspectiva dinâmica (BERTRAND, 2004, p.147).

O jogo de relações envolvidos no funcionamento da “unidade concreta” da esfera geográfica em Sotchava (1977) se dá numa 'circularidade fechada' que ele descreve como uma rotação de substâncias, exclusivamente sobre o funcionamento dos fatores bióticos e abióticos dos sistemas naturais:

(...) Sobre as bases naturais de uma dada região, foram criadas condições específicas para o funcionamento e definição da estrutura bem como dos regimes integrais dos fâcies da paisagem, razão pela qual a área principal de um fâcies definido está contida, via de regra, nos limites da unidade espacial mínima da região em foco (SOTCHAVA, 1977, p.23).(...) Esse critério tem por base a rotação de substâncias correspondente a cada categoria de geossistema. Assim, a unidade espacial mínima de uma biogeocenose, como parte de um fâcie, é o espaço terrestre no qual a rotação de substâncias ocorre. Horizontalmente abrange o território onde são encontrados os elementos que asseguram a unidade desse menor sistema (fatores microclimáticos, uma célula do sistema de drenagem, ecótopo biocenótico, rotação dos mais importantes elementos químicos, condições para formação de humus etc). Verticalmente abrange a espessura de 20 a 50 metros, dentro de cujos limites se encerra o contorno da rotação elementar (SOTCHAVA, 1977, p. 21).

O *contínuum* trazido pelo contexto da Complexidade entre o que é sistema natural e o que é sistema humano traz novas reflexões sobre a definição e classificação destas unidades mínimas de análise. As totalidades, na leitura da Complexidade, além de não permitir mais 'unidades concretas' torna a distinção entre humano e natural, simbólico e causal, arbitrária em relação à complexa gama de interações que compõe o Geossistema. Neste sentido, uma região florestada passa de fenômeno físico (vegetação) à humana (Fronteira Agrícola, ou Área de Proteção Ambiental) de acordo com o ponto de vista da problemática da pesquisa. As unidades mínimas não precisam, assim, dizer respeito somente aos sistemas naturais, mais podem também referir-se às manifestações humanas como definidoras dos gehorizontes, ou geomias, e dos geofácies, ou geócoros. Essa é uma repercussão que deve ser posteriormente aprofundada.

O geossistema elementar, ou o biogeocenose, se respeitar-se a escala de Sotchava de 20 a 50 metros, pode-se, de repente, tanto se referir à uma micro-bacia hidrográfica, ou um capão de mata, quanto ao território de uma casa, uma chácara, um bairro, área de empresas, indústrias, fazendas, áreas agrícolas ou agricultáveis etc; lembrando que o foco continuará sendo a temática ambiental, dos processos, elementos e forças envolvidos nos sistemas ambientais, mesmo que referindo-se a materialidades e idealidades construídas e vividas pelos humanos.

Suas delimitações físicas apesar de não esgotarem o jogo de relações envolvidas nos processos de suas localizações e relação com o ambiente, os limites 'murados' ou 'cercados' singulariza, à nível topológico, mesmo que não sobre clima e o relevo regional, cada território à uma “rotação de substância”; no caso, com forte presença do simbólico-cultural como um dos aspectos que tenciona o funcionamento e a manifestação desta “rotação”; e neste contexto também o econômico, político etc. De maneira simples, a rotação de substância dos sistemas hidrológicos, ecológicos, pedológicos, geoquímicos etc, ficam, ainda que não totalmente, sob influência do simbólico da cultura humana em superfície e subsuperfície da terra; e que não é diferente do esperado em sistemas complexos. É o que Morin (2002, p.182) chama de “pluralidade no um”, ou seja, a pluralidade de diversos domínios existenciais (funcional/comportamental, causal/simbólico, natural/cultural) presentes nas unidades individuais da natureza – totalidade relacional.

A consideração da Complexidade de que as esferas geográficas são construídas a partir de processos internos-endógenos-locais, a partir das diferenciações espaciais, faz as unidades mínimas deterem significância quando se trata de diagnósticos e resolução de problemas de áreas. Mas ao invés de pautarem-se numa regra sobre o “equilíbrio” dos sistemas naturais, busca-se entender a partir de que relações internas estes geossistemas elementares, como geofácies (bioantrogeocenose) se formam e se conectam, e sob que influências contextuais, adaptam-se, repercutem e direcionam a evolução da geossistema local e regional.

