

## MECANISMOS DE PRECIFICAÇÃO DE RECURSO HÍDRICO: UMA PERSPECTIVA GEOSISTÊMICA

**Kaique Brito Silva**

Universidade Estadual de Campinas – UNICAMP  
Doutorado em Geografia  
[kbritofb96@hotmail.com](mailto:kbritofb96@hotmail.com)

**Raul Reis Amorim**

Universidade Estadual de Campinas – UNICAMP  
Professor Doutor - Instituto de Geociências  
[raul\\_reis@ige.unicamp.br](mailto:raul_reis@ige.unicamp.br)

**Neylor Alves Calasans Rego**

Universidade Estadual de Santa Cruz – UES  
Professor Pleno  
[neyloralves@uesc.br](mailto:neyloralves@uesc.br)

### RESUMO

O uso racional dos recursos hídricos em determinado recorte geográfico é fundamental para manutenção das atividades socioeconômicas, da garantia energética e alimentar para as formas de vida da biosfera. A qualidade da água, que é resultado da interação da mesma com as características geossistêmicas de uma bacia hidrográfica, pode ser estimada e conseqüentemente caracterizada para definir o seu valor monetário para os diversos tipos de atividades econômicas. A questão central do trabalho é construída para evidenciar que, no Brasil, é possível pensar numa abordagem integrada que permite valorar a água em função de sua qualidade, envolvendo coeficientes quantificados originados dos sistemas naturais e antrópicos da bacia hidrográfica. Essa é uma afirmativa que exige um olhar geográfico, pois tal ciência possibilita conectar análises multidisciplinares referentes a água. As nuances metodológicas subsidiam a definição de valores ajustados em função de tais características, sendo uma metodologia passível de implementação por parte do Sistema Nacional de Recursos Hídricos.

**Palavras-chave:** Bacia Hidrográfica. Qualidade da água. Gestão de recursos hídricos.

### WATER RESOURCES PRECIFICATION MECHANISMS: A GEOSYSTEMS PERSPECTIVE

#### ABSTRACT

The rational use of water resources in a given geographical area has been seen as fundamental for the maintenance of socioeconomic activities and the security of energy and food for biosphere life forms. The quality of water, which is the result of the interaction of the same company as geosystemic characteristics of a watershed, can be estimated and consequently characterized to define its monetary value for the various types of economic activities. The central question of the work is built for evidence, in Brazil, it is possible to think of approaching the measure that allows to evaluate a water in function of its quality involving quantified coefficients originated from the natural and anthropic systems of the watershed. This is an affirmation that requires a geographical review, since this science makes it possible to connect multidisciplinary analysis related to water. The methodological features subsidize the definition of adjusted values in function of these characteristics, being a methodology that can be implemented by the National Water Resources System.

**Keywords:** Hydrographic Basin. Water quality. Management of water resources.

## INTRODUÇÃO

Inicialmente, a questão central desse trabalho perpassa pela reflexão da seguinte indagação: é possível a inserção de atributos ambientais no processo de precificação da água no Brasil? Essa discussão requer compreensões acerca da atual forma de gestão da água no país, e também de como as Ciências da Terra, em especial a Geografia, podem subsidiar estudos que categorizem a influência de elementos do meio físico e antrópico na qualidade e quantidade da água em bacias hidrográficas.

De forma geral, as sociedades contemporâneas entendem que a água se apresenta como um recurso de valor estritamente importante, pois a mesma, além da valorização clássica visando à subsistência humana, assumiu outrora um escopo de bem comercial, incluída em serviços (em sua maioria tributados) de abastecimento, irrigação, industrial, dentre outros. A água se tornou um bem material incluído no que chamamos de circuito econômico (SANTOS, 1978).

Vista a importância de manter os recursos hídricos, foram introduzidos no Brasil conceitos inteiramente inovadores como a outorga e, sobretudo, a cobrança pelo uso da água, instaurados pela lei nº 9.433 de 08 de janeiro de 1997. Essa lei também é conhecida como Lei das Águas, e a mesma institui a Política Nacional Recursos Hídricos que define a estrutura jurídico-administrativa do Sistema Nacional de Recursos Hídricos (BRASIL, 2006). Dentre os instrumentos criados, cabe destacar os Comitês de Bacias Hidrográficas, que desempenham papel central na criação e prospecção de ferramentas para gerenciamento de recursos hídricos em todos os níveis políticos nas 12 regiões hidrográficas brasileiras definidas pelo Conselho Nacional de Recursos Hídricos (LEAL, 2012). Apesar das diretrizes conceberem aspectos multidisciplinares para estimar o valor da água, vide a gestão participativa configurada pelos Comitês de Bacias Hidrográficas, os aspectos que definem o preço da água no Brasil, de forma geral, são estritamente socioeconômicos.

Toda essa configuração de leis e normativas surgiu no Brasil sob influência de experiências internacionais, sobretudo logo após avanços na gestão de mananciais que vinham sendo observados em algumas regiões semiáridas do mundo, principalmente onde ocorrem zonas com climas subtropicais e desérticos