

DOS SISTEMAS AMBIENTAIS AO SISTEMA FLUVIAL – UMA REVISÃO DE CONCEITOS

Jonas Otaviano Praça de Souza
Doutorando em Geografia – UFPE
jonasgeoufpe@yahoo.com.br

RESUMO

Tentando consolidar as noções de totalidade, a geografia física passa a utilizar a noção de sistemas dinâmicos, não lineares e de comportamento caótico. Deste modo, a abordagem sistêmica/complexa apresenta-se como meio de compreensão do mundo natural, assim possibilitando a previsão de mudanças, avaliação dos sistemas ambientais, distúrbios e limiares do sistema. Nota-se, assim, a importância dos estudos processuais para o gerenciamento de recursos hídricos, tornando imprescindíveis estudos sistêmicos que analisem os diversos elementos importantes para a análise dos recursos hídricos, dentre eles as questões processuais. Deste modo, a necessidade de se trabalhar o gerenciamento integrado de recursos hídricos, enquadrado na perspectiva sistêmica, solidificou a bacia hidrográfica e/ou bacia de drenagem como recorte espacial sistêmico. Delimitada a área pode-se compreender a bacia hidrográfica como um Sistema Fluvial, conceituado por Schumm (1977), que é analisado a partir da zona fonte de sedimentos, da rede de transporte e dos sítios de deposição. Esses elementos não são espacialmente excludentes, interagindo entre si, além de apresentar escalas diferenciadas. Para o estudo do sistema fluvial é necessário levar em consideração quatro conceitos: uniformidade dos processos, limiares de mudança, evolução da paisagem e respostas complexas.

Palavras-chave: Sistema Fluvial. Sistemas Ambientais. Gerenciamento de Bacia Hidrográfica.

ENVIRONMENTAL SYSTEMS OF THE RIVER SYSTEM - A REVIEW OF CONCEPTS

ABSTRACT

Trying to consolidate the notions of totality, the physical geography begins to use the idea of dynamic system, non-linear and of chaotic behavior. This way, the systemic/complex approach is presented as way of natural world comprehension, thus allowing the forecast of change, analysis of environmental systems, disturbances and systems thresholds. So, the importance of process researches is noted to the water resources management, making indispensable systemic researches, between them the process questions. Thus, the necessity of working the integrated management of water resources, framed in the systemic approach, solidified the hydrographic basin and/or drainage basin as systemic spatial area. Identified the limits of system the hydrographic basin can be understand as one Fluvial System, defined by Schumm (1997), that is analyzed by the source zone, the transport network and the deposition sites. These elements aren't spatially exclusionary, interacting among themselves, also to show different scales. To the study of the Fluvial System is necessary take into account four concepts: uniformity, thresholds, landform evolution and complexity.

Keywords: Fluvial systems. Environmental systems. Watershed management.

INTRODUÇÃO

Dado a crescente preocupação com o gerenciamento de recursos hídricos no Brasil, o presente artigo visa avaliar uma perspectiva epistemológica/metodológica compatível para os estudos de geomorfologia voltados para a gestão de recursos hídricos (em especial os estudos de processos fluviais).

Recebido em 31/03/2013

Aprovado para publicação em 15/09/2013

Deste modo é necessário um embasamento que além de sistêmico e complexo abarque questões hidrológicas, sedimentológicas e geomorfológicas. Tendo, também, abertura para a análise dos impactos antropogênicos. Para tanto, o presente artigo visa discutir conceitos relacionados com essas questões, como sistemas complexos, sistemas ambientais, bacia hidrográfica e por fim sistema fluvial.

SISTEMAS

A partir da década de 1950, com a formulação e explicitação da Teoria Geral dos Sistemas por Bertalanffy, que buscava uma linguagem científica que pudesse abranger todos os campos do conhecimento, a ideia de sistema – definida como um complexo de componentes em interação – passa a ser utilizada como alternativa/complemento ao modelo cartesiano (BERTALANFFY, 1975), onde deveria se estudar as questões resultantes das interações entre as partes, não apenas as partes e os processos isoladamente; adotando, assim, um exercício lógico que analisa os detalhes e ao mesmo tempo se preocupa com o todo (CHORLEY; KENNEDY, 1971; MATTOS; PEREZ FILHO, 2004; GUERRA; MARÇAL, 2006; CHRISTOFOLETTI, 2007).

Contudo, a Teoria Geral dos Sistemas seria, também, uma nova visão de mundo, baseada na totalidade, uma visão holística, onde a natureza seria concebida de forma integrada, sendo impossível a compreensão separada da mesma (CHRISTOFOLETTI, 2007; VALE, 2008).

