

## **A GEOMORFOLOGIA, OS ESTUDOS DA COMPLEXIDADE E O DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL**

Marcos W. Dias de Freitas, Curso de Geografia/UFF. marcosw.freitas@bol.com.br  
Sandra B. da Cunha, Depto de Geografia/UFF. sandracunha@openlink.com.br

### **1 INTRODUÇÃO**

Trata o presente trabalho de uma metodologia de base para as pesquisas sobre a extração de areias na bacia hidrográfica do rio São João- RJ. O objetivo central deste trabalho é buscar um tratamento metodológico complexo e holístico para ser aplicado nas práticas de estudo e gestão ambiental, estreitamente relacionadas com um desenvolvimento sustentável tanto em nível local quanto global. A extração de areias é uma parte dos estudos sobre bacias hidrográficas, estando relacionadas com o geossistema de forma inseparável, e necessitando de um tratamento metodológico adequado à complexidade de relações do geossistema e suas variáveis hidrológicas, geomorfológicas, bióticas e sociais, entre outras.

A área de estudo corresponde à bacia hidrográfica do rio São João, localizada no estado do Rio de Janeiro, abrangendo os municípios de Silva Jardim (45,5% da área total da bacia), Araruama (17,7%), Casemiro de Abreu (16,4%), Rio Bonito (11,4%), Cabo Frio (8,6%) e Cachoeiras de Macacu (0,6%) e tendo como principais componentes os rios São João, Bacaxá e Capivari. Tal área se caracteriza pela diversidade de domínios morfo-climáticos e ecossistemas e vem sofrendo graves influências antrópicas devido às obras de engenharia, principalmente as sucessivas retificações dos canais fluviais e a construção da barragem de Juturnaíba (em 1978/1984). Cabendo lembrar a criação, em 1981, da Reserva Biológica Poço das Antas visando preservar as florestas das partes mais planas da bacia, habitat natural do mico-leão dourado (*Leontopithecus rosalia rosalia*). Tal reserva encontra-se em risco devido à emersão de turfeiras em áreas da reserva e vizinhas, conseqüência das obras de engenharia, que acarretam risco permanente de incêndios.

Os estudos da complexidade são preocupados com uma abordagem anti-reducionista, buscando uma interpretação holista de caráter transdisciplinar aplicável à sistemas caóticos e complexos longe da estabilidade. Trata-se de uma corrente científica com representantes nos mais diversos campos da ciência que baseia-se nos últimos avanços da ciência em áreas como a Física Quântica, a Biologia Molecular, a Cibernética e a Informática, a Matemática de base fractal, entre outras tantas contribuições das mais diversas áreas.

A Geomorfologia também tem contribuído involuntariamente nos estudos da complexidade, através da aplicação em suas análises de concepções desta corrente, principalmente nas escolas da *New Geography*, escola russa e da Geomorfologia Ambiental, com resultados como a noção de geossistemas e a caracterização do mesmo. Porém, além das análises científicas, os estudos da complexidade em Geomorfologia devem estar sempre atrelados com a prática ambiental, representando uma união entre teoria e ação aplicável na educação ambiental e na gestão ambiental das áreas estudadas pelo cientista. O desenvolvimento sustentável, para ser concretizado, necessita desta visão complexa que relatamos acima e a sua aplicação prática nos projetos de planejamento.

#### **1.1 Discussão teórica:**

Em meados do século XX, a ciência teve as primeiras reações contra o paradigma científico positivista de base newtoniana e cartesiana, de caráter reducionista e mecanicista. Estava aberto o embate entre uma concepção de mundo rigidamente determinista, com métodos baseados na busca de afirmações, quantidades e leis, e uma concepção de mundo contingente, com busca de perguntas, qualidades e probabilidades. Em relação ao segundo ponto de vista temos que "... a abordagem estatística se tornou válida não apenas para sistemas de enorme complexidade, mas inclusive para sistemas tão simples quanto o de uma única partícula num campo de força." (WIENER, 1968, p. 10).

