

9. GEOMORFOLOGIA FLUVIAL E GESTÃO DOS RIOS NO BRASIL

Mônica dos Santos Marçal¹, Adão Osdayan Cândido de Castro² & Raphael Nunes de Souza Lima³

¹Departamento de Geografia da Universidade Federal do Rio de Janeiro (UFRJ); monicamarcal@gmail.com

²Doutorando do Programa de Pós-Graduação em Geografia da Universidade Federal do Rio de Janeiro (PPGG/UFRJ); adaocastro@id.uff.br

³Doutor em Geografia pelo Programa de Pós-Graduação em Geografia da Universidade Federal do Rio de Janeiro (PPGG/UFRJ); raphaelgeo85@gmail.com

Resumo: O capítulo discute a inserção da geomorfologia fluvial no contexto da gestão dos rios brasileiros e a importância desse campo da ciência geomorfológica como base para a análise da estrutura física de um rio, juntamente com a hidrologia e a ecologia. Para isso é realizado um resgate das mudanças nas relações entre a sociedade e os rios desde o início da colonização até os dias atuais. A partir daí, são identificados períodos que marcaram mudanças significativas de comportamento (ou de paradigmas) nas formas de interação entre rio e sociedade, discutindo, com base em uma revisão da literatura, o papel da geomorfologia fluvial como parte integrante das ciências do rio. São discutidos ainda, os modelos de gestão vigentes, construídos a partir das relações socioculturais, tendo a lei das águas como o principal marco legal na gestão dos rios no Brasil. Passados pouco mais de vinte e três anos torna-se relevante adequar o conceito de rio e compreender que a gestão das águas não pode ser confundida com a gestão de rios. Isso tem implicações teóricas e metodológicas na implementação dos instrumentos de gestão, uma vez que os rios fazem parte de um sistema físico da paisagem com história evolutiva onde a geomorfologia fluvial é parte integrante de sua compreensão. Ao longo dos séculos, a busca por melhores práticas de uso da água e/ou da sua proteção reflete o distanciamento e a desconexão com a sociedade. Isso fez com que prevalecesse no processo de gestão a ideia de rio como mero condutor de águas sem considerar as complexidades e os valores biofísicos sociais e econômicos associados à sua história. Só virão avanços na gestão hídrica se houver esforços pela construção de uma nova relação entre sociedade e o rio, superando os problemas herdados por paradigmas do passado.

Palavras-Chave: Processos fluviais, heranças, processos biofísicos, processos sociais, processos econômicos.

Abstract: The chapter discusses the insertion of fluvial geomorphology in the management context of Brazilian rivers and its importance as a basis for analysis of the physical structure of a

river, along with hydrology and ecology. Changes in the relationship between society and rivers are assessed from the beginning of colonization up to the present day, pointing to the periods that marked relevant paradigm changes. Based on a literature review, the current management models built from sociocultural relations are discussed with the fluvial geomorphology role as an integrant part of the river sciences. The “Water Law” is the main legal framework for river management in Brazil. After twenty-three years, it has become relevant enough to adjust the concept of river and realize that water management cannot be misunderstood as river management. These concepts have theoretical and methodological implications in the implementation of management instruments since rivers are part of a physical landscape system with an evolutionary history, where fluvial geomorphology is an integrant part for its understanding. Over the centuries, the search for better practices in water use and/or protection reflects the distance and disconnection between rivers and society. The idea of rivers as mere water conductors still prevails in management processes, which still disregard the complexities of biophysical, social, and economic values associated with the history of rivers. Advances in water management will only be effective if efforts are made in order to build a new relationship between rivers and society, overcoming inherited problems from past paradigms.

Keywords: River processes, inheritances, biophysical processes, social processes, economic processes.

Tema: Geomorfologia Fluvial

1. INTRODUÇÃO

Em seus milhares de anos de existência, os rios brasileiros passaram por condições climáticas diversas, ajustando-se e modelando os relevos. Esse processo foi acompanhado por diversos povos originários que se instalavam próximo dos rios e usavam suas águas para navegação. Seus conhecimentos ancestrais sobre os rios foram utilizados e transformados pelos europeus durante a usurpação de suas terras, que impôs uma visão distanciada da natureza, com rios subordinados aos ímpetus da expansão colonial. As práticas da sociedade atual revelam um pragmatismo aparentemente espontâneo que vai ficando cada vez mais dependente, metamorfoseando-se em novos significados (OLIVEIRA, 2002; LE GRANGE, 2015).

Na natureza construída, a água como recurso evidencia a relação de dualismo entre o que é externo e o que é o todo, estabelecendo uma relação paradoxal e necessária. E é nessa relação com a natureza que a sociedade constrói as ciências naturais. Ao mesmo tempo, a Modernidade traz a especialização e a explosão de disciplinas para o entendimento da Natureza, consolidando tal dualismo: a Natureza como o outro da sociedade (o mundo biofísico diferente do mundo social).

Como consequência, o conhecimento acumulado sobre hidráulica, hidrologia e processos fluviais é extenso, mas o dualismo que o embasa mostra limitações. A busca das formas ou das melhores práticas de relação que a sociedade desenvolve com os rios

e suas águas, ou mesmo em relação à sua proteção, reflete o abismo que ainda existe, tanto em saber analisá-lo, como também, na maneira como gerenciá-lo.

A gestão dos rios demanda, portanto, uma perspectiva multidisciplinar. Dialogar com tamanho acúmulo de conhecimentos científicos já representa, em si, um grande desafio, pois requer mudanças de comportamento e de paradigma. Tais mudanças são também um convite à reflexão sobre o papel da sociedade, da academia e do poder público (gestores) nas questões hídricas brasileiras, e como esses atores se furtam a discutir e expor a real problemática da água no Brasil. A geomorfologia fluvial, em sua proximidade com a Geografia, poderia subsidiar tais discussões? Faltam pontes entre essa disciplina e a gestão das águas no Brasil?

Para avaliar a inserção da geomorfologia fluvial no contexto da gestão dos rios brasileiros e a importância desse campo da ciência geomorfológica como base não apenas para a análise da estrutura física de um rio, mas também de uma leitura integrada à hidrologia e ecologia, é necessário resgatar as mudanças nas relações entre a sociedade e os rios desde o início da colonização até os dias atuais. A partir daí, são identificados períodos que marcaram mudanças significativas de comportamento (ou de paradigmas) nas formas de interação entre rio e sociedade, discutindo, com base em uma revisão da literatura, o papel da geomorfologia fluvial como parte integrante das ciências do rio. Por fim, são discutidos os modelos de gestão vigentes, construídos a partir das relações socioculturais.

2. AS MUDANÇAS NAS RELAÇÕES ENTRE OS RIOS E A SOCIEDADE

Desde as últimas décadas do século XX, as discussões em torno da crise ambiental e sua relação com os corpos d'água, tanto em áreas urbanas como rurais, sugerem soluções provenientes de novas formas de relacionamento entre rios e sociedade. Ainda que a pauta principal venha da preocupação em solucionar o *deficit* hídrico e garantir a perenidade dos mananciais, há que se considerar o enraizamento de heranças históricas de comportamento. No entanto, não há dúvidas de que seja um bom momento para refletirmos sobre o tipo de rio e de gestão que queremos.

A dinâmica de um rio compreende a ação de vários processos biofísicos e fatores socioculturais convergentes, funcionando em múltiplas escalas espaciais e temporais. Os processos biofísicos surgem, fundamentalmente, das interações entre elementos da estrutura física do rio: da relação água/sedimento, trabalhada pela geomorfologia fluvial; da distribuição e circulação da água, definidas pela hidrologia; e das relações funcionais e de produtividade das comunidades, determinadas pela ecologia. Para a compreensão dos processos biofísicos, devem ser consideradas ainda as mudanças climáticas e os efeitos do período Holoceno Tardio/Antropoceno. Os fatores sociais, por outro lado, estão relacionados às heranças e às respostas às alterações da sociedade, dentro de um contexto desigual de poder (Figura 1).



Figura 1. Representação das heranças adquiridas pelo rio resultantes dos processos biofísicos, sociais e econômicos em sua trajetória de evolução.

Nesse sentido, a história ambiental dos rios pode nos revelar as desigualdades políticas e socioeconômicas no acesso à água, assim como espelhar as mudanças nas relações que a sociedade desenvolve com os rios ao longo do tempo, as quais são moldadas a partir das necessidades socioculturais relacionadas aos rios. Os povos originários e indígenas determinam suas próprias relações com a água; adaptam-se e vivem em lugares sensíveis, e cultuam valores de respeito à natureza, perpetuados até os dias atuais. Com o passar do tempo e com as novas sociedades que foram sendo construídas, essas relações mudaram e ganharam novos contornos de desigualdades socioeconômicas, acentuando a invisibilidade dos rios no cotidiano das sociedades. Isso faz com que a separação entre os dois aspectos do planejamento ambiental, o biofísico e o social, mencionados por Houston *et. al.* (2017), esteja cada vez mais enraizada na atual gestão dos recursos hídricos no Brasil. Portanto, abordar a trajetória dos rios brasileiros é importante para dar visibilidade à forma como compreendemos e lidamos com os rios, fundamentando as reflexões sobre o tipo de planejamento hídrico que adotaremos.