Ao falar do uso da teoria Sistêmica para a compreensão da realidade e de sua complexidade (dos sistemas), Graf (1988) coloca que “A Teoria Geral dos Sistemas é uma base de conhecimento e convenções que formalizam a maneira que nós vemos os sistemas e pode ajudar inserindo a complexidade na análise” (p. 30, tradução do autor).

Para entender a composição de cada sistema é importante observar vários aspectos, tais como: a matéria, corresponde ao material que vai ser mobilizado dentro do sistema; a energia corresponde à força (potencial ou cinética) que faz com que o sistema “funcione” (realize trabalho); e estrutura, corresponde aos elementos e suas relações, o arranjo dos componentes do sistema. Sobre a estrutura é importante ressaltar três características: tamanho, correlação e casualidade. O tamanho vai estar relacionado com a quantidade de variáveis que compõe o sistema; a correlação entre as variáveis demonstra como elas se relacionam em força e direção; e a casualidade mostra a relação de independência e dependência entre as variáveis (CHORLEY; KENNEDY, 1971; CHRISTOFOLETTI, 1979).

Entretanto, as relações são complexas e não lineares, assim, uma mudança na forma pode alterar os processos e mudanças nos processos podem alterar as formas (CHORLEY; KENNEDY, 1971; THORNES; BRUNSDEN, 1977). A mudança pode afetar não apenas os elementos e suas relações, mas também a perspectiva de equilíbrio, onde as mudanças em um dos elementos/relações podem alterar os limiares de equilíbrio (HUGGETT, 2007), ou seja, quando um distúrbio ultrapassa o limiar de mudança ele pode, também, alterar o próprio limiar de mudança para os próximos eventos de distúrbio.

Essa característica dos sistemas é conhecida como mecanismo de retroalimentação, sendo quatro tipos mais comuns: retroalimentação direta, quando há relacionamento direto de ida e vinda entre duas variáveis; retroalimentação em circuito, quando envolve mais de duas variáveis e a retroalimentação é cíclica, voltando ao ponto inicial; retroalimentação negativa é quando uma alteração externa causa alterações no sistema visando extinguir ou estabilizar a mudança inicial (tido como a retroalimentação mais comum); e retroalimentação positiva, quando as relações entre as variáveis reforçam o impulso externo de mudança, não levando a estabilidade do sistema, e sim à sua “destruição” (CHORLEY; KENNEDY, 1971; CHRISTOFOLETTI, 1979; MATTOS; PEREZ FILHO, 2004; DREW, 2005), como é o exemplo clássico da evolução das *badlands* (FAULKNER, 2008).

Deve-se ainda, equacionar a escala/detalhamento e o número de variáveis existentes naquela escala e assim verificar a viabilidade do trabalho, pois sistemas complexos possuem um grande número de subsistemas e elementos/interações (SHEIDEGGER, 1992), cabendo o pesquisador escolher a escala e os elementos/interações passíveis de análise.

Há também de se observar que no caso de sistemas dinâmicos não lineares ou complexos onde existe, por exemplo, retroalimentação ou estocagem de energia e/ou matéria (SCHUMM,

1977; THORNES; BRUNSDEN, 1977; MATTOS; PEREZ FILHO, 2004), outras perspectivas podem ser levadas em consideração como a teoria do caos e a geometria fractal (PHILLIPS, 2003; CHRISTOFOLETTI, 2007).

Deste modo, a abordagem sistêmica complexa apresenta-se como meio de compreensão do mundo natural, assim possibilitando a previsão de mudanças, avaliação dos sistemas ambientais, interferências e limiares do sistema (THORNES; BRUNSDEN, 1977; MATTOS; PEREZ FILHO, 2004; DREW, 2005). Ao ressaltar essa ideia Cunha e Freitas (2004) colocam que “os estudos da complexidade preocupam-se com uma abordagem antirreducionista, buscando uma concepção holística de caráter transdisciplinar aplicável a sistemas caóticos e complexos longe da estabilidade”.

As ideias de inter-relação, sistemas e complexidade nem sempre são explicitadas nas pesquisas ambientais, contudo pela complexidade das relações naturais elas estão presentes, ao menos implicitamente, nos trabalhos com ênfase ambiental/física da natureza (GOMES; ESPINDOLA, 2007), mostrando assim a necessidade de se trabalhar com sistemas complexos ao se lidar com questões da natureza/ambientais.

SISTEMAS AMBIENTAIS E A GEOGRAFIA

A partir dessa perspectiva a geografia física tenta consolidar as noções de totalidade, utilizando as ideias de sistemas dinâmicos, não lineares e de comportamento caótico (CORRÊA, 2006). Na geomorfologia a teoria de Bertalanffy foi explicitamente introduzida por Chorley em 1962 (GRAF, 1988).