Sendo que as primeiras contribuições no estudo da complexidade vieram, principalmente, através da Teoria Geral dos Sistemas e da Cibernética. A primeira foi concebida por Ludwig von Bertalanffy e trouxe a noção de sistemas abertos e uma visão holista, integradora dos campos científicos e contra o mecanicismo de cunho positivista. O desenvolvimento de tal teoria veio com o forte apoio da Cibernética, criada por Norbert Wiener (1950, 1968), no intuito do desenvolvimento de máquinas auto-dirigíveis e auto-reguladoras que foram a base do avanço no campo da informática.

A Cibernética buscou uma concepção crítica da Física newtoniana determinística, de caráter probabilístico anti-reducionista e aplicável à sistemas físicos, biológicos e mecânicos. Através dos estudos dos sistemas e da tendência dos mesmos à desordem (2ª Lei da Termodinâmica e o conceito de entropia) ou à ordem, Wiener chegou ao conceito de realimentação (*feedback*) que seria "... a capacidade de poder ajustar a conduta futura em função do desempenho pretérito." (WIENER, 1968, p. 33) Tal conceito trouxe uma nova noção de auto-regulação aplicada por Wiener na sua Teoria da Informação que buscava uma concepção dos mais variados sistemas baseada na interação entre a entropia desorganizadora e os *feedbacks* de caráter informacional e organizador. O desenvolvimento da Cibernética foi baseado no ponto de vista de que "... enquanto o universo como um todo, se de fato existe um universo íntegro, tende a deteriorar-se, existem enclaves locais cuja direção parece ser o oposto à do universo em geral e nos quais há uma tendência limitada e temporária ao incremento da organização. A vida encontra seu *habitat* em alguns desses enclaves." (WIENER, 1968, p. 14)

A partir das décadas de 1960 e 70, os estudos da complexidade assumem um grande desenvolvimento nas mais variadas áreas da ciência, principalmente na análise de sistemas caóticos e complexos, da auto-organização e das redes componentes e caracterizadoras dos sistemas. Os resultados destes estudos mostram características e noções aplicáveis aos mais diversos fenômenos naturais, bióticos e abióticos, e sociais, como no campo da linguagem e da economia. A transdisciplinaridade e a abordagem holística também são características fundamentais desta nova concepção científica da complexidade.

A primeira descrição de sistemas auto-organizadores ou complexos vem do Prêmio Nobel, físico-químico russo, Iliya Prigogine e sua teoria das "estruturas dissipativas" interessada no comportamento de sistemas termodinâmicos afastados do equilíbrio e não-lineares. Prigogine encontrou um padrão ordenado, extremamente complexo e descrito por equações não-lineares, em sistemas abertos a partir de certo ponto de instabilidade. Com isto, "... Prigogine desenvolveu uma nova termodinâmica não-linear para descrever o fenômeno da auto-organização em sistemas abertos, afastados do equilíbrio." (CAPRA, 2000, p. 82).

Os neurocientistas chilenos Humberto Maturana e Francisco Varela, bastante influenciados pela Cibernética, desenvolveram um estudo a respeito da cognição em organismos vivos, chegando à teoria da auto-organização aplicável a todos os sistemas vivos, com enfoque no conceito de *autopoiese*. *Autopoiese* significa autocriação e reflete as condições de sistemas cognitivos relacionando cognição com o comportamento de todos os organismos vivos, com a presença ou ausência de sistema nervoso. Sendo que "... a cognição não é a representação de um mundo que existe de maneira independente, mas, em vez disso, é uma contínua atividade de *criar um mundo* por meio do processo de viver. As interações de um sistema vivo com seu ambiente são interações cognitivas, e o próprio processo da vida é um processo de cognição." (CAPRA, 2000, p. 211)