Na tentativa de periodizar as maneiras pelas quais as relações entre rio e sociedade se estabeleceram no Brasil, distinguem-se aqui quatro períodos que, de certa forma, seguiram um determinado padrão de comportamento, que vão desde os povos originários até os dias atuais (Tabela 1). Certamente, muitos dos critérios que definem os períodos não se restringem às datas aqui estabelecidas, mas, de uma maneira geral, ali predominaram e se diferenciaram em função do contexto histórico e dos paradigmas da sociedade perante a natureza e, por consequência, perante os rios. É evidente que o modo com que a sociedade se relaciona com os rios no presente é consequência de heranças que se revelam tanto nas formas de compreender como de gerenciar os rios.

Tabela 1. Paradigmas que nortearam as relações entre rios e sociedade no Brasil e o papel da geomorfologia nos diferentes momentos como ciência do rio.

PARADIGMAS/ PERÍODOS	CONTEXTO HISTÓRICO	FORMA DE RELAÇÃO	CIÊNCIAS DO RIO
ASSOCIAÇÃO (Povos originários, indígenas até o início do século XVI)	<ul style="list-style-type: none"> - Economia baseada na subsistência, destinada ao próprio consumo. - Os rios eram utilizados como meio de transporte. - A água também tinha papel importante na mitologia indígena, sendo muitas vezes considerada como um ser vivo. 	<ul style="list-style-type: none"> - Os rios eram visíveis e cultuados como parte da sociedade. - Moldadas pela associação, pelo respeito e reciprocidade. - A natureza se relacionava com a sociedade, e as atividades humanas correspondiam a mais um processo na dinâmica da paisagem. 	
APROPRIAÇÃO (Do século XVI até a década de 1930)	<ul style="list-style-type: none"> - Mineração de ouro e diamante. - Ciclos econômicos importantes: Pau Brasil (século XVI); Cana de Açúcar (século XVII); Pecuária Extensiva (XVII); Ouro e Diamante (séculos XVII e XVIII); Algodão (século XVIII); Café (século XIX), Borracha (século XIX), Pecuária (décadas de 1900-1930) - Os rios têm importância crescente no desenvolvimento das áreas urbanas. - Modernização nas indústrias. - Crise do preço da borracha e do café na década de 1930. - Início do êxodo rural. 	<ul style="list-style-type: none"> - Crescente apropriação sobre as águas. - Conflitos devido à demanda de água pela sociedade. - Necessidade de domesticação e correção dos rios. - Os rios passaram a ser invisíveis para a sociedade. 	<ul style="list-style-type: none"> - Contribuições de naturalistas durante os séculos XVII e XVIII. - Estabelecimento de teorias pioneiras sobre a evolução da superfície terrestre. - A engenharia aplicada aos rios ganha relevância e torna-se instrumento essencial. - Contexto das mudanças evolutivas do nível de base e das taxas de produção de água e sedimentos.
TECNIFICAÇÃO (Décadas de 1930 a 1980)	<ul style="list-style-type: none"> - Maior demanda por energia, abastecimento; e expansão das áreas urbanas e rurais. - A forma de uso da água destinada aos poderes competentes do setor elétrico. - Início da transição da base agrária para um setor urbano-industrial no país. - Construções de barragens, represas, açudes e retificação de canais fluviais. - Regulamentação vigente voltada à geração de energia elétrica através da modificação da drenagem: Decreto 24.643 de 10 de julho de 1934, conhecido como Código de Águas. - Água sem valor agregado e econômico. 	<ul style="list-style-type: none"> - A sociedade, cada vez mais urbana, se distancia ainda mais do significado dos rios, aprofundando a desconexão já existente com as águas e as tornando invisíveis. - Visão de controle e dominação, para tornar os rios eficientes na produção agrícola e industrial. - Necessidade de domesticar e corrigir os rios. 	<ul style="list-style-type: none"> - Aumento de disciplinas quantitativas e experimentais. - Aprofundamento no estudo da mecânica dos fluidos e das pesquisas de engenharia. - O conceito de sistema se fortaleceu enquanto modelo teórico. - Conceitos de <i>continuum</i> fluvial e conectividade foram adaptados para o estudo dos rios.
PREOCUPAÇÃO (Décadas de 1990 até os dias atuais)	<ul style="list-style-type: none"> - Buscas e soluções para as questões ambientais devido às crises hídricas e às mudanças climáticas globais. - Medidas corretivas e paliativas sobre os rios, uma vez que a crise da água não era e não é exposta. - Constituição de 1988. - Lei das Águas N°9433/97. - Debate eloquente sobre desenvolvimento sustentável. - Água com valor agregado e econômico. 	<ul style="list-style-type: none"> - Desconexão da sociedade com os rios. - Visão utilitarista sobre a água. - Preocupação com a água enquanto recurso. 	<ul style="list-style-type: none"> - Desenvolvem-se metodologias de análise sobre o comportamento dos rios e a avaliação de impactos. - Desafio recai em conduzir boa prática do conhecimento geomorfológico no planejamento e na recuperação de ambientes degradados. - Avanços tecnológicos conferem capacidade analítica cada vez mais precisa das taxas que operam os rios.

No curso do desenvolvimento econômico, tecnológico e científico dos períodos denominados de apropriação (séculos XVI a XXI) e da tecnificação (décadas de 1930 a

1980), ganhou protagonismo a ideia de que a natureza poderia ser conquistada e seus recursos utilizados e explorados em benefício da humanidade. As ciências aplicadas aos rios, sobretudo através da engenharia, ganharam relevância em todo o mundo, tornando-se instrumentos essenciais e precursores necessários ao modelo de desenvolvimento econômico vigente. As tecnologias derivadas da mecânica dos fluidos foram então amplamente aplicadas às experiências práticas em sistemas hidráulicos de barragens, canais de irrigação, drenagem e transporte (POFF *et.al.*, 2003; GREGORY, 2006; BRIERLEY; FRYIRS, 2009).

Nesse contexto, é necessário discutir o papel da geomorfologia fluvial como parte integrante das ciências do rio em diferentes momentos da história e dos paradigmas de relação das sociedades com os rios no Brasil, colocando em perspectiva a contribuição que ela tem dado à gestão de rios. Apesar de alguns países já acumularem experiências de aplicação da geomorfologia fluvial como parte integrante das políticas públicas, incluindo etapas do planejamento, dos projetos de engenharia, de implementação e avaliação dos estágios pós-projetos, no Brasil ela ainda ocupa um papel mais reativo e de mitigação, ao invés de proativo e propositivo. Com base em uma revisão da literatura que trata dos conhecimentos adquiridos pela geomorfologia fluvial na construção dos conhecimentos sobre os rios, foi possível identificar diferentes e importantes momentos de sua trajetória.

2.1. Primeiro período: associação para com os rios

O primeiro período é anterior ao século XVI, quando os povos originários e indígenas viviam sem a invasão europeia no que veio a ser o território brasileiro. Estimase que cerca de 3,5 milhões de índios habitavam estas terras, divididos em quatro grupos linguísticos conhecidos: Tupi, Jê, Aruaque e Caraíba (ANA, 2007).

Existem registros de ocupação humana na atual costa brasileira que remontam a mais de 10 mil anos. Destacam-se artefatos das culturas marajoara, tapajônica e dos povos dos sambaquis, que mostram a sua dependência em relação aos rios, seja para a produção das cerâmicas dos primeiros, ou como fonte de alimentação para os últimos. Há indícios inclusive de que a expansão dos povos de línguas do tronco Tupi-Guarani da Amazônia para o Sul do Brasil foi favorecida por rios mais caudalosos, graças às mudanças climáticas no Holoceno (IRIARTE et al., 2017). Há que se considerar, por sua longa estadia nestas terras, o domínio de técnicas sustentáveis de convívio com os rios por parte dos diversos povos originários que habitavam a costa brasileira no século XVI, seja para o transporte, para alimentação ou em sua relação com o sagrado.

A água também tinha um papel importante na mitologia indígena, sendo muitas vezes considerada como um ser vivo (ROSA; GUARDA, 2019). Para alguns grupos indígenas, os seres da água podiam levar à desarmonia ou à harmonia. Muitos realizavam rituais de pesca sendo necessário sua autorização. Os Metutire (grupo Caiapó-MT/PA), por exemplo, acreditavam que a água estimulava o amadurecimento e o crescimento físico (ANA, 2007).

Em outros grupos, também foram observados mitos atribuídos à água, como os dos Aúwe Xavante (MT), que consideravam a água dos rios como viva e a da água dos lagos como parada ou morta (ANA, 2007). Enquanto os espíritos das águas vivas (Otedewa) eram vistos como generosos, pois para eles elas curavam determinadas doenças, controlavam animais e orientavam adolescentes quanto à presença de perigos nos rios, os espíritos das águas mortas (Uutedewa), que viviam no fundo dos lagos, eram considerados perigosos, sendo necessária a autorização para realizar a pesca por meio de rituais (ANA, 2007).

A separação entre sociedade e natureza no mundo ocidental marca a intensificação das atividades humanas como um processo na dinâmica de estruturação da paisagem. Poderíamos atribuir aos rios a função de servir e, ao mesmo tempo, embelezar por meio da arte e do trabalho. Os rios, que eram visíveis e cultuados como parte da sociedade, deixam de ter esse papel, pois as relações de associação vão perdendo espaço até o momento de ruptura, no final da Idade Média, com o renascimento urbano e comercial e com novas práticas agrícolas, quando a sociedade tenta controlar a natureza. Mais do que uma simples mudança na posição das palavras, isso significa uma alteração nas relações de poder entre a sociedade e os rios.