Uma das utilizações da Teoria dos Sistemas na geografia física é a ideia de geossistemas, largamente utilizada no Brasil, resgatando a noção de totalidade aos estudos geográficos. Contudo a relação natureza-sociedade nos estudos sobre os geossistemas não foi totalmente resolvida, havendo discordância entre os principais autores (CORRÊA, 2006).

Christofolletti (1999) coloca como objeto da geografia física o estudo dos sistemas ambientais físicos, onde esses representariam a organização espacial resultante da interação dos componentes físicos da natureza, possuindo uma dimensão espacial. O autor coloca, assim, o geossistema como sinônimo de sistema ambiental físico (CHRISTOFOLETTI, 1999).

Outros autores classificam os ambientes naturais, decorrentes das diferentes relações de troca de energia e matéria, como ecossistemas onde a denominação de sistemas ambientais seria mais recente, não diferenciando sistemas ambientais e ecossistemas (ROSS, 2000). Da mesma forma inserem as ações antrópicas como elementos dos sistemas ambientais, não as diferenciando, em nível categórico, dos elementos naturais (ROSS, 2000; TOMASONI, 2004; LEFF, 2006).

Christofolletti, entre outros, contrariam a ideia de que o sistema antrópico está inserido no sistema ambiental físico (geossistema), afirmando que há relações entre os sistemas ambientais/naturais e os sistemas antrópicos (CHRISTOFOLETTI, 1999; CHRISTOFOLETTI, 2007).

Outra dificuldade ao se adotar o conceito de geossistema, é a utilização das metodologias de classificação e análise associada ao conceito de geossistema, normalmente taxionômicas, a qual nem sempre é coerente com os objetivos do trabalho, principalmente em relação aos trabalhos com foco processual. Gerando assim, a necessidade de analisar outras epistemologias/métodos de caráter sistêmico e complexo para lastrear os trabalhos sobre processos fluviais.

A luz dessas ideias, Phillips (2012, p. 151) define o sistema geomórfico como:

Um sistema geomórfico pode ser caracterizado como um conjunto de componentes interconectados, os quais podem ser objetos (formas, massa ou energia estocada em compartimento), processos ou grupo de processos ou regimes (intemperismo, erosão fluvial e deposição aluvial), ou fenômenos ou eventos (cheias, ciclones tropicais e terremotos). Estes componentes são conectados por fluxos de matéria e energia, retroalimentação, sequência/conectividade espacial ou temporal e relações de processo-resposta.

BACIA HIDROGRÁFICA – RECORTE ESPACIAL SISTÊMICO

Assim é necessário escolher um recorte espacial para os estudos ambientais que se enquadre na perspectiva sistêmica, e assim realizar uma análise integrada. A delimitação do sistema é necessária para que se possa analisar a estrutura e comportamento do mesmo (CHRISTOFOLETTI, 1999), deste modo surge a bacia hidrográfica e/ou bacia de drenagem como recorte espacial sistêmico.

A bacia de drenagem pode ser considerada um sistema aberto, que recebe energia da atuação climática e das forças tectônicas e perde energia a partir da saída de água, sedimento e nutrientes da área da bacia (COELHO NETTO, 1998). Alterações nesse sistema, mesmo que de baixa intensidade, levariam à desestabilização do sistema, devido ao grande número de interações e retroalimentações dos sistemas naturais (DREW, 2005).

Mattos e Perez Filho (2004, p. 17) ao defenderem o estudo sistêmico e complexo das bacias hidrográficas falam da impossibilidade da compreensão das bacias a partir de estudos isolado dos elementos:

A bacia hidrográfica não pode ser entendida pelo estudo isolado de cada um dos seus componentes: sua estrutura, funcionamento e organização são decorrentes das inter-relações desses elementos, de modo que o todo resultante não é resultado da soma da estrutura, funcionamento e organização de suas partes. Analisar separadamente os processos que ocorrem nas vertentes e aqueles que acontecem nos canais fluviais não permite compreender como o sistema bacia hidrográfica funciona enquanto unidade organizada complexa.

Santos (2004, p. 47) defende a utilização do paradigma sistêmico nos estudos sobre bacia hidrográfica:

Podemos, de maneira geral, afirmar que o arcabouço teórico dos sistemas e o conceito de organização se adaptam perfeitamente ao estudo de bacias hidrográficas e, faz com que os analistas do ambiente reconheçam o fato de que as partes dessa paisagem não são independentes, que a bacia hidrográfica, dentro de certos limites, constitui-se num todo interconectado, expressa espaço-temporalmente através de padrões, arranjos morfológicos e estruturais complexos.