A tese deste novo campo científico que suscitou mais críticas e resistências foi a "hipótese de Gaia" do geólogo inglês James Lovelock que foi suscitada por pesquisas realizadas por Lovelock a pedido da NASA a respeito das possibilidades de existência de vida em Marte. Lovelock utilizou-se da noção de auto-regulação e aplicou no estudo da evolução da Terra, percebendo que "...laços de realimentação semelhantes - interligando plantas e rochas, animais e gases atmosféricos, microorganismos e os oceanos - regulam o clima da Terra, a salinidade de seus oceanos e outras importantes condições planetárias." (CAPRA, 2000, p. 94) Considera a Terra como um sistema vivo auto-regulador, reunindo conteúdos das mais diversas disciplinas científicas como a Geologia, Microbiologia, Química Atmosférica e outras.

A Matemática trouxe importante contribuição a partir do estudo de sistemas não-lineares ou dinâmicos, tendo como resultado atratores como o de Lorenz, explicando o "efeito borboleta", e a geometria fractal do matemático francês Benoit Mandelbrot, estudando a geometria de uma ampla variedade de fenômenos naturais irregulares. O atrator de Lorenz foi utilizado a fim de estabelecer o efeito do caos (este seria fruto de alterações mínimas nas condições iniciais de um fenômeno, que acarretam efeitos imprevisíveis no desenrolar do mesmo), com o exemplo do bater de asas de uma borboleta na Amazônia que pode causar um tornado nos Estados Unidos. Os conjuntos fractais utilizam-se de iterações (realimentações em linguagem matemática) em sistemas complexos que apresentem as seguintes propriedades: "1) a auto-similaridade, que pode ser exata ou estatística, ou seja, o sistema é invariante (mantém a mesma forma e estrutura) sob uma transformação de escala (transformação que reduz ou amplia o objeto ou parte dele); 2) a extrema 'irregularidade' no sentido de rugosidade (não suavidade) ou fragmentação; 3) possuir, em geral, uma dimensão fractal não-inteira." (MOREIRA, 1999, p. 55).

Os estudos atuais sobre a complexidade assumem grande avanço devido à cada vez maior possibilidade de experimentação, modelagem e resolução de problemas através do uso de computadores com enorme capacidade. Seguem cada vez mais interdisciplinares e avançam no estudo de sistemas caóticos e sistemas complexos adaptativos, chegando ao estudo da criticalidade auto-organizada que seria um "... estado crítico auto-organizado numa região de fronteira ordem/caos." (NUSSENZVEIG, 1999, p. 17) A criticalidade auto-organizada foi estudada em 1987 por Per Bak, Chao Tang e Kurt Wiesenfeld a respeito de explicar o ruído  $1/f$ , uma lei de potência aplicada a terremotos, linguagem, economia e outros. Chegaram à conclusão que "... fractais e o ruído  $1/f$  seriam duas faces de uma mesma moeda" (GOMES, 1999, p. 97), representando fenômenos típicos dos estados críticos auto-organizados de sistemas com interações altamente não-lineares e de curto

alcance, sendo que "Criticalidade auto-organizada exige e valoriza uma quantidade mínima de informação; se esta estiver acima de um limiar, o sistema pode se auto-organizar espontaneamente." (GOMES, 1999, p. 106).

Tais estudos sobre a complexidade influenciaram importantes contribuições no campo da epistemologia, tendo autores como Edgar Morin, Paul Feyerabend, Fritjof Capra e David Harvey na linha de frente de tais pesquisas. Morin (s/datas, 1995 e 1999) estabelece bases para um pensar complexo, dialógico e holístico; busca restabelecer a ciência dos cortes e separações realizados pelo reducionismo e uma concepção ética do cientista frente ao mundo, chegando à concepção ecologista da Terra-Pátria como um envolvimento ético dos seres humanos e Gaia. Feyerabend funda o anarquismo metodológico, com a única regra de que vale tudo; assim pensamentos mitológicos não são mais importantes que os mais avançados experimentos científicos, enquanto o autor mostra o papel do dogma da ciência e da linguagem científica no aparelho ideológico-repressor do Estado. Capra (1997) realiza uma síntese das idéias da ciência complexa e mostra relações entre o antigo pensamento oriental e a física atual, centrando seus esforços em um desenvolvimento sustentável através do processo que chama de "alfabetização ecológica". Harvey (1999) estabelece as mudanças ocorridas no mundo à partir do que denominou de pós-modernismo (bastante relacionado com as teorias e as críticas destes estudos complexos), que acabou se impondo sobre o pensamento modernista, de base racional-reducionista.