2.2. Segundo período: apropriação dos rios

A colonização portuguesa impôs novos contornos à materialidade dos rios. As trocas entre colonizadores e indígenas despertaram interesses não apenas no mercado da madeira do pau-brasil, mas também nos conhecimentos indígenas sobre o território, sobretudo no manuseio dos rios e igarapés, condição para a busca pelo ouro. Nos dois séculos seguintes, a expansão das plantações de produtos tropicais voltados para o mercado europeu – como a cana-de-açúcar, que teve seu auge no final do século XVI e meados do século XVII, e a pecuária extensiva, que absorve grande parte das áreas desmatadas, sobretudo na região nordeste – levou à degradação dos rios. Ainda nesse período, a exploração do ouro nos rios da região das Minas Gerais começou a intensificar-se e, de forma secundária, de diamante. Freyre (1951) destaca que, apesar da grande degradação que o garimpo causou nas águas com a mineração, houve uma valorização econômica dos rios, pois eles indicavam o caminho das minas de ouro. A água, conforme Rosa e Guarda (2019), tornou-se motivo de cobiça e obteve um grande valor econômico, de modo que a Coroa passou a ter garantias do monopólio da produção aurífera através do controle da água.

Gonçalves e Ramos (2008) apontam que, anteriormente ao século XVI, o algodão já era utilizado por indígenas do Norte e do Nordeste do Brasil, seja como adorno ou como forma de proteção, colocando o algodão nas pontas das flechas para atear fogo nos inimigos. Entre o final do século XVI e o início do século XVII, esse produto viu o máximo da sua expansão em monoculturas na Região Nordeste para suprir o crescente mercado têxtil europeu, trazendo fortes problemas em relação às águas. Havia muitas disputas entre as pessoas para abastecimento em cacimbas e bicas públicas, sendo que

apenas uma parcela pequena da população possuía formas particulares de acesso à água (ROSA; GUARDA, 2019).

Ainda que por interesses econômicos, que se vinculavam à produção agrícola promissora e à mineração, algumas medidas conservacionistas foram estabelecidas. Ações para proteger matas ciliares e nascentes foram tomadas, com o objetivo de resguardar o desenvolvimento das minas de ouro, por exemplo (ROSA; GUARDA, 2019).

À medida que as atividades econômicas se intensificaram, as áreas urbanas sentiam a pressão do aumento populacional. Além da ocupação de suas margens e planícies, os rios que cortavam as cidades passaram a receber elevadas cargas comerciais, manufatureiras e de rejeitos sanitários, além da poluição urbana e sedimentos. A partir do século XVII, tais impactos nas águas de abastecimento público causavam preocupação, e as desigualdades sociais já mostravam as diferentes formas de uso do espaço urbano e de acesso à água (REYNOSO *et al.*, 2010).

Após a independência em 1822, aos poucos, as atividades mineradoras e açucareiras foram perdendo importância. Ainda assim, até o final do século XIX a economia brasileira manteve-se basicamente agrícola (ROSA; GUARDA, 2019) e as produções de borracha e de café despontaram como as principais atividades exportadoras no início do século XX. Nesse período, o Brasil já assistia a um processo de urbanização e modernização nas indústrias, muitas delas saindo da produção artesanal para a produção com máquinas movidas a vapor. Com isso, cresce a demanda de água e surge a necessidade de obras de engenharia, com a ideia de domesticar ou “corrigir” os rios (GÓES, 1934). O interesse financeiro nas cidades por parte de grandes empresários brasileiros e estrangeiros fomentou o comércio e a urbanização; conseqüentemente, os rios passaram a ter importância crescente no desenvolvimento das áreas urbanas.

Até 1930, os morros e morrotes do médio vale do rio Paraíba do Sul, na Região Sudeste, possuíam vastos cafezais, concentrando grande parte da produção brasileira de café. O uso intensivo das terras, associado às fragilidades locais, desencadeou vários problemas ambientais (agravados pelo desmatamento das encostas e modificações nos rios), demandando uma política de saneamento e de gestão dos recursos hídricos na região. A partir daí, ocorreu a transição da cultura cafeeira, que continuou presente na paisagem, perdendo importância aos poucos, para as pastagens, que aos poucos se transformaram no uso da terra dominante (BRASIL *et al.*, 2018).

A tomada das terras pelos portugueses, portanto, está ligada à tentativa de controle da natureza pela sociedade, paradigma consolidado pela colonização implantada no Brasil. Nesse contexto, os rios desempenham papel estratégico, possibilitando tanto a urbanização como o desenvolvimento das atividades agrícolas que marcaram o período entre os séculos XVI ao XIX. Para tanto, a relação de associação com os rios se transformou, de forma gradual, em apropriação de suas águas, intensificada à medida que os interesses econômicos e sociais pautados em uma economia capitalista se estabeleciam como modelo de desenvolvimento para o país.

Durante as três últimas décadas do século XIX, na época da Revolução Industrial na Europa e da Conquista do Oeste Americano, a Geomorfologia Fluvial, como subdisciplina da Geomorfologia, começou a estruturar-se, herdando as contribuições de naturalistas por um caminho integrado entre a ciência geomorfológica, a hidrologia, a geologia e a ecologia (MARÇAL; LIMA, 2016; WOHL, 2014).

Motivadas pela necessidade de pesquisas voltadas para descobertas de combustíveis fósseis para alimentar as indústrias em expansão, destacam-se duas linhas de pensamento, culminando em trabalhos que se dedicaram a estabelecer as teorias pioneiras sobre a evolução da superfície terrestre. Na escola anglo-americana, cabe destaque para John Wesley Powell, em 1875, com formulações sobre nível de base e perfil de equilíbrio; Grove Karl Gilbert, que apresenta em sua obra “*Report on the geology of the Henry Mountains*”, de 1877, a noção de equilíbrio em sistemas naturais; e William Morris Davis, em 1899, com a teoria do ciclo de erosão. Já na perspectiva europeia, de raízes germânicas, com posteriores contribuições russas e polonesas, cabe destacar expoentes como Ferdinand von Richthofen e Walter Penck, em 1886 e 1894 respectivamente, com contribuições sobre processos e geometria das encostas (SILVA, 2008; MCDOWELL, 2013).

Os primeiros avanços da Geomorfologia Fluvial sobre a relação processo-forma dos canais fluviais se deram nesse período, tendo como base a análise da estratigrafia de depósitos fluviais, interpretando-os no contexto das mudanças evolutivas do nível de base e das taxas de produção de água e sedimentos. Um período em que a disciplina se desenvolveu com grande interação com a geologia e a hidrologia.

Entre o final do século XIX e a primeira metade do século XX, a engenharia aplicada aos rios ganha relevância e torna-se instrumento essencial, além de um precursor do modelo de desenvolvimento econômico preponderante, oferecendo as condições para a tecnificação dos rios. Tais tecnologias derivam da integração da ciência da mecânica dos fluidos com a experiência acumulada com sistemas hidráulicos de canais de irrigação e drenagem, utilizando as descobertas científicas no desenvolvimento de métodos para controlar, desviar, canalizar ou barrar rios, a fim de utilizar planícies de inundação, impedir inundações, irrigar campos, gerar energia ou melhorar a navegação (WOHL, 2014).

2.3. Terceiro período: tecnificação dos rios

Até o início do século XX, as atividades desenvolvidas sobre os rios eram reguladas a partir de normas jurídicas com o intuito de assegurar a preservação de recursos que tinham valor econômico cada vez maior no mercado interno e internacional. Ou seja, não havia preocupação com o ambiente (PÁDUA; CHAMBOULEYRON, 2019; ROSA; GUARDA, 2019), e a relação de apropriação dos rios pela sociedade, que se intensificou, sobretudo, no século XIX, passou a significar dependência e disputa de acesso pelas águas, em função da expansão urbana e do crescimento da demanda de energia para suprir

os setores agrícola e industrial. A apropriação dos rios se tecnifica com o uso da ciência na sua dominação, visando a torná-los eficientes.

A busca por princípios universais nas ciências ganhava novo fôlego, assim como as proposições de sistemas físicos determinísticos, com propriedades lineares ou pelo menos consistentes em suas relações causais. Desse modo, a Geomorfologia se aprofundava no estudo da mecânica dos fluidos e das pesquisas de engenharia para fornecer explicações e um significado mais profundo (preditivo) para suas observações qualitativas de estudos de caso envolvendo os rios. O novo século se configura como o início da transição da base agrária da economia para o setor urbano-industrial no país, com a urbanização da sociedade e do território (SANTOS, 1993).

Era sentida a necessidade de regular o uso da água para garantir prioridades ao setor elétrico, fundamental para o modelo de desenvolvimento agroindustrial do país. Dessa forma, a partir dos anos de 1930 até meados da década de 1980, as relações de controle e dominação sobre os rios se intensificaram, com grandes obras hidráulicas e modificações nos canais fluviais, que redesenharam a paisagem fluvial em várias regiões brasileiras. Essa noção de controle tem base em princípios teóricos que buscam prever uma condição de equilíbrio para a forma do canal fluvial a partir de equações de base hidráulica, que descrevem formas estáveis em canais (largura, profundidade, sinuosidade e inclinação) ou expressas por funções das variáveis controladoras (vazão, carga sedimentar e rugosidade do leito). Embora essas abordagens, baseadas no equilíbrio e na estabilidade, forneçam um guia inicial para prever respostas de curto prazo de trechos fluviais a eventos específicos de fluxo, esses procedimentos não deveriam ser extrapolados para avaliações de tendências de longo prazo, pois as suposições de uniformidade e estado estável raramente ocorrem (BRIERLEY et al., 2013; MATTOS; PEREZ FILHO, 2004).