Guerra e Mendonça (2007, p. 231) defendem, também, se trabalhar bacias hidrográficas a partir do conceito de sistemas:

As bacias hidrográficas podem ser consideradas sistemas abertos, em termos de *inputs* de energia, oriundos da precipitação, e dos *outputs*, relacionados à água e sedimentos oriundos da erosão fluvial e das encostas existentes no âmbito das bacias.

Thornes e Brunsden (1977) novamente colocam as bacias de drenagem como exemplo de sistema ao afirmar que “a bacia de drenagem pode ser reconhecida como um sistema em qual o input é a chuva e o output é a descarga do canal principal e da água subterrânea” (p. 11, tradução do autor).

Graf (1988, p. 295, tradução do autor) chega a um ponto de colocar como evidente a ideia que os rios apresentam-se como sistemas:

O comentário que os rios são sistemas gerais integrados de elementos conectados pelos processos da água e o que acontece para um elemento acaba afetando todos os elementos, parece ser como uma declaração superficial, também sendo evidente.

A partir da premissa de que a bacia hidrográfica é uma unidade sistêmica há a necessidade de explicitar o conceito de bacia hidrográfica que é múltiplo, seguindo a perspectiva e objetivo de

cada estudo. Desse modo irá se abordar alguns conceitos de bacia hidrográfica e bacia de drenagem, onde os autores trabalham com ambas nomenclaturas podendo, ou não, esses conceitos serem sinônimos.

Em um estudo hidrológico a bacia hidrográfica ou de drenagem é a área total de superfície de terreno de captação natural da água precipitada, na qual um aquífero ou um sistema fluvial recolhe sua água (TUCCI, 1993). Nessa definição pode-se observar que há uma diferença entre bacia hidrográfica e sistema fluvial, diferença essa que será explicitada posteriormente.

Outro conceito de ênfase hidrológica de bacia hidrográfica diz que é o conjunto de terras drenadas por um corpo d'água principal e seus afluentes, deste modo é colocada como unidade apropriada para estudos qualitativos e quantitativos dos fluxos/recurso de água, sedimentos e nutrientes (PIRES; SANTOS; DEL PRETTE, 2008).

Coelho Netto (1998) classifica a bacia de drenagem como um sistema hidrogeomorfológico, ao afirmar que “a bacia de drenagem é uma área da superfície terrestre que drena água, sedimentos e materiais dissolvidos para uma saída comum, num determinado ponto de um canal fluvial” (COELHO NETTO, 1998).

Uma ideia mais ampla de bacia hidrográfica, voltado ao planejamento para conservação dos recursos naturais, conta, além dos elementos hidrológicos, com os aspectos da estrutura biofísica, e no estudo dos padrões de uso do solo, suas modificações e as mudanças resultantes deles (PIRES; SANTOS; DEL PRETTE, 2008).

Dentro dessa perspectiva Campos (2006, p. 105) ao condensar os conceitos sobre bacia hidrográfica, introduz a ideia de funcionamento do sistema ao colocar:

Portanto, uma bacia hidrográfica considerada um sistema físico e dinâmico, configura-se como uma unidade funcional básica de planejamento e gerenciamento ambiental, pois nela ocorre a integração das águas com o meio físico, o meio biótico e o meio social.

Apesar da visão mais ampla do planejamento de bacias hidrográficas o foco dos estudos baseado nessas ideias deu ênfase às questões relacionadas ao recurso água, tais como: irrigação, abastecimento, inundação e secas. A partir da evolução dos estudos incorporaram-se aspectos relacionados com o uso múltiplo da água, tentando solucionar os conflitos entre os diversos usuários, tendo a perspectiva de que o uso dos recursos hídricos está relacionado com fatores naturais, econômicos, sociais e políticos; sendo a água o ponto central das relações (PIRES; SANTOS; DEL PRETTE, 2008). Novamente o enfoque deu-se no recurso água, não aprofundando os estudos sobre os outros elementos físicos do sistema, como as questões sedimentológicas.

A partir da implementação do uso de Sistemas de Informações Geográficas – SIG – fortaleceu-se a proposta da análise integrada dos elementos em estudos de gestão de bacia hidrográfica, tendo como foco não apenas os recursos hídricos; como também outros aspectos ecológicos e ambientais, fluxos de energia e riscos ambientais (BECKER, 2008; PIRES; SANTOS; DEL PRETTE, 2008). Embora haja uma ampliação real dos elementos estudados o estudo sedimentológico não é feito usualmente.