A Geomorfologia apresenta contribuições muitas vezes involuntárias aos estudos da complexidade devido à utilização de conceitos e idéias deste novo campo nos estudos geomorfológicos. A *New Geography* norte-americana utilizou-se muito da Teoria Geral dos Sistemas e da Cibernética nos seus estudos e modelos voltados para a análise de sistemas, principalmente nos estudos relacionados à bacias hidrográficas e equilíbrio dinâmico. A escola geográfica russa evoluiu muito através do conceito de geossistema, sendo que, "... geógrafos soviéticos, depois de diversas tentativas de oferecerem uma análise integrada do complexo físico-geográfico, construíram um método de pesquisa fundamentado no 'geossistema' (Sotchava), que é uma conceituação de epiderme terrestre, onde se relacionam a litomassa, aeromassa, hidromassa e biomassa" (CASSETI, 1995, p. 50) A Geomorfologia Ambiental continuou os passos da geografia russa e utiliza-se de conceitual complexo para a análise ambiental. A Geometria Fractal desenvolveu-se muito com a representação fractal e estudos de dimensões fractais em análise geográfica de bacias hidrográficas, linhas costeiras, relevo, entre outras. (CHRISTOFOLETTI e CHRISTOFOLETTI, 1994). Cabe assinalar o uso de leis de potência de ruídos  $1/f$  e criticalidade auto-organizada em caracterização de fenômenos como atividades sísmicas, pilhas de areia, distribuição da biodiversidade e outras análises importantes para os estudos geomorfológicos. Por último temos a aplicação de estudos da complexidade em representações cartográficas ligadas ao desenvolvimento da Computação e dos satélites, como os Sistemas de Informações Geográficas (SIG), com superposição de *layers*, ou camadas representativas de informação, e de diferentes níveis de complexidade.

A mudança de paradigma, realizada pelos estudos da complexidade na esfera científica, deve estar ligada à aplicação ética de tal abordagem no que tange a um planejamento ambiental no sentido mais amplo, não dissociando a sociedade e o meio ambiente. Propomos três níveis de aplicação como resultado dos estudos da complexidade

no enfoque científico da Geomorfologia; cabe assinalar, porém que tais níveis encontram-se intrinsecamente interrelacionados.

### 1.1a Aplicações em Geomorfologia

Como vimos, a Geomorfologia vem sendo bastante influenciada e também vem aplicando várias contribuições dos estudos da complexidade. Isto ocorre pelo próprio cunho interdisciplinar que as pesquisas em Geomorfologia têm por base e princípio metodológicos. Porém acreditamos que o geomorfólogo tem um papel cada vez maior nos dias atuais de desenvolver cada vez mais os estudos no campo da abordagem complexa. Torna-se cada vez mais atual a necessidade de uma abordagem holística e integradora do pensamento geomorfológico, aplicada, como veremos, diretamente no planejamento ambiental das áreas de estudo. Um exemplo de tal abordagem é o estudo integrado de bacias hidrográficas representando as variadas influências que tal meio sofre; um exemplo de tal abordagem é o de Cunha e Guerra (2000). O papel da Geomorfologia frente ao pensamento reducionista e parcelar deve expressar-se em suas análises e na sua aplicação relacionada com a gestão ambiental, analisada a seguir.