A grande motivação para as mudanças impostas sobre os rios desde o final do século XIX era o desenvolvimento do setor de energia elétrica, que adentra o século XX pautando a forma de uso da água e priorizando os poderes competentes desse setor. No entanto, mudanças importantes também aconteceram motivadas pelo saneamento, pela irrigação e pelo controle de inundações.

Nesse período, registram-se no Brasil amplas discussões e a efetiva implementação de projetos de retificação de rios, sobretudo nas capitais e centros urbanos em expansão. Em uma época em que as cidades sofriam com epidemias tropicais, como malária e febre amarela, decorrentes da precariedade das habitações e da falta de saneamento, o discurso higienista representava o “panágio do progresso e vitalidade de um povo” (SANT’ANNA, 2004, p. 198), e legitimava o desejo de transformação dos terrenos alagadiços onde proliferavam os mosquitos vetores de transmissão.

Na recém proclamada República, o Rio de Janeiro, então capital federal, teve nas reformas do prefeito Pereira Passos, de 1903 a 1906, um marco desse movimento de reconfiguração urbana e de inspiração europeia. Em São Paulo, o rio Tamanduateí foi o primeiro dos grandes rios da capital paulista a ser canalizado, sendo o projeto concebido

em 1894 e concluído em 1916. Além da premissa higienista, a retificação dos rios combinava com a implantação de infraestruturas de transporte, como ferrovias, em um movimento de atração de indústrias para as zonas urbanas e de especulação imobiliária (GOUVEIA, 2016).

Os conhecimentos acumulados sobre os rios foram amplamente implementados no Brasil, a partir dos anos 1920, com diversos outros projetos de canalização e retificação, inaugurando o período aqui denominado de tecnificação dos rios. No estado do Rio de Janeiro, foi instituída na década de 1930 a Diretoria de Saneamento da Baixada Fluminense (DSBF), com o objetivo de coordenar obras locais nos rios, que visavam a combater a malária. A relação entre engenheiros e sanitaristas nessa frente precede a criação desse órgão, porém apenas no governo de Getúlio Vargas a ação desses técnicos recebe um *status* administrativo diferenciado. Basicamente, as comissões de saneamento tinham a incumbência de melhorar as áreas a serem saneadas em proveito do desenvolvimento das atividades econômicas e da sua infraestrutura associada.

O Estado brasileiro deu início, com isso, a um período de forte atuação na dominação sobre os rios e de subordinação das águas. Tiveram papel relevante nesse processo de transformação fluvial, com construções de barragens, represas, açudes e retificação de canais, o Departamento Nacional de Obras Contra Seca (DNOCS), a Companhia de Desenvolvimento do Vale do São Francisco e do Parnaíba (CODEVASF), o Departamento Nacional de Obras e Saneamento (DNOS), extinto nos anos de 1990, entre outros.

Dentre as atribuições do DNOS previstas no Art. 2º da Lei nº 4.089, de 13 de julho de 1962, cabe destacar as de planejar, estudar, projetar e executar os empreendimentos relativos à construção, operação de obras de hidráulica e saneamento rural e urbano. Essas funções não ficavam restritas apenas a sistemas de drenagem, controle de inundação, abastecimento, e esgotos pluvial e sanitário; o órgão também ficaria responsável pelo controle da poluição dos cursos d'água e da erosão. Como consequência das obras do DNOS, no entanto, áreas foram disponibilizadas para os grandes proprietários de terras, (que formariam os bairros proletários) e isso foi responsável em grande parte por alterações significativas nos canais fluviais e no sistema de drenagem das áreas mais baixas e alagadiças.

As condições legais para implantar as mudanças nos rios, com o objetivo de atender à geração de energia elétrica através da modificação da drenagem, surgem com o Decreto 24.643 de 10 de julho 1934, denominado Código de Águas, e posteriormente com a inclusão do artigo 21, XIX da Constituição Federal de 1988, estabelecendo que “compete à União instituir Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos de outorga de direitos de uso...” (BRASIL, 1988, art. 21).

Ainda que com muita luta e resistência, deu-se a violenta expropriação de comunidades ribeirinhas tradicionais para a implantação de grandes barragens. A água se transforma em mercadoria e o poder público concentra seus esforços na regulação de fluxo e de vazão. Ao mesmo tempo, a sociedade, cada vez mais urbana, distancia-se do

significado dos rios, aprofundando a desconexão já existente com as águas e as tornando invisíveis. Nas grandes cidades, os rios começam a incomodar, fazendo com que o urbanismo os esconda em obras de drenagem.

As mudanças na conjuntura internacional, o surgimento dos organismos multilaterais e a criação de *fóruns* internacionais dedicados a debater as questões ambientais, como a 1ª Conferência das Nações Unidas sobre o Meio Ambiente em 1972, em Estocolmo, na Suécia, pressionaram também o Brasil a consolidar uma legislação própria sobre o meio ambiente. Os dispositivos legais existentes até então apresentavam, de maneira geral, uma visão restrita e utilitarista dos recursos naturais.

Na Constituição de 1988, o meio ambiente recebe um destaque especial com a seguinte declaração de que: “Todos têm direito ao meio ambiente equilibrado, bem de uso comum do povo e essencial à sadia qualidade de vida, impondo-se ao Poder Público e à coletividade o dever de defendê-lo e preservá-lo para as presentes e futuras gerações” (BRASIL, 1988, art. XX).

Essa nova premissa da constituição brasileira marca, além da redemocratização, uma nova fase denominada como período de preocupação.

2.4. Quarto período: preocupação com rios

De acordo com o *World Urbanization Prospects*, em 2020, cinquenta e nove países têm mais de 80% da sua população vivendo em cidades cujo abastecimento invariavelmente demanda complexos sistemas de barragens e transposição de bacias. Só a construção de barragens afetou, até o presente, mais da metade (172 de 292) dos grandes rios do mundo (NILSSON *et al.*, 2005). O termo antropoceno, proposto inicialmente por Crutzen e Stoermer (2000), consolidou-se como referência à marca deixada pelas atividades humanas nos ecossistemas e paisagens, reconhecendo agora que os humanos influenciam fortemente nas taxas de fluxos globais de sedimentos, água e nutrientes, além de influenciar no clima global (BROOKS; BRIERLEY, 1997; OWENS, 2009).

O processo de industrialização, a urbanização acelerada, a revolução verde, as mudanças e a degradação no regime hidrológico em diversas localidades brasileiras passaram a exercer uma pressão cada vez maior sobre os rios. No entanto, ao mesmo tempo que se aceleravam as intervenções nos sistemas naturais, aumentava a atenção aos problemas ambientais resultantes (como a perda de solo fértil e água limpa, inundações e a extinção de espécies). A partir daí, começou a mudar gradualmente a percepção do público, marcando a passagem para o período da preocupação com o rio, sobretudo a partir da década de 1990, levando a uma nova forma de relação com os rios.

Essa ideia de efeitos humanos persistentes nos sistemas fluviais ganha força durante a primeira década do século XXI, à medida que os pesquisadores se dedicam cada vez mais a explicar a história e a intensidade das alterações humanas nos rios (MCDOWELL, 2013). Esse reconhecimento levou à utilização de noções como “herança” e “legado” para expressar os efeitos resultantes do manejo dos rios e dos usos da terra (BRIERLEY; FRYIRS, 2009; JAMES, 2010).

A percepção de uma crise ambiental mudou bastante os discursos desenvolvimentistas e abriu espaço para um debate eloquente sobre desenvolvimento sustentável, chamando a atenção para o gerenciamento dos corpos hídricos no sentido da preservação e da conservação da água para atender à sociedade.

Nesse sentido, as pesquisas vinham também de encontro aos anseios por perseguir uma gestão dos rios coerente com os objetivos que começavam a se estruturar no início do século XXI, trazendo avanços importantes na configuração de um novo arcabouço legal sobre os rios, e criando espaços importantes de discussões descentralizadas sobre as tomadas de decisão em relação à água em várias localidades brasileiras. O novo modelo nacional de desenvolvimento passa a incorporar valores à água, transformando, com isso, as relações de comportamento da sociedade perante suas águas; mas ainda não mudou o olhar sobre os rios.

Fato é que as associações históricas e conexões com a água e com os rios moldam o nosso destino como sociedade. Certamente o legado de eventos passados e as escolhas de caminhos atuais construirão as nossas perspectivas futuras (PÁDUA; CHAMBOULEYRON, 2019). A questão que se coloca é como avaliar e escolher entre as opções que restam disponíveis para o momento atual e para o futuro. As cidades brasileiras, em sua grande maioria, têm histórico de práticas insustentáveis em relação ao planejamento das áreas urbanas. Já as áreas rurais enquadram importantes paisagens de biomas e ecossistemas relevantes, pressionadas pela produção de muitas das *commodities* agrícolas e minerais de demanda mundial. O que fazer então, diante da degradação dos rios? Talvez algumas das respostas estejam na busca por aprender com os erros e acertos do passado.

A contestação dos projetos tradicionais de engenharia quanto aos seus custos ambientais e econômicos amadureceram à medida que a percepção desses problemas se consolidava no meio acadêmico. Esses tipos de intervenções nos rios começaram a ser cada vez mais questionadas por setores da sociedade, juntamente com a visão de triunfo da inteligência humana sobre uma natureza desorganizada. Esse crescente ceticismo em relação ao enorme custo das obras de engenharia fluvial tornou-se cada vez mais persuasivo e levou para a agenda da gestão pública a discussão entre duas visões de gestão, que põem em disputa o “design” dos rios, isto é, a maneira como os rios devem ser e funcionar (BRIERLEY; FRYIRS, 2008).