Essa perspectiva ecológica tem como ênfase a classificação de áreas homogêneas (zoneamento), baseada nas características físico-sociais da bacia, onde a partir da soma das características haveria a possibilidade de classificar a área (BECKER, 2008). Assim Lorandi e Cançado (2008) defendem essa ideia ao falar sobre o Zoneamento Ambiental:

Consiste na divisão do território estudado tendo como base a classificação ambiental dos parâmetros físicos associados e a consequente análise dos quadros ambientais e futuros, no que diz respeito aos instrumentos de controle das atividades antrópicas e suas respectivas políticas públicas (LORANDI; CANÇADO, 2008, p. 37-38)

Essa visão “empilha” as informações e classifica as áreas homogêneas a partir desse “empilhamento”; contudo, na prática, a noção de estrutura e funcionamento do sistema não é

trabalhada, ou seja, os processos de produção, transporte e deposição de sedimentos não costumam ser analisados. Tal como coloca Sales (2004, p. 131):

Em tal contexto, com frequência, o que é produzido são meros diagnósticos descritivos, simples arrolamento das características físicas do meio, tal qual realizado em trabalhos clássicos de Geografia Física, inclusive de forma compartimentada...

Apesar disso com a utilização de novas epistemes sistêmicas e da complexidade, tais como ecologia da paisagem, surge a preocupação com os processos na bacia hidrográfica, ou seja, a relação entre a estrutura e função do sistema, e, assim, fortalece-se as questões sedimentológicas (PIRES; SANTOS; DEL PRETTE, 2008).

Além das questões da gestão de bacia hidrográfica, e dos elementos para essa gestão que fazem ou não parte da bacia, a bacia hidrográfica deve ser encarada como um recorte espacial, que irá limitar e identificar a área da pesquisa, como Becker (2008) aponta:

A utilização da abordagem de bacia hidrográfica traz intrinsecamente a noção de espaço, ou seja, de que os padrões e processos que ocorrem dentro de uma unidade espacial denominada bacia hidrográfica são fortemente determinados ou associados tanto à posição absoluta de entidades no espaço, quanto à sua posição relativa a outras entidades.

Assim a bacia hidrográfica deve ser tratada como delimitação da área de pesquisa (o recorte espacial da análise), sendo a delimitação do sistema estudado. Sendo definida como parte da superfície terrestre que é ocupada por um sistema de drenagem ou drena água para aquele sistema de drenagem, sendo sinônimo de bacia de drenagem, e compreendendo uma unidade de caráter espacial (SUGUIO, 1998).

Dentro da perspectiva espacial sobre a bacia hidrográfica surge outro ponto a ser discutido, que é a ideia de microbacia hidrográfica que seria utilizada como unidade de ordenamento do território, por ser uma unidade sistêmica e na escala adequada ao planejamento. No entanto, falta consenso dentro da comunidade acadêmica sobre a definição do que vem a ser microbacia hidrográfica e principalmente sobre a sua dimensão, apesar dessa ideia haver se difundido muito fortemente nos estudos das geociências. Contudo, uma microbacia seria uma bacia hidrográfica cuja área tivesse tamanho suficiente para que se pudessem observar as inter-relações existentes entre seus diversos elementos e com o tamanho compatível com os recursos disponíveis, sendo possível realizar projetos de planejamento (BOTELHO; SILVA, 2007). Assim, a ideia de microbacia torna-se vaga dependendo dos recursos disponíveis para a análise, assim dificultando o uso do conceito de forma restrita.

Outro ponto importante a ser considerado nos estudos que utilizam a bacia hidrográfica como recorte é a necessidade da escolha de uma bacia representativa, ou seja, uma bacia que não destoe das características físicas e sociais comuns à região que se pretende estudar; e desse modo, realizar uma análise cujos resultados possam ser aplicados diretamente às iniciativas de planejamento local (BOTELHO; SILVA, 2007).

SISTEMA FLUVIAL

A partir da ideia de bacia hidrográfica como recorte espacial é fundamental encontrar uma episteme sistêmica que suporte a análise integrada dos diferentes elementos em estudos sobre o ambiente fluvial. Tanto na análise dos processos, quanto em relação à estrutura do sistema; levando em consideração os elementos externos a rede de drenagem, quanto os elementos presentes na rede de drenagem, em especial a questão sedimentológica, muitas vezes esquecida na análise e gestão dos recursos hídricos. Christofolletti (1979, p. 38) coloca que “o fluxo e o material sedimentar são os dois componentes fundamentais a estruturação do canal fluvial”, deste modo não se pensar em gestão de recursos hídricos sem analisar as questões sedimentológicas.

Inserido nesta perspectiva está o conceito de sistema fluvial, que é entendido como a zona fonte de sedimentos, a rede de transporte e os sítios de deposição. Esses elementos não são espacialmente excludentes, interagindo entre si, além de apresentar escalas diferenciadas. Para compreender as inter-relações, ou algum dos elementos em separado; é necessário compreender o comportamento dos rios, o aporte de água na zona fonte de sedimento, qual quantidade e tipo de sedimento disponível, como são os controles climáticos e geológicos e o que eles afetam, qual o uso do solo e cobertura vegetal e sua relação com as zonas do sistema fluvial, etc. (SCHUMM, 1977).