### 1.1b Aplicações em gestão ambiental

As aplicações em gestão ambiental são a parte mais direta do ofício do geomorfólogo e contém duas fases distintas: avaliação ou análise ambiental e a gestão ambiental das respectivas áreas. O papel das contribuições dos estudos da complexidade nos processos de avaliação ambiental é fundamental devido à grande necessidade de integração de várias áreas de conhecimento e à própria natureza complexa do objeto de estudo do avaliador, seja de qualquer forma de ecossistema. Uma importante contribuição para tal abordagem aplicada à avaliação ambiental é de Macedo (1995), outra mais relacionada ao uso de geoindicadores é de Simões (1997), além de outros estudos recentes. Uma das características fundamentais de tal abordagem, além da interdisciplinaridade, é a necessidade de avaliação de quantidades e de qualidades nas pesquisas, representando uma visão holística, não-dicotômica, da realidade.

A gestão ambiental em-si das áreas estudadas também devem obedecer alguns princípios da complexidade como o respeito pelas comunidades nativas e os seus modos de manejo de seu ambiente natural. Cabe ao pesquisador aprender também com os pesquisados formas de manejo sustentável do meio, formas relacionadas com populações influenciadas pela cultura indígena, como os “caiçaras” na Mata Atlântica e os “cablocos” na Amazônia; tal abordagem relacionada com a Antropologia Ecológica têm contribuições recentes como Diegues (2001) e Begossi (2001).

### 1.1c Aplicações no desenvolvimento sustentável

A gestão ambiental deve estar diretamente relacionada com uma perspectiva de desenvolvimento sustentável, tanto local quanto globalmente, devido à própria natureza global dos problemas ambientais hoje ocorrentes. Os estudos da complexidade caminham nesta direção, envolvendo a Terra como um organismo vivo com características de um sistema aberto complexo, com capacidade de auto-organização frente às forças entrópicas, desorganizadoras. Rohde (1998, p. 48-50) identifica seis princípios filosófico-científicos, extremamente relacionados com os estudos da complexidade, para a base da construção da sustentabilidade: contingência, complexidade, sistêmica, recursividade, conjunção e interdisciplinaridade.

Um dos pilares das críticas ao reducionismo e ao positivismo é o da separação sujeito-objeto e a consequente neutralidade do cientista em sua atividade, concepção que ajudou muito ao Estado e ao grande capital como nos casos da bomba de Hiroshima, do bombardeamento de diques no Vietnã (este diretamente relacionado com a geomorfologia e analisado por Yves Lacoste) e tantos outros. Assim, os estudos da complexidade tornam-se estudos engajados em um modo diferente de desenvolvimento da civilização humana sobre o planeta.

Wiener (1968) vê a evolução histórica do mundo desde a época das descobertas através da atitude que esgota os recursos naturais das áreas descobertas e passa à procura de outras áreas com recursos abundantes e intocados. Tal atitude, Wiener denominou de atitude do Chapeleiro Doido, em alusão ao personagem de *Alice no país das maravilhas*, e previne sobre o grande aceleração de tal evolução, baseada na idéia do culto ao progresso, a partir de meados do século XIX. Nas palavras de Wiener:

A velocidade com que, durante esses anos, as mudanças têm ocorrido não encontra paralelo na História mais antiga, como também não o encontra a própria natureza de tais mudanças. Isso é, em parte, o resultado de maior comunicação, e, também, de crescente domínio da Natureza, o qual, num planeta limitado como a Terra, pode revelar-se, no fim de contas, como uma crescente escravidão à Natureza. Pois quanto mais tiramos do mundo, menos deixamos, e, no fim de contas, teremos de pagar nossos débitos num tempo que talvez seja muito inconveniente para a nossa própria sobrevivência. (...) *Modificamos tão radicalmente nosso meio ambiente que devemos agora modificar-nos a nós mesmos para poder viver nesse novo meio ambiente. Não mais podemos viver no antigo.* O progresso não só impõe novas possibilidades para o futuro como também novas restrições. Parece como se o próprio progresso e a nossa luta contra o aumento da entropia devesse terminar no caminho descendente do qual estamos tentando escapar. Entretanto, esse sentimento pessimista condiciona-o apenas nossa cegueira e inatividade, pois estou convencido de que uma vez que tomemos consciência das novas necessidades que o novo meio ambiente nos impõe, assim como dos novos meios de que dispomos para atender a tais necessidades, talvez decorra longo tempo para que a nossa civilização e nossa raça humana venham a perecer, embora tenham de perecer, assim como todos nós nascemos para morrer. (p. 46, grifos meus, M.F.)