O reconhecimento da intensidade e da presença ampla dos efeitos humanos elevou o foco de estudos voltados à quantificação da condição ecológica do rio e dos movimentos pela restauração/renaturalização de rios (MIKA *et al.*, 2010; SPINK *et al.*, 2010). A partir da década de 1990, novas estratégias dirigidas à renaturalização de rios e córregos começaram a ser empreendidas no mundo. No Brasil, pode-se mencionar como um possível marco da chegada dessa discussão o Projeto PLANÁGUA SEMADS/GTZ, de Cooperação Técnica Brasil-Alemanha. Esse projeto, ao longo dos anos de 2001 e 2002, apoiou o Estado do Rio de Janeiro na elaboração de manuais técnicos voltados para novos modelos de gestão e proteção dos ecossistemas aquáticos fluminenses. Dentre os

relatórios, destaca-se o trabalho de Walter Binder, intitulado “Rios e Córregos: Preservar – Conservar – Renaturalizar”. Esse relatório discutiu novos conceitos que envolvem a recuperação de rios, além dos desafios inerentes a essa atividade para a Engenharia Ambiental.

Pode-se dizer que a geomorfologia fluvial tem sido promovida como plataforma a partir da qual novos modelos de gestão podem desenvolver-se, haja vista que, se a estrutura geomorfológica e os processos de uma paisagem mudam, toda a disponibilidade e viabilidade do *habitat*, até as medidas de funcionalidade do ecossistema, são alteradas.

Por outro lado, apesar do crescente reconhecimento de que os processos geomorfológicos determinam a estrutura do sistema fluvial e fornecem uma base para avaliar as relações dos processos biológicos nas paisagens, emerge a partir dos anos 2000 o desafio de instrumentalizar e tornar aplicável o conhecimento geomorfológico no dia a dia da gestão dos rios.

Nesse sentido, ganham destaque as abordagens de mapeamento e delimitação de tipologias fluviais e diversos modelos de classificação de rios passam a ser elaborados no intuito de identificar as relações entre processos e formas ao longo dos rios. (KASPRAK *et al.*, 2016). Outro motivo fundamental para a adoção desses sistemas de classificação é a organização dos registros feitos e o aperfeiçoamento da comunicação da informação, especialmente quando são abordadas questões interdisciplinares.

Os desafios dessa segunda década do século XXI recaem sobre como conduzir uma boa prática do conhecimento geomorfológico no dia a dia das instituições que lidam com o planejamento e com as tomadas de decisão. Para superar essa questão são necessárias, por parte da academia, uma ampliação da capacidade de comunicação objetiva do conhecimento técnico-científico com a sociedade e os gestores, e a construção de um meio de diagnóstico aplicável que oriente ações em diferentes escalas espaciais e temporais. Do ponto de vista da gestão, é necessário que as leis existentes absorvam esse conhecimento em seus instrumentos de gestão. Uma das iniciativas promovidas na Europa, na América do Norte e na Austrália tem sido a elaboração de modelos de classificação de rios e de roteiros metodológicos de gestão, voltados para a orientação objetiva de obtenção de indicadores geomorfológicos, e com enfoque em um tipo de gestão integrada e participativa dos rios.

Por outro lado, os avanços tecnológicos da última década têm conferido ao geomorfólogo uma capacidade analítica cada vez mais precisa a respeito das taxas em que os processos operam nos diferentes tipos de sistemas e ambientes. Destacam-se a ampliação de sistemas de monitoramento detalhado da Terra, a viabilidade técnica de levantamento topográfico em escala submétrica, e a possibilidade de cruzamento de dados em Sistemas de Informações Geográficas com capacidade de processamento cada vez maior.

Essas ferramentas conferem uma agilidade sem precedentes ao levantamento de evidências e à realização de prognósticos precisos para as realidades locais, fazendo com

que a geomorfologia seja, para além do conhecimento útil, um campo do conhecimento utilizável perante os desafios de mudanças climáticas que virão pelo século XXI.

A geomorfologia fluvial faz parte da herança histórica sobre o modo de relacionamento da sociedade com o rio e a gestão das águas. Entretanto, novas correntes de trabalho têm buscado a construção de bases não apenas para orientar e atender ao modelo de gestão atual, calcado em mitigação de danos e resolução de crises, mas sobretudo para possibilitar a reflexão sobre possíveis caminhos para a gestão das águas.

Nesse sentido, é importante observarmos as mudanças de comportamento que definiram os caminhos da governança da água e dos rios no Brasil. Os diferentes tipos de gestores e as suas motivações conduzem a relação da sociedade com os rios, definindo a forma como nos conectamos, vivemos e usamos suas águas.

3. AS HERANÇAS BIOFÍSICAS, SOCIAIS E ECONÔMICAS NA GESTÃO DAS ÁGUAS E DOS RIOS NO BRASIL

No Brasil, tanto as formas de se relacionar como as formas de gerir as águas foram moldadas por interesses econômicos vinculados à produção agroindustrial promissora em cada região brasileira ao longo do processo de formação socioespacial. O modelo atual de gestão de águas resulta de uma construção social secular alinhada às demandas da sociedade.

A partir do paradigma “apropriação dos rios”, cresciam as demandas pela água, aumentava-se o distanciamento entre a sociedade e os rios e, conseqüentemente, cresciam os interesses e as preocupações com a garantia de disponibilidade e qualidade, sobretudo para o abastecimento urbano, e principalmente no período da “tecnificação dos rios”. Nessa época, a gestão das águas tinha como princípio norteador a “domesticação” dos rios para o abastecimento urbano, a geração de energia e a manutenção do sistema produtivo. No entanto, os problemas ambientais associados eram crescentes e desencadearam na sociedade discussões em relação à preocupação com as águas, o que culminou com a edição do Código das Águas em 1934 (BRASIL, 1934).

Em termos legais, esse decreto orientou os princípios e diretrizes que marcaram todo o processo de gestão hídrica existente no Brasil até a década de 1990. Foi na época da sua implementação que cresceu a demanda por energia, suprida através de usinas hidrelétricas (ROSA; GUARDA, 2019), sendo importante para consolidar o processo de dominialidade sobre os rios. O Código de Águas de 1934, portanto, serviu tanto ao setor elétrico quanto aos demais setores interessados, e isso conduziu sua regulamentação voltada somente aos aproveitamentos hidrelétricos (BARTH, 1996; ROSA; GUARDA, 2019). O planejamento sobre os rios era pensado a curto prazo, sem a observância das conseqüências ambientais, mas seguindo a lógica de que os rios desempenhavam um papel determinante no desenvolvimento capitalista.

Apesar do Decreto de 1934 já estabelecer tipos de propriedades sobre as águas (pública, comum e particular), é só a partir da Constituição de 1988 que ficam estabelecidos o domínio público das águas e a jurisdição dos corpos hídricos nas esferas

federal e estadual, além da competência dos órgãos de gestão (BRASIL, 1988, art. nº 20 e 26).

No entanto, esse modelo de gestão tradicional já havia adentrado o século XX com forte preocupação e pressão sobre as questões ambientais, sobretudo em relação aos corpos d'água, através de debates entre entidades públicas e privadas, com a participação direta do DNAEE e da Associação Brasileira de Recursos Hídricos – ABRH. Esse período é marcado por grandes eventos voltados à agenda ambiental, como a Conferência das Nações Unidas para o Meio Ambiente e Desenvolvimento, no Rio de Janeiro, em 1992 (ECO-92), atendendo às pressões internacionais e nacionais de conciliação entre a busca de crescimento econômico e a proteção do meio ambiente, o que se tornou um desafio para a época.

Já na década de 1990, em alguns estados como São Paulo, Ceará, Santa Catarina e o Distrito Federal, havia o debate sobre mudanças na forma de trabalhar com os rios, colocando a bacia hidrográfica como unidade de planejamento hídrico, de modo a associá-la à visão sistêmica de natureza, e configurando-se como um novo modelo de gestão, amplamente aplicado em outros países.

Depois de alguns anos de discussões, a sinalização de mudança no modelo de gestão hídrica se consolidou com a promulgação, no final da década de 1990, da Lei das Águas (BRASIL, 1997). Desde então, esse novo marco legal estabelece uma nova imagem na gestão das águas no Brasil e consolida-se como “divisor de águas” na gestão hídrica brasileira, deixando evidentes dois momentos distintos com relação à forma de se trabalhar com os rios e suas águas no Brasil.

Tanto os fundamentos como as diretrizes, objetivos e instrumentos da nova lei representam poderosas conquistas na superação da ação fragmentada e setorial que acontecia no lidar com as águas, e abrem caminhos de mudanças para ultrapassar as fronteiras de um modo setorial de trabalhar com os rios (CHRISTOFIDIS, 2011). Há mudanças estruturais importantes que esse novo marco legal traz, sobretudo a proposta de descentralização entre os entes federativos (governos federal, estaduais e municipais) e a formação do “parlamento das águas” (comitês de bacias). Entretanto, as diretrizes impostas estabelecem uma percepção predominante da água enquanto provedora de recursos hídricos (abastecimento, dessedentação de animais, geração de energia etc.).

Em 2012 entra em vigor a revisão de outro importante instrumento de gestão das águas, a Lei nº 12.651/2012 o Código Florestal Brasileiro, em substituição à legislação anterior de 1965 (Figura 2). Apesar dos muitos embates entre diversos setores da sociedade, a nova lei alterou instrumentos básicos de gestão do uso da terra (APPs, Reserva Legal etc.), impulsionada principalmente pelo *lobby* de latifundiários e pela bancada parlamentar do agronegócio. Esse novo marco legal trouxe como principal mudança a redução das áreas de preservação permanente (APP) de margens de rios, nascentes e encostas, o que pode comprometer mais ainda a integridade física e ecológica dos rios (BRASIL, 2012).