Schumm (1977) coloca que ao pensar na zona fonte de sedimentos deve-se focar na evolução erosiva e no modo que essa zona responde a mudanças no sistema. Todas as áreas da bacia podem ser encaradas como zona fonte de sedimento.

Ao analisar a rede de transporte deve-se dar ênfase ao estudo das características dos rios, seu comportamento, e a relação estabilidade/instabilidade e as respostas relacionadas (SCHUMM, 1977). Contudo, é necessário ter em mente que o transporte é realizado em todo o sistema, a ênfase na rede de drenagem dá-se pelo maior volume de transporte a partir da rede de drenagem.

O estudo dos sítios de deposição deve trabalhar tanto com as características dos lugares de deposição, principalmente as relacionadas com a deposição, como também analisar os depósitos resultantes. Os locais mais favoráveis, em volume de sedimento, para os sítios de deposição são os sopés das encostas e as planícies costeiras (SCHUMM, 1977); contudo há sítios de deposição em diversas outras áreas da bacia (inclusive resultada das modificações antrópicas).

Para o estudo do sistema fluvial é necessário levar em consideração quatro conceitos: uniformidade dos processos, limiares de mudança, evolução da paisagem e respostas complexas. A uniformidade dos processos seria a permanência das leis físicas no espaço e no tempo. O limiar de mudança seria o nível de energia necessária para levar a uma alteração no estado do sistema. A evolução da paisagem está relacionada com o estado atual da paisagem e sua alteração no tempo, tempo geológico ou tempo humano. E as respostas complexas estariam relacionadas às respostas e ajustes do sistema às mudanças, às retroalimentações, às inúmeras variáveis envolvidas (SCHUMM, 1977; MATTOS; PEREZ FILHO, 2004).

Os processos geomórficos, regimes de fluxo, vegetações associadas e a disponibilidade de sedimentos (balanço sedimentológico) irão modificar as forças de distribuição de energia e matéria dentro do sistema fluvial, e essa interação irá determinar as características e distribuição dos elementos do sistema (BRIERLEY; FRYIRS, 2005).

Nota-se que essa definição dá forte ênfase aos processos geomorfológicos do sistema, apontando assim a importância desse tema para análises diversas, como conservação dos solos, gestão ambiental, gestão de recursos hídricos, gerenciamento do uso do solo, engenharia ambiental, geomorfologia, geologia, entre outros (SCHUMM, 1977). Destarte torna-se conveniente dar ênfase sobre a importância desse ponto.

Christofolletti (1981, p. 19) ao falar do material detrítico transportado pelo rio, e sua relação com a bacia hidrográfica, coloca:

Há muito tempo reconhece-se que o transporte dos sedimentos é governado pelos fatores hidrológicos, que o transporte dos sedimentos é responsável por fatores hidrológicos que controlam as características e o regime dos cursos de água. Os fatores hidrológicos, cujos mais importantes são a quantidade e a distribuição da precipitação, a estrutura geológica, as condições topográficas e a cobertura vegetal influenciam a formação do material intemperizado na bacia hidrográfica e o carregamento desses materiais até o rio.

Pires, Santos e Del Prette (2008, p. 31) ao citar a possibilidade de um aumento na carga de sedimentos, resultante do uso inadequado dos solos, afirma que:

A retenção de sólidos (assoreamento) nas planícies inundáveis e nos rios associados também proporcionam grande preocupação. As

modificações geomorfológicas da planície de inundação podem influenciar sua produtividade biológica, determinando uma mudança nos padrões de produtividade pesqueira de toda a bacia hidrográfica, além de interferir no transporte fluvial e no padrão de cheias.

Sobre a importância da sedimentação fluvial para o planejamento, e do impacto humano nos sistemas fluviais Chistofolletti (1981, p. 20) afirma que:

Qualquer programa de planejamento regional, urbano ou agrícola, envolve aspectos ligados com a sedimentação fluvial. Muitas atividades humanas podem aumentar ou diminuir a quantidade de água escoada superficialmente, tendo consequências no regime fluvial e na intensidade das cheias.

O estudo das características físicas, entre eles as sedimentológicas, da bacia mostra-se de vital importância para um possível planejamento local da área como sugerem Bigarella, Suguio e Becker (1979, p. 22):

O conhecimento das características fluviais é importante não somente no que concerne aos recursos hídricos, tanto do ponto de vista da hidráulica e do controle de erosão, como também do ponto de vista sedimentológico, geomorfológico e do planejamento regional.