Num sentido muito real, somos naufragos num planeta condenado. Todavia, mesmo num naufrágio, as regras de decoro e os valores humanos não desaparecem necessariamente, e cumpre-nos tirar o maior proveito deles. Iremos ao fundo, sim, mas que seja pelo menos de uma maneira que possamos considerar à altura de nossa dignidade. (p. 40)

Tal análise apresenta extrema atualidade com os assuntos relacionados ao desenvolvimento sustentável, apresentando extrema importância devido ao papel ético das novas concepções científicas no mundo atual. Tal atitude, denominada por Morin de “ciência com consciência” é marcada pelas características não-dogmáticas de uma concepção holista da realidade e de uma ação não menos integradora. Acreditamos que este também é o papel da Geomorfologia e de seus pesquisadores, sendo fundamental o desenvolvimento de instrumentos de avaliação ambiental e a prática na gestão ambiental; estando estas duas faces da Geomorfologia ligadas às novas concepções científicas referidas e ao Desenvolvimento Sustentável relacionado.

## 2 METODOLOGIA

A metodologia proposta para a avaliação dos impactos ambientais da extração de areias é relacionada com a Geomorfologia Ambiental, caracterizada pelo seu enfoque interdisciplinar, buscando as relações complexas entre o meio ambiente e a sociedade; a caracterização do geossistema. A primeira parte da pesquisa é o levantamento de uma bibliografia específica relacionada, principalmente, com este tipo de abordagem complexa. A outra característica da pesquisa é a busca do conhecimento das características naturais primitivas e o estado atual do meio ambiente através do monitoramento, através de observações de campo, de indicadores ambientais (taxa de erosão, escoamento superficial, carga de sedimentos no sistema fluvial, assoreamento, alterações no nível de base local, mudanças no canal, etc.) e de comparações temporais utilizando recursos cartográficos (fotografias aéreas, imagens de radar e satélite). Por fim, outra característica da metodologia é o seu caráter aplicado, procurando orientar os estudos teóricos na direção de propostas da gestão ambiental das áreas de extração de areia, uma subparte da gestão ambiental das bacias hidrográficas e dos recursos hídricos, estudos relacionados também com a análise da legislação ambiental acerca da exploração de areias.

## 3 RESULTADOS OBTIDOS

O principal resultado obtido neste trabalho é uma metodologia de caráter complexo e integrado a ser aplicada na pesquisa sobre a extração de areias na área de estudo apresentada. Estando relacionados aos resultados esperados a partir de tal pesquisa são a ampliação do nível de conhecimento sobre os impactos associados à exploração de areias nos rios, em especial na bacia hidrográfica do rio São João. Além disto, com base nos resultados obtidos, pretendemos propor a possibilidade de uma exploração mais racional dos recursos naturais aliada ao desenvolvimento sustentável e planos de recuperação das áreas degradadas. Assim, acreditamos na importância dos estudos da complexidade e de sua aplicação metodológica nos estudos ambientais, principalmente em estudos envolvendo o geossistema e a sua caracterização.