Mesmo que a Lei nº 12.651/2012 estabeleça as áreas destinadas à proteção das margens dos corpos d'água, o que ainda prevalece é apenas uma métrica relacionada à largura do canal associado ao tipo de bioma, sem relacionar esses parâmetros a outras características físicas dos canais fluviais. Nota-se, portanto, que os dois marcos legais (Lei nº 9.433/1997 e Lei nº 12.651/2012) não contemplam os rios enquanto ambientes dinâmicos, dotados de estrutura física e integrados à paisagem.

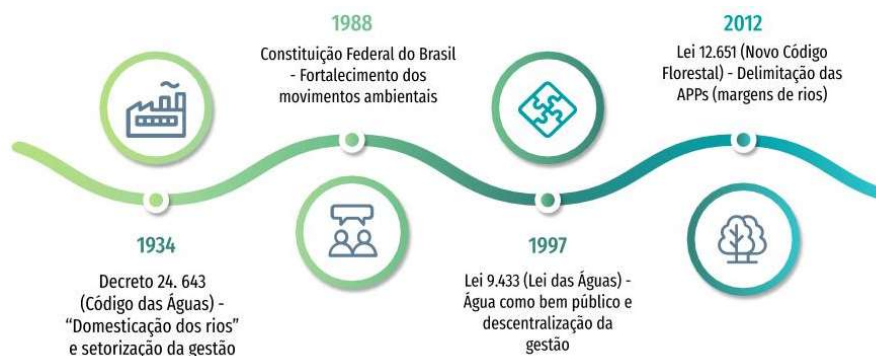


Figura 2. Representação temporal dos principais marcos legislativos referentes à gestão dos rios no Brasil.

Passados pouco mais de vinte e três anos da promulgação da Lei das Águas, há ainda importantes desafios a serem superados. De fato, mesmo que a Base Legal apresentasse novos rumos para a gestão, o que predomina ainda hoje é o modelo comportamental associado aos períodos de “apropriação” e “tecnificação dos rios” pela sociedade. Isso se torna perceptível quando se analisa o Plano de Recursos Hídricos ou Plano de Bacia, um dos importantes instrumentos de gestão que visa a fundamentar e orientar a execução da Política Nacional de Recursos Hídricos e o gerenciamento integrado dos recursos hídricos. O Plano de Bacia atua como um documento-base de conhecimento e de orientação para os gestores atuarem de forma coerente e equilibrada nas ações, diretrizes e programas de monitoramento de curto, médio e longo prazo no âmbito da bacia hidrográfica. Espera-se que isso possa garantir os usos múltiplos, em consonância com a gestão integrada e com as políticas de meio ambiente e recursos hídricos.

Nesse sentido, há no Plano de Bacia premissas básicas e importantes sobre estudos que visem a identificar e diagnosticar as condições em que se encontram os recursos hídricos frente aos inúmeros fatores e condicionantes socioambientais que, muitas vezes, estabelecem limites em relação à quantidade e à qualidade das águas. Com isso, constitui-se como uma importante ferramenta de gestão, com um viés transdisciplinar que recai sobre os estudos em bacia hidrográfica. Porém, sob o olhar crítico verifica-se que a complexidade dos aspectos associados aos rios não é tratada, na maneira de ver e entender a natureza, em sua complexidade e multiescalaridade. Da forma como os Planos de Bacias são elaborados, ao considerarmos a importância de uma leitura integrada dos processos socioculturais que são fundamentais para a integridade de um rio, é evidente a ausência

das análises relacionadas aos processos geomorfológicos fluviais integrados à dinâmica hidrológica e ecológica.

O diagnóstico da situação em que se encontra o sistema hidrográfico, na forma como é previsto em lei, corresponde a uma coletânea de informações em diferentes eixos temáticos sobre a disponibilidade hídrica dos mananciais, dos meios físico, biótico, socioeconômico e jurídico-institucional, de acordo com orientações preconizadas pela Resolução nº 145/2012 do Conselho Nacional de Recursos Hídricos (CNRH) e pelas diretrizes metodológicas de Zoneamento Econômico Ecológico do Brasil (ZEEs).

O que chama atenção é o fato dos estudos sobre o meio físico (geologia, relevo, hidrologia, solos), que deveriam fornecer elementos de análise sobre os processos fluviais atuantes nos rios, acabarem se tornando uma verdadeira “colcha de retalhos”, inserindo-se informações em escalas muitas vezes não apropriadas para o desenvolvimento metodológico necessário. Observa-se a coleta de informações que geralmente privilegia os dados hidrológicos, que são muito importantes, mas deveriam estar integrados às outras análises, sobretudo para garantir futuros cenários de evolução dos rios.

Na prática, os Planos de Bacias destacam informações em escala genérica ou regional sobre a bacia hidrográfica, dissociadas da dinâmica local ou dos processos fluviais, sem expor as complexidades e singularidades inerentes à evolução de um rio, que são fundamentais para a sua integridade. Trabalhar com os rios requer o conhecimento multidisciplinar.

Além da falta de compreensão integrada sobre os rios e das questões práticas da implementação dos instrumentos de gestão, há ainda as de cunho conceitual sobre o entendimento do funcionamento de um rio, e isso tem reflexos diretos na maneira de trabalhar com a natureza e, sobretudo, na forma de construir planejamentos e modelos de gerenciamento.

3.1. Gestão das águas ou dos rios?

A gestão das águas não pode ser confundida com a gestão de rios, visto que implica em mudanças significativas nos seus princípios e objetivos, mas, também, em questões metodológicas fundamentais para incorporar os instrumentos de gestão adequados. Essa falta de compreensão da dinâmica fluvial no processo de gestão interfere diretamente nas análises, pesquisas e atuação dos tomadores de decisão, tornando muitos projetos incompatíveis com as características dos rios e bacias hidrográficas. Essa concepção pode estar nos conduzindo a erros de gerenciamento, até mesmo na aplicação dos instrumentos garantidos pela lei. Por isso, torna-se necessário que sejam definidas as diferenças conceituais sobre gestão de recursos hídricos, gestão de rios e gestão de bacias hidrográficas.

Apesar de apresentarem muitos pontos convergentes, há diferenças pertinentes nessas distintas abordagens, o que pode alterar substancialmente os objetivos das ações e os resultados alcançados. Conceitualmente, a gestão dos recursos hídricos está centrada na análise da capacidade de armazenamento e oferta de água, e da distribuição dos corpos

hídricos, quantificando e qualificando o volume oferecido para as atividades produtivas (Tabela 2).

Por outro lado, a gestão de rios é uma opção metodológica e de gerenciamento que possibilita uma visão holística e interdisciplinar sobre o comportamento dos ambientes fluviais, integrando necessidades socioeconômicas às características e dinâmicas dos rios. Certamente, a gestão de rios irá trazer uma compreensão integradora do ambiente fluvial, onde a água seria um importante elemento da natureza e disponível como um recurso natural.

Por tratar da gestão sustentável a longo prazo, o paradigma da gestão de rios pode antecipar e planejar as respostas geomorfológicas e ecológicas às intervenções humanas, que levam muitas décadas para serem tomadas (WILLIAMS, 2020). Logo, a gestão de rios não é apenas uma tarefa técnica, mas sim uma questão socioeconômica e cultural que reflete os valores da sociedade (HIGGS, 2003).

A questão que se coloca é que a compreensão sobre a gestão das águas não pode ser realizada de forma separada da gestão dos rios. Ambas são importantes, porém hoje o que prevalece à luz da Lei Nº 9.433/1997, por equívocos sobre o conceito de bacias hidrográficas, rios e água, é a gestão de recursos hídricos. Desse modo, a gestão das águas deve incorporar a perspectiva da gestão dos rios, o elemento importante dessa discussão e que traz reflexões importantes do ponto de vista metodológico para se trabalhar com os rios e suas águas.

Tabela 2 – Diferenças importantes nas abordagens sobre a gestão das águas e dos rios.

PARÂMETROS	GESTÃO DAS ÁGUAS/RECURSOS HÍDRICOS	GESTÃO DOS RIOS
FÍSICOS	Abordagem fragmentada dos aspectos físicos, com predomínio dos estudos hidrológicos e químicos, visando à garantia de oferta hídrica para consumo doméstico, industrial e agrícola	Abordagem integradora do ambiente fluvial a partir da análise dos processos geomorfológicos, hidrológicos e ecológicos
SOCIOECONÔMICOS	Abordagem baseada na quantificação e qualificação do volume armazenado e oferecido às atividades produtivas	Abordagem holística do sistema fluvial visando à garantia hídrica sustentável para a sociedade e a manutenção ecológica

3.2. A importância da geomorfologia fluvial na gestão dos rios

Assim como há uma falta de compreensão teórica dos mecanismos de gestão, a própria definição de rio ainda é utilizada de forma equivocada. Nesse sentido, são postas algumas questões: como trabalhar a gestão das águas se não entendemos a estrutura física dos rios? É importante lembrar que a água está “dentro” de um rio e sua disponibilidade e qualidade depende de múltiplos processos associados ao tipo de substrato do leito fluvial, das formas e profundidade dos canais, entre outras características.