Bigarella, Suguio e Becker (1979) também tratam da importância do impacto da retirada da vegetação natural e sua relação com o balanço de sedimentação dentro do sistema fluvial. “Antes das derrubadas, os rios transportavam pequena carga de sedimentos. Agora esta é elevada, provém da erosão dos solos das extensas áreas de agricultura primitiva e degradativa” (BIGARELLA, SUGUIO; BECKER, 1979, p. 167).

Por fim, é necessário analisar a ideia de relação entre os elementos e sincronização entre as escalas do sistema fluvial (as três diferentes zonas, as relações longitudinais, laterais e verticais, entre outros). Avaliando assim além da presença dos elementos quais as relações que eles têm entre eles e como se dá a relação entre diferentes escalas/subsistemas, por exemplo, pode-se trabalhar o canal fluvial em três escalas distintas: hidrológica, secção lateral e trecho de canal (PHILLIPS, 2012).

CONSIDERAÇÕES FINAIS

De tal modo nota-se a importância dos estudos processuais para o gerenciamento de recursos hídricos, e no presente momento onde a ideia de gerenciamento de recursos hídricos a partir das bacias hidrográficas está cada vez mais presente nas políticas públicas, torna-se imprescindível estudos sistêmicos que analisem os diversos elementos importantes para a disposição dos recursos hídricos nas bacias hidrográficas, dentre eles as questões sedimentológicas.

Para tanto, a utilização do conceito de sistema fluvial supre essas necessidades e apresenta métodos de análise compatível com os estudos de geomorfologia fluvial de ênfase processual.

REFERÊNCIAS

BECKER, F. G. Aplicações de sistemas de informação geográfica em ecologia e manejo de bacias hidrográficas. In: SCHIAVETTI, A.; CAMARGO, A. F. M. **Conceitos de bacias hidrográficas: teorias e aplicações**. Ilhéus: Editus, p. 91-110. 2008

BERTALANFFY, V. L. **Teoria geral dos Sistemas**. Petrópolis: Editora Vozes, 1975.

BIGARELLA, J. J.; SUGUIO, K.; BECKER, R. D. **Ambiente Fluvial: Ambientes de Sedimentação, sua interpretação e importância**. 1ª. ed. Curitiba: Editora da Universidade Federal do Paraná. Associação de Defesa e Educação Ambiental, 1979.

BOTELHO, R. G. M.; SILVA, A. S. Bacia hidrográfica e qualidade ambiental. In: VITTE, A. C.; GUERRA, A. J. T. **Reflexões sobre a Geografia Física Brasileira**. 2ª. ed. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2007. p. 153-192.