## REFERÊNCIAS

- BERGOSSI, A. (2001). **“Resiliência e populações neotradicionais: os caixas (Mata Atlântica) e os cablocos (Amazônia, Brasil)”** In: Espaços e Recursos Naturais de Uso Comum. Orgs: Antonio C. Diegues e André de C. Moreira. São Paulo, USP, 205-236.
- CAPRA, F. (1997). **A teia da vida. Uma nova compreensão científica dos sistemas vivos.** São Paulo, Cultrix.
- CASSETI, V. (1991). **Ambiente e apropriação do relevo.** São Paulo, Contexto.
- CHRISTOFOLETTI, A. (1979). **Análise de Sistemas em Geografia - Introdução.** São Paulo, HUCITEC.
- \_\_\_\_\_ (1980). **Geomorfologia.** São Paulo, Edgard Blücher.
- \_\_\_\_\_ (1981). **Geomorfologia fluvial.** São Paulo, Edgard Blücher.
- CHRISTOFOLETTI, A. L. H. e CHRISTOFOLETTI, A. (1994) **O uso dos fractais na análise geográfica.** Geografia, Rio Claro, 19(2): 79-112.
- CUNHA, S. B. e GUERRA, A.J.T. (2000) **“Degradação ambiental”** In: Geomorfologia e meio ambiente. Orgs. A.J.T. Guerra e S.B. da Cunha, Rio de Janeiro, Bertrand Brasil, 337-379.
- DIEGUES, A. C. (2001). **“Repensando e recriando as formas de apropriação comum nos espaços e recursos naturais”** In: Espaços e Recursos Naturais de Uso Comum. Org.

- Antonio Carlos Diegues e André de Castro Moreira. São Paulo, USP, 97-124.
- GOMES, M. A. F. (1999). **“Criticalidade auto-organizada”** *In*: Complexidade e caos. Org. H. Moisés Nussenzveig. Rio de Janeiro, Editora UFRJ/COPEA, 94-110.
- HARVEY, D. (1999). **A condição pós-moderna: uma pesquisa sobre as origens da mudança cultural.** São Paulo, Loyola.
- LACOSTE, Y. (1989). **A geografia: isso serve, em primeiro lugar, para fazer a guerra.** Campinas, Papirus.
- MACEDO, R. K. (1995). **“A importância da avaliação ambiental”** *In*: Análise ambiental: uma visão multidisciplinar. Orgs. Sâmia Maria Tauk-Tornisielo, Nivar Gobbi e Harold Gordon Fowler. São Paulo, Editora da Universidade Estadual Paulista, 13-31.
- MOREIRA, I. C. (1999). **“Fractais”** *In*: Complexidade e caos. Org. H. Moisés Nussenzveig. Rio de Janeiro, Editora UFRJ/COPEA, 51-82.
- MORIN, E. (s/d). **Ciência com consciência.** Mem Martins, Europa-América.
- \_\_\_\_\_ (1979). **O enigma do homem:** para uma nova Antropologia. R. de Janeiro, Zahar.
- \_\_\_\_\_ (1999). **O método 3. O conhecimento do conhecimento.** Porto Alegre, Sulina.
- MORIN, E. e KERN, A.B. (1995) **Terra-Pátria.** Porto Alegre, Sulina.
- NUSSENZVEIG, H. M. (1999). **“Introdução à complexidade”** *In*: Complexidade e caos. Org. H. Moisés Nussenzveig. Rio de Janeiro, Editora UFRJ/COPEA, 9-26.
- ROHDE, G. (1998). **“Mudanças de paradigma e Desenvolvimento Sustentado”** *In*: Desenvolvimento e natureza: estudos para uma sociedade sustentável. Org. Clóvis Cavalcanti. São Paulo/Recife, Cortez/ Fundação Joaquim Nabuco, 41-53.
- SIMÕES, S. J. C. (1997). **“A dinâmica dos sistemas e a caracterização de geoindicadores”** *In*: Indicadores ambientais. Org. Henry L. Martos e Nilsos B. Maia. Sorocaba, s/ed.
- TAUK, S.M., GOBBI, N. e FOWLER, H.G. (1995). **Análise ambiental: uma visão multidisciplinar.** São Paulo, Ed. da Universidade Estadual Paulista.
- WIENER, N. (1968). **Cibernética e sociedade: o uso humano de seres humanos.** São Paulo, Cultrix.