Os diagnósticos previstos nos Planos de Bacia precisam direcionar para resultados efetivos, na perspectiva de integrar os processos associados, tanto geomorfológicos, quanto hidrológicos, ecológicos e sociais. Portanto, a geomorfologia fluvial estabelece uma organização espacial e temporal dos processos hidrossedimentológicos na qual a ecologia fluvial tem dependência direta. Por isso, os diagnósticos devem ser mais efetivos e relacionados aos processos dos rios, e não meramente uma abordagem descritiva dos elementos da paisagem.

A evolução histórica da geomorfologia fluvial consolidou teorias e fortaleceu metodologias, mas, sobretudo, desempenhou papel importante na forma como compreender e trabalhar com os rios. Isso vem contribuindo para a identificação de áreas geomorfologicamente sensíveis e aplicando sistemas de monitoramento eficientes para conhecer o comportamento dos rios.

As análises desse campo científico fornecem dados precisos de classificação das tipologias de rios, da interpretação das feições geomorfológicas, do comportamento fluvial e da compreensão dos processos e de seus controles. Além disso, elas podem gerar mapeamentos geomorfológicos de detalhe e uma classificação mais eficiente dos rios (WHEATON *et al.*, 2015; KONDOLF; PIEGAY, 2016; MARÇAL *et al.*, 2017; BRIERLEY *et al.*, 2019; FRYIRS *et al.*, 2019), que contribua para uma gestão eficiente, considerando-se as interferências impostas pelas ações humanas sobre os rios.

Nesse sentido, o modelo geomorfológico pode fornecer uma plataforma crítica na qual integra informações interdisciplinares de maneira significativa (RINALDI, *et al.*, 2016; BRIERLEY *et al.*, 2019). Da mesma forma, segundo os autores, esse modelo pode ainda oferecer perspectivas que sustentam a integridade ecológica dos sistemas fluviais. Para isso, conforme indicado por Rogers (2006), há a necessidade de que profissionais dos rios passem a trabalhar diretamente com gestores e políticos em um esforço de melhorar a condição dos rios e oferecer programas genuinamente sustentáveis. Caso contrário, continuaremos produzindo projetos segmentados e incompletos, pois a ciência fragmentada produzirá apenas fragmentos de soluções (BRIERLEY; FRYIRS, 2008).

Em vários países, como Alemanha, França, Austrália, entre outros, a gestão de recursos hídricos passa por uma transição balizada por uma abordagem voltada à gestão dos sistemas fluviais, no surgimento de uma “era de recuperação de rios” (BRIERLEY; FRYIRS 2008). Essa perspectiva de gestão busca, de maneira interdisciplinar, promover ações integrativas nos estudos e ações sobre os ambientes fluviais, considerando-se as interferências humanas no que vem a ser chamado período Antropoceno.

Estudos integrados sobre a dinâmica dos processos fluviais já estão inseridos nos instrumentos de gestão dos rios e têm guiado diversas ações que buscam restabelecer melhores condições sobre a dinâmica dos rios, por meio da sua recuperação/reabilitação/restauração dos processos e das dinâmicas dos ambientes fluviais, além de desenvolverem projetos que visam a aproximar a sociedade aos rios.

4. CONCLUSÃO

Os rios assumiram um papel-chave no desenvolvimento das sociedades para atender a um modelo de desenvolvimento capitalista, ainda que ao longo dos séculos a busca por melhores práticas de uso da água e/ou da sua proteção reflita o distanciamento e a desconexão com a sociedade. Isso fez com que prevalecesse no processo de gestão a ideia de rio como um mero condutor de águas, sem considerar as complexidades e os valores biofísicos sociais e econômicos associados à história de um rio.

No entanto, ao mesmo tempo em que essa relação antagônica foi se consolidando como modelo de comportamento até os dias atuais, a geomorfologia fluvial, por outro lado, enquanto ciência do rio, contribuiu com avanços importantes na sistematização de conhecimentos e informações sobre a dinâmica dos processos fluviais. Ou seja, o descompasso existente entre os interesses relacionados ao desenvolvimento da sociedade, a trajetória dos processos fluviais e a forma de gerir as águas no Brasil permitiu de forma equivocada que o paradigma da ação fragmentada de natureza permeasse a nossa lei de referência atual sobre o gerenciamento dos rios.

Diante da falta de compreensão sobre a gestão dos rios e do aumento das crises hídricas, precisamos refletir e reavaliar as diretrizes e fundamentos da Lei Nº9.433/1997 no sentido de reconduzir os instrumentos de gestão – visando não apenas às suas águas, mas, sobretudo, destacando o papel importante que a sociedade desempenha na trajetória de um rio – e de incorporar estudos da geomorfologia fluvial nos diagnósticos ambientais para projetar cenários futuros mais sustentáveis.

Igualmente importantes são as reflexões que precisamos estar dispostos a realizar diante da necessidade de mudança frente ao paradigma das relações entre rios e sociedade no Brasil. Ou seja, só teremos avanços na gestão hídrica se houver esforços pela construção de uma nova relação entre a sociedade e o rio, superando os problemas impostos por paradigmas do passado.

Agradecimentos

Agradecemos ao geógrafo e mestrando do Programa de Pós-Graduação em Geografia (PPGG/UFRJ) André Luiz Ferreira pelas discussões, questionamentos e sugestões realizadas neste texto.

Referências Bibliográficas

- AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS (ANA). **A história do uso da água no Brasil: do descobrimento ao século XX**. Brasília: Athalaia, 2007. 249 p.
- BARTH, F. T. A recente experiência brasileira de gerenciamento de recursos hídricos. **Cadernos da Fundap**, São Paulo, n. 20, p. 59-75, maio/ago. 1996.
- BRASIL, L.; QUINTEIRO, M.; PENNA-FIRME, R. Transição da paisagem no Vale do Rio Paraíba do Sul (RJ/SP): História Ambiental do café à pecuária. *In*: OLIVEIRA, R.

R.; RUIZ, A. E. L. (org.). **Geografia Histórica Do Café No Vale Do Rio Paraíba Do Sul**. Rio de Janeiro: PUC-RIO, 2018. p. 169-188.

BRASIL. [Constituição (1988)]. **Constituição da República Federativa do Brasil de 1988**. Brasília, Distrito Federal: Presidência da República [1988]. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/constituicao/constituicao.htm. Acesso em: 13 out. 2020.

BRASIL. **Decreto nº. 24.643, de 10 de julho de 1934**. Decreta o Código das águas. Brasília, Distrito Federal: Presidência da República. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/CCIVil_03/decreto/D24643.htm. Acesso em: 13 out. 2020.

BRASIL. **Lei nº 12.651 de 25 de maio de 2012**. Dispõe sobre a proteção da vegetação nativa; altera as Leis nºs 6.938, de 31 de agosto de 1981, 9.393, de 19 de dezembro de 1996, e 11.428, de 22 de dezembro de 2006; revoga as Leis nºs 4.771, de 15 de setembro de 1965, e 7.754, de 14 de abril de 1989, e a Medida Provisória nº 2.166-67, de 24 de agosto de 2001; e dá outras providências. Brasília, Distrito Federal: Presidência da República. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2011-2014/2012/lei/112651.htm. Acesso em: 13 out. 2020.

BRASIL. **Lei nº 9.433, de 8 de janeiro de 1997**. Institui a Política Nacional de Recursos Hídricos, cria o Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos, regulamenta o inciso XIX do art. 21 da Constituição Federal, e altera o art. 1º da Lei nº 8.001, de 13 de março de 1990, que modificou a Lei nº 7.990, de 28 de dezembro de 1989. Brasília, Distrito Federal: Presidência da República. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/19433.htm. Acesso em: 13 out. 2020.

BRIERLEY, G. J.; FRYIRS, K. A. (ed.). **River Futures: An Integrative Scientific Approach to River Repair**. Washington: Island Press, 2008. 328 p.

BRIERLEY, G. J.; FRYIRS, K. A. Don't fight the site: Three geomorphic considerations in catchment-scale river rehabilitation planning. **Environmental Management**, [s.l.], v. 43, n. 6, p. 1201-1218, mar. 2009.

BRIERLEY, G. J.; FRYIRS, K. A.; CULLUM, C.; TADAKI, M.; HUANG, H. Q.; BLUE, B. Reading the landscape: Integrating the theory and practice of geomorphology to develop place-based understandings of river systems. **Progress in Physical Geography**, [s.l.], v. 37, n. 5, p. 601-621, 2013.

BRIERLEY, G. J.; FRYIRS, K. A.; MARÇAL, M.; LIMA, R. The use of the River Styles Framework as a tool to 'work with nature' in managing rivers in Brazil: examples from the Macaé Catchment. **Revista Brasileira de Geomorfologia**, São Paulo, v. 20, n. 4, p. 751-771, out./dez. 2019.

BROOKS, A. P.; BRIERLEY, G. J. Geomorphic responses of lower Bega River to catchment disturbance, 1851–1926. **Geomorphology**, [s.l.], v. 18, n. 3–4, p. 291-304, mar. 1997.

CHRISTOFIDIS, D. Política nacional de recursos hídricos: conquistas e perspectivas. In: THEODORO, S. H. (org.). **Os 30 anos da política Nacional do Meio Ambiente: conquistas e perspectivas**. 1. ed. Rio de Janeiro: Garamond Universitária, 2011. 352 p.

CRUTZEN, P. J.; STOERMER, E. F. The “Anthropocene”. **Global Change Newslett - International Geosphere Biosphere Program (IGBP)**, [s.l.], n. 41, p. 17-18, maio. 2000.

FREYRE, G. **Nordeste: aspectos da influência da cana sobre a vida e a paisagem do Nordeste do Brasil**. São Paulo: Livraria José Olympio, 1951. 297 p.