Ocorre também a necessidade da menção e consideração das 'finalidades' dos projetos e anseios próprios de cada unidade, colhidos a partir dos centros de inteligências como seres vivos (conservação e preservação), moradores, administradores, trabalhadores etc. Estas finalidades podem ser tanto sobre a recuperação de um resquício de mata, quanto sobre as adaptações ambientais físicos de pequenos agricultores para uma mudança imposta (pela expansão do agronegócio, por exemplo). Os processos espaciais ligados ao geossistema, mesmo sob influências contextuais,

são construídos a partir das unidades mínimas de relações, do indivíduo à zona macro, ou de acordo com Bertrand (2004, p.145) da escala de decímetros à zonalidades planetárias. Neste sentido, também tem que responder em vista a manutenção dessas unidades e indivíduos caso queira-se manter.

## 5. Considerações Finais

A perspectiva organizacional do contexto da Complexidade traz tanto a problemática ontológica de se reconhecer a existência de novos fenômenos e novas formas de se conceber os antigos, quanto epistemológica sobre a busca de novas formas de se conhecer os fenômenos; por exemplo, em esforço a ultrapassagem da tradição dualística, tão falada, mas quase nunca discutida e muito menos resolvida.

A perspectiva organizacional trazida pelo contexto da Complexidade traz em perspectiva a dissolução dos princípios de homogeneidade e diferenciação, procurando ultrapassá-los em reflexão e análise, em busca de ‘terceiras’ e outras possíveis formas de análise das relações; isso tanto para as homogeneidades e diferenciações, quanto, de forma mais ampla, da relação sociedade e natureza.

Esse é um desafio é uma construção contextual do conhecimento ocidental em geral, sendo uma de suas questões mais antigas. O contexto da Complexidade representa a vivência científica atual de tal problemática, realçando a busca pela ultrapassagem dos termos dicotômicos a partir de uma concepção organizacional; cujos entendimentos e decorrências precisam ser aprofundados nas diversas frentes – teórica, metodológica e técnica.

A ultrapassagem epistemológica da dicotomia sujeito/objeto traz um caráter de subjetividade inerente ao fazer científico, e que se expressa na inescapável arbitrariedade envolvida nas delimitações dos geossistemas na paisagem. As unidades mínimas de análise continuam sendo úteis referências, conquanto que considerem o humano e cultural como possíveis referências para a sua delimitação. Ocorre a necessidade de relevar essas definições como de caráter geográfico e não meramente cartográfico; geográfico no sentido de ser múltiplo e interinfluentes pelas escalas e não restrito a limites físicos, já que diz respeito a interações; sendo assim, mais do que meramente um definidor morfológico de áreas.

Neste contexto, uma nova postura complementar, somativa e híbrida parece estar sendo delineada na relação sociedade/geossistema. Essa novidade se baseia numa conduta interdisciplinar que busca preservar as especificidades de manifestação de cada domínio e dimensão da realidade em busca de um conhecimento mais amplo do fenômeno (que é múltiplo). Para o Geossistema o estudo de áreas fortemente antropizadas pode requerer, por exemplo, o diálogo com outras abordagens utilizadas na Geografia ou ciências humanas, justamente para o conhecimento mais adequados dos processos humanos, internos e externos envolvidos; nesta direção dialógica ainda há esclarecimentos específicos que precisam ser efetuados na relação teoria-método-empíria.