- BRIERLEY, G. J.; FRYIRS, K. A. **Geomorphology and River Management**: Applications of the River Styles Framework. Oxford: Blackwell Publications, 2005.
- BRUNSDEN, D.; THORNES, J. B. Landscape Sensitivity and Change. **Transactions of the Institute of British Geographers**, New Series, v. 4, n. 4, p. 463-484, 1979.
- CAMPOS, H. L. Gestão de bacia hidrográfica: pressupostos básicos. In: SÁ, A. J.; CORRÊA, A. C. B. **Regionalização e análise regional**: perspectivas e abordagens contemporâneas. Recife: Editora Universitária, 2006. p. 91-111.
- CHRISTOFOLETTI, A. **Análise de Sistemas em Geografia**. São Paulo: Hucitec, 1979.
- CHRISTOFOLETTI, A. **Geomorfologia Fluvial**. São Paulo: Editora Edgard Blucher, 1981.
- CHRISTOFOLETTI, A. **Modelagem de sistemas ambientais**. São Paulo: Edgar Blüncher, 1999.
- CHRISTOFOLETTI, A. L. H. Sistemas dinâmicos: as abordagens da teoria do caos e da geometria fractal em geografia. In: VITTE, A. C.; GUERRA, A. J. T. **Reflexões sobre a geografia física no Brasil**. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, p. 89-110. 2007.
- COELHO NETTO, A. L. Hidrologia de encosta na interface com a geomorfologia. In: GUERRA, A. J. T.; CUNHA, S. B. **Geomorfologia**: uma atualização de bases e conceitos. 3. ed. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 1998. p. 93-148.
- CORRÊA, A. C. B. O geossistema como modelo para a compreensão de mudanças ambientais pretéritas: uma proposta de geografia física como ciência histórica. In: SÁ, A. J.; CORRÊA, A. C. B. **Regionalização e Análise Regional**: perspectivas e abordagens. Recife: Universitária, 2006. p. 33-45.
- CUNHA, S. B.; FREITAS, M. W. S. Geossistemas e gestão ambiental na bacia hidrográfica do rio São João-RJ. **GEOGRAPHIA**, v. 6, n. 12, p. 87 - 110, 2004.
- DREW, D. **Processos interativos homem-meio ambiente**. 6. ed. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2005.
- FAULKNER, H. Connectivity as a crucial determinant of badland morphology and evolution. **Geomorphology**, v. 100, p. 91-103, 2008.
- GOMES, R. D.; ESPINDOLA, C. R. Interdisciplinaridade sistêmica e estudos geográficos ambientais. **Desenvolvimento e Meio Ambiente**, v. jul/dez, n. 16, p. 95 - 114, 2007.
- GRAF, W. L. **Fluvial Process in Dryland Rivers**. Caldwell: The Blackburn Press, 1988.
- GUERRA, A. J. T.; MARÇAL, M. S. **Geomorfologia ambiental**. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2006.
- GUERRA, A. J. T.; MENDONÇA, J. K. S. Erosão dos solos e a questão ambiental. In: VITTE, A. C.; GUERRA, A. J. T. **Reflexões sobre a geografia física no Brasil**. 2. ed. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2007. p. 225-256.
- HUGGETT, R. A history of the systems approach in geomorphology. **Géomorphologie: relief, process, environmentant**, n. 2, p. 145-158, 2007.
- LEFF, E. **Racionalidade ambiental**: a reapropriação social da natureza. Rio de Janeiro: Civilização brasileira, 2006.
- LORANDI, R.; CANÇADO, C. J. Parâmetros físicos para gerenciamento de bacias hidrográficas. In: SCHIAVETTI, A.; CAMARGO, A. F. M. **Conceitos de bacias hidrográficas**: teorias e aplicações. Ilhéus: Editus, 2008. p. 37-65.
- MATTOS, S. H. V. L.; PEREZ FILHO, A. Complexidade e estabilidade em sistemas geomorfológicos: uma introdução ao tema. **Revista Brasileira de Geomorfologia**, v. 5 n.1, p. 11-18, 2004.
- MORIN, E. **O Método I: A Natureza da Natureza**. 3. ed. Lisboa: Publicações Europa-América, 1997.
- OLIVEIRA, L.; MACHADO, L. M. C. P. Percepção, cognição, dimensão ambiental e desenvolvimento com sustentabilidade. In: VITTE, A. C.; GUERRA, A. J. T. **Reflexões sobre a geografia física no Brasil**. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2007. p. 129-152.

- PHILLIPS, J. D. Sources of nonlinearity and complexity in geomorphic systems. **Progress in Physical Geography**, n. 27,1, p. 1-23, 2003.
- PHILLIPS, J. D. Sychonization and scale in geomorphic systems. **Geomorphology**, n. 137, p. 150-158, 2012.
- PIRES, J. S. R.; SANTOS, J. E.; DEL PRETTE, M. E. A utilização do conceito de Bacia Hidrográfica para a conservação dos recursos naturais. In: SCHIAVETTI, A.; CAMARGO, A. F. M. **Conceitos de bacias hidrográficas: teorias e aplicações**. Ilhéus: Editus, 2008. p. 17-35.
- ROSS, J. L. S. Geomorfologia aplicada aos EIAs-RIMAs. In: GUERRA, A. J. T.; CUNHA, S. B. **Geomorfologia e meio ambiente**. 3. ed. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2000. p. 291-336.
- SALES, V. C. Geografia, Sistemas e análise ambiental: abordagem crítica. **GEOUSP**, n. 16, p. 125 - 145, 2004.
- SANTOS, J. M. Na esteira da abordagem sistêmica. In: SANTOS, J. M.; FARIA, M. **Reflexões e construções geográficas contemporâneas**. Salvador: Grasb, 2004. p. 35-57.
- SCHUMM, S. A. **The fluvial system**. Caldwell: The Blackburn Press, 1977.
- SHEIDEGGER, A. E. Limitations of the system approach in geomorphology. **Geomorphology**, n. 5, p. 213-217, 1992.
- SUGUIO, K. **Dicionário de geologia sedimentar e áreas afins**. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 1998.
- THORNES, J. B.; BRUNSDEN, D. **Geomorphology & Time**. London: Methuen & Co, 1977.
- TOMASONI, M. A. Considerações sobre a abordagem da natureza na geografia. In: SANTOS, J. M.; FARIAS, M. **Reflexões e construções geográficas contemporâneas**. Salvador: Grasb, 2004. p. 11-34.
- TUCCI, C. E. M. **Hidrologia: ciência e aplicação**. Porto Alegre: Editora da Universidade: BRH: EDUSP, 1993.
- VALE, C. C. Por uma metodologia para o estudo das áreas de manguezais: uma visão sistêmica. In: NUNES, J. O. R.; ROCHA, P. C. **Geomorfologia: aplicações e metodologias**. São Paulo: Expressão popular, 2008. p. 117-131.