FRYIRS, K.; BRIERLEY, G.; MARÇAL, M.; PEIXOTO, M. N.; LIMA, R. Learning, Doing and Professional Development – The River Styles Framework as a Tool to Support the Development of Coherent and Strategic Approaches for Land and Water Management in Brazil. **Revista Brasileira de Geomorfologia**, São Paulo, v. 20, n. 4, p. 773-794, out./dez. 2019.

GÓES, H. A. **Saneamento da Baixada Fluminense**. Rio de Janeiro: Comissão de Saneamento da Baixada Fluminense, 1934. 475 p.

GONÇALVES, J. S.; RAMOS, S. F. Da Origem à Hegemonia e Crise do Algodão Meridional Brasileiro no Século XX. **Revista de Informações Econômicas**, São Paulo, v.38, n. 2. p. 26-41, fev. 2008.

GOUVEIA, I. C. M. A cidade de São Paulo e seus rios: uma história repleta de paradoxos. **Confins - Revista Franco Brasileira de Geografia**, [s.l.], n. 27, jul. 2016. DOI: <https://doi.org/10.4000/confins.10884>. Disponível em: <http://journals.openedition.org/confins/10884>. Acesso em: 13 out. 2020.

GREGORY, K. J. The human role in changing river channels. **Geomorphology**, [s.l.], v. 79, n. 3-4, p. 172–191, set. 2006.

HIGGS, E. **Nature by design: People, natural process and ecological restoration**. Massachusetts: MIT Press, 2003. 341 p.

HOUSTON, D.; HILLER, J.; MACCALLUM, D.; STEELE, W.; BYRNE, J. Make kin, not cities! Multispecies entanglements and ‘becoming-world’ in planning theory. **Planning Theory**, Sidney, v.17, n. 2. p. 190-212, fev. 2017.

IRIARTE, J.; SMITH, R.J.; SOUZA, J.G.; MAYLE, F.E.; WHITNEY, B.S.; CÁRDENAS, M.L.; SINGARAYER, J.; CARSON, J. F.; ROY, S.; VALDES, P. Out of Amazonia: Late-Holocene climate change and the Tupi–Guarani trans-continental expansion. **The Holocene**, [s.l.], v. 27, n. 7, p. 967–975, 2017.

JAMES, L. A. Secular sediment waves, channel bed waves, and legacy sediment. **Geography Compass**, [s.l.], v. 4, n. 6, p. 576–598, jun. 2010.

KASPRAK, A.; HOUHG-SNEE, N.; BEECHIE, T.; BOUWES, N.; BRIERLEY, G. J.; CAMP, R.; FRYIRS, K. A.; IMAKI, H.; JENSEN, M.; O'BRIEN, G.; ROSGEN, D.; WHEATON, J. The blurred line between form and process: a comparison of stream channel classification frameworks. **Plos one**, [s.l.], v. 11, n. 3, p. e0150293, mar. 2016. DOI: <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0150293>. Disponível em: <https://journals.plos.org/plosone/article?id=10.1371/journal.pone.0150293>. Acesso em: 14 out. 2020.

KONDOLF, G. M.; PIÉGAY, H. Tools in fluvial geomorphology: problem statement and recent practice. In: KONDOLF, G. M.; PIÉGAY, H. (ed.). **Tools in Fluvial Geomorphology**. 2. ed. [s.l.]: Wiley-Blackwell, 2016. 3-11 p.

LE GRANGE, L. Ubuntu/Botho as Ecophilosophy and Ecosophy. **Journal of Human Ecology**, Delhi (Índia), v. 49, n. 3, p. 301-308, mar. 2015.

MARÇAL, M.; BRIERLEY, G. J.; LIMA, R. Using geomorphic understanding of catchment-scale process relationships to support the management of river futures: Macaé Basin, Brazil. **Applied Geography**, [s.l.], v. 84, p. 23-41, jul. 2017.

MARÇAL, M.; LIMA, R. Abordagens Conceituais Contemporâneas na Geomorfologia Fluvial. **Espaço Aberto**, PPGG - UFRJ, [Rio de Janeiro], v. 6, n.1, p. 17-33, jun. 2016.

- MATTOS, S. H. V. L.; FILHO, A. P. Complexidade e Estabilidade em Sistemas Geomorfológicos: uma introdução ao tema. **Revista Brasileira de Geomorfologia**, [s.l.], v. 5, n. 1, p. 11–18, 2004.
- MCDOWELL, P. F. Geomorphology in the Late Twentieth Century. *In*: ORME, A. R.; SACK, D. (ed.). **Treatise on Geomorphology**. [s.l.: s.n.], 2013. p. 108-123.
- MIKA, S.; HOYLE, J.; KYLE, G.; HOWELL, T.; WOLFENDEN, B.; RYDER, D.; KEATING, D.; BOULTON, A.; BRIERLEY, G. J.; BROOKS, A. P.; FRYIRS, K. A.; LUESGMAN, M.; SANDERS, M.; ARTHINGTON, A.; CREESE, R.; DAHM, M.; MILLER, C.; PUSEY, B.; SPINK, A. Inside the “Black Box” of river restoration: Using catchment history to identify disturbance and response mechanisms to set targets for process-based restoration. **Ecology and Society**, Waterloo, v. 15, n. 4, 2010.
- NILSSON, C.; REIDY, C. A.; DYNESIUS, M.; REVENGA, C. Fragmentation and flow regulation of the world's large river systems. **Science**, [s.l.], v. 308, n. 5720, p. 405-408, abr. 2005.
- OLIVEIRA, A. M. S. Relação homem/natureza no modo de produção capitalista. **Pegada – A revista da geografia do trabalho**, [São Paulo], v. 3, número especial, 2002. DOI: <https://doi.org/10.33026/peg.v3i0.793>. Disponível em: <https://revista.fct.unesp.br/index.php/pegada/article/view/793>. Acesso em: 14 out. 2020.
- OWENS, P. N. Adaptive management frameworks for natural resource management at the landscape scale: Implications and applications for sediment resources. **Journal of Soils and Sediments**, [s.l.], v. 9, n. 6, p. 578–593, dez. 2009.
- PÁDUA, J. A.; CHAMBOULEYRON, R. Apresentação - Movimentos dos rios / movimentos da História. **Revista Brasileira de História - Dossiê Rios e Sociedades**, São Paulo, v. 39, n. 81, jul. 2019.
- POFF, N. L.; ALLAN, J. D.; PALMER, M. A.; HART, D. D.; RICHTER, B. D.; ARTHINGTON, A. H.; ROGERS, H. K.; MEYER, J. L.; STANFORD, J. A. River flows and water wars: Emerging science for environmental decision making. **Frontiers in Ecology and the Environment**, [s.l.], v. 1, n. 6, p. 298-306, ago. 2003.
- REYNOSO, A. E. G.; MUÑOZ, L.H.; COHEN, M.P.; SAENZ, I.Z. **Rescate de rios urbanos**: propuestas conceptuales y metodológicas para la restauración y rehabilitación de ríos. México: Universidad Nacional Autónoma de México, 2010. 109 p.
- RINALDI, M., GURNELL, A. M., GONZÁLEZ, D. T., BUSSETTINI, M., HENDRIKS, D. Classification and characterization of river morphology and hydrology to support management and restoration. **Aquatic Sciences**, v. 78, p. 1-16, 2016.
- ROGERS, H. The real river management challenge: Integrating scientists, stakeholders and service agencies. **River Research and Applications**, [Nova Jersey], v. 22: p. 269-280, 2006.
- ROSA, A. M. R.; GUARDA, V. L. M. Gestão de recursos hídricos no Brasil: um histórico. **Revista Direito Ambiental e Sociedade**, [s.l.], v. 9, n. 2, p. 197-220, maio/ago. 2019.
- SANT’ANNA, I. M.; SANT’ANNA, V. M. **Recursos Educacionais para o Ensino: Quando e Por Quê?** Petrópolis, RJ: Vozes, 2004. 118 p.
- SANTOS, M. **A urbanização brasileira**. São Paulo: Hucitec, 1993. 155 p.
- SILVA, M. L. Uma abordagem sobre J. Hutton, W. M. Davis e W. Penck como expoentes

na sistematização da geomorfologia. *In*: VII Simpósio Nacional de Geomorfologia e II Encontro Latino-Americano de Geomorfologia, 2008, Belo Horizonte. **Anais [...]**. Belo Horizonte: Tecart, 2008. Disponível em: <http://lsie.unb.br/ugb/sinageo/7/0263.pdf>. Acesso em: 14 out. 2020.

SPINK, A.; HILLMAN, M.; FRYIRS, K. A.; BRIERLEY, G. J.; LLOYD, K. Has river rehabilitation begun? Social perspectives from the Upper Hunter catchment, New South Wales, Australia. **Geoforum**, [s.l.], v. 41, n. 3, p. 399-409, 2010.

WHEATON, J. M.; FRYIRS, K. A.; BRIERLEY, G.; BANGEN, S. G.; BOUWES, N.; O'BRIEN, G. Geomorphic mapping and taxonomy of fluvial landforms. **Geomorphology**, [s.l.], v. 248, p. 273-295, nov. 2015.

WILLIAMS, R.D.; BANGEN, S.; GILLIES, E.; KRAMER, N.; MOIR, H.; WHEATON, J. Let the river erode! Enabling lateral migration increases geomorphic unit diversity. **Science of the Total Environment**, [s.l.], v. 715, p. 1-15, jan. 2020.

WOHL, E. Time and the Rivers Flowing: Fluvial Geomorphology since 1960. **Geomorphology**, [s.l.], v. 216, p. 263-282, abr. 2014.