## REFERÊNCIAS

- ALLEN, P. M. Coherence, chaos and evolution in the social context, **Futures**, 26 (6), 583-597, 1994.
- ATLAN, H. **Entre o cristal e a fumaça: ensaio sobre a organização do ser vivo**. Rio de Janeiro: Editora Jorge Zahar, 1992, 268p.
- BERTALANFFY, L. V. **Teoria Geral dos Sistemas**, Petrópolis: Editora Vozes, 1973, 352p.
- BERTRAND, G. Paisagem e geografia física global: esboço metodológico. **Caderno de ciências da terra**, São Paulo, n.13, 27p., 1972.
- BERTRAND, G. Paisagem e geografia física global: esboço metodológico. **RA'E GA**, Curitiba, n. 8, 141-152, 2004.
- BEROUTCHACHVILI, N., BERTRAND, G. Le Géosystème ou “système territorial naturel”. **Revue Géographique des Pyrénées et du Sud-Quest**. Tome 49, fasc.2, Toulouse, 167-180, 1978.
- BEROUTCHACHVILI, N., BERTRAND, G. Le Géosystème ou “Système territorial naturel”. **Revue Géographiques des Pyrénées et du Sud-ouest**, Tome, 49, fasc.2, Toulouse, 167-180, 1978.
- BEROUTCHACHVILI, N., BERTRAND, G. Les structures verticales des géosystèmes. **Revue Géographique des Pyrénées et du Sud-Quest**. Tome 49, fasc.2, Toulouse, 181-198, 1978.
- BEROUTCHACHVILI, N., RADVANYI, J. Les structures verticales des géosystèmes. **Revue Géographiques des Pyrénées et du Sud-ouest**, Tome, 49, fasc. 2, 181-198, 1978.
- DURAND-DASTÈS, F. La notion de chaos et la géographie quelques réflexions. **L'Espace géographique**, n.4, 311-314, 1991.

- BROWN, J. D. Knowledge, uncertainty and physical geography: towards the development of methodologies for questioning belief. **Transactions of the Institute British Geographers**, New Series, 29, p.367-381, 2004.
- DUTRA-GOMES, R., VITTE, A. C. A Geografia Física e o objeto complexo: algumas flexibilizações do processual. **Geosul**, v. 26, n.50, p.08-38, 2009.
- EVE, R. A., HORSFALL, S., LEE, M. E. **Chaos, complexity and sociology: myths, models and theories**, London, New Delhi : SAGE publications, 1997.
- FOERSTER, H. V. Notas para uma epistemologia dos objetos vivos. In: MORIN, E. PIATTELLI-PALMARINI, M. **A unidade do homem, Vol. 2 : invariantes biológicos e universais culturais**, Cultrix, Ed. USP, São Paulo, 1978, p.132-146.
- FOERSTER, H. V. On self-organization systems and their environments. In: **Observing systems**. Seaside : Intersystems, 1984, p.02-22.
- HAIGH, M. J. The Holon: Hierarchy Theory and Landscape Research. **Catena Supplement**, 10, Braunschweig, 181-192, 1987.
- HAKEN, H. Synergetics – an interdisciplinary approach to phenomena of Self-organization. **Geoforum**, Vol.16, No. 2, 205-211, 1985.
- HEYLIGHEN, F. JOSLYN, C. Cybernetics and Second-Order Cybernetics.. In: MEYERS, R. A. **Encyclopedia of Physical Science e Technology**. New York: Academic Press, 2001, p.01-24.
- HEISENBERG, W. **Física e Filosofia**. Brasília: Ed. Universidade de Brasília, 1981.
- LANE, S. N., RICHARDS, K. Linking river channel form and process: time, space and causality revisited. **Earth Surface Processes and Landforms**, vol.22, 249-260, 1997.
- LEPETIT, B., PUMAIN, D. (Ed.). **Temporalités Urbaines**. France, Paris: Ed. Economica, Collection Villes, 1999.
- LEMPERT, R. J. A New Decision Sciences for Complex Systems. **Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America**, Vol. 99, No. 10, Supplement 3: Arthur M. Sackler Colloquium of the National Academy of Sciences. **Sackler Colloquium on Adaptive Agents, Intelligence, and Emergent Human Organization: Capturing Complexity through Agent-Based Modeling**, May 14, p. 7309- 7313, 2002.
- MATURANA, H., VARELA, F. **A árvore do conhecimento**. São Paulo, P. Athenas, 2001.
- MOINE, A., Le territoire comme un système complexe. Des outils pour l'aménagement et al géographie. **Espace Géographique**. Vol.35, No.2, p.115-132, 2006.
- MONTEIRO, C. A. F. Derivações antropogênicas dos geossistemas terrestres no Brasil e alterações climáticas. Perspectivas urbanas e agrárias ao problema da elaboração de modelos de avaliação. In: **Anais do Simpósio sobre a Comunidade Vegetal como Unidade Biológica, Turística e Econômica. ACIESP, 15. Secretaria da Cultura, Ciência e Tecnologia**. São Paulo: Academia de Ciências do Estado de São Paulo, 1978, 43p.
- MORIN, E. **O método. Vol. 1 – A natureza da natureza**. Porto Alegre: Sulina, 2002.
- PENTEADO ORELLANA, M. Metodologia integrada no estudo do meio ambiente. **Geografia**, Rio Claro: 10 (20), p.125-148, 1985.
- PESSIS-PASTERNAK, G. **Do caos à inteligência artificial. Quando os cientistas se interrogam**. São Paulo: Editora da UNESP, 1993.
- PESSOA JUNIOR, O. Auto-Organização e complexidade: uma introdução histórica e crítica, São Paulo, nov. 2006. Disponível In: <http://www.fflch.usp.br/df/opessoa/AOeC-text.pdf>, acesso em 15 de Novembro de 2006.
- PHILLIPS, J. D. Methodology, scale, and the field of dreams. **Annals of the Association of American Geographers**, Vol. 89, p.754-60, 1999.
- PHILLIPS, J. D. Sources of nonlinearity and complexity in geomorphic systems. **Progress in Physical Geography**, 27, 1, p.1-23, 2003.
- PHILLIPS, J. D. Laws, contingencies, irreversible divergence, and Physical Geography. **The Professional Geographer**, 56 (1), p.37-43, 2004.
- PORTUGALI, J. Self-organizing cities. **Futures**, Vol.29, No.4/5, p.353-380, 1997.
- PORTUGALI, J. Complexity theory as a link between space and place. **Environmental and Planning A**, vol.38, p.647-664, 2006.

PRIGOGINE, I. Time, Structure and Fluctuations. **Science**, New Series, Vol. 201, No. 4358. Sep. 1, p.777-785, 1978.

PRIGOGINE, I. The philosophy of instability. **Futures**, August, p.396-400, 1989.

PRIGOGINE, I. **O fim das certezas. Tempo, caos e as leis da natureza**. São Paulo: Editora da UNESP, 1996.

PRIGOGINE, I., STENGERS, I. **A nova aliança**. Brasília: Editora da UnB, 1991, 247p.

RHOADS, B. L. The Dynamic Basis of Geomorphology Reevisioned. **Annals of the Association of American Geographers**, 96 (1), p.14-30, 2006.

ROUGERIE, G., BEROUTCHACHVILI, N., 1991. **Géosystèmes et Paysages. Bilan et méthodes**. Paris: Ed. Armand Colin Éditeur, Paris.

SCHEINKMAN, J. A., WOODFORD, M. Self-organized criticality and Economic Fluctuations. **The American Economic Review**, Vol.84, Nº2, p.417-421, 1994.

SCHUMM, S. A., LICHTY, R. W., 1973. Tempo, espaço e causalidade em geomorfologia. **Notícias Geomorfológicas**, Campinas, 13 (25), p.43-62, 1973.

SOTCHAVA, V. B. O estudo de geossistemas. **Métodos em Questão**. São Paulo: IG-USP, n.16, 52p, 1978.

SOTCHAVA, V. B. Por uma teoria de classificação de geossistemas de vida terrestre. **Biogeografia**, USP, Instituto de Geografia, 24p, 1978.

SPEEDING, N. On Growth and Form in Geomorphology. **Earth Surface Process and Landforms**, Vol.22, p.261-265, 1997.

TURCOTTE, D. L., RUNDLE, J. B. Self-organized complexity in the physical, biological, and social sciences. **PNAS**, February 19, vol.99, suppl.1, p.2463-2465, 2002.

VARELA, F. **Principles of Biological Autonomy**. New York: Ed. Oxford, 1979.

WASHINGTON, R. Quantifying chaos in the atmosphere. **Progress in Physical Geography**, 24, 4, p.499-514, 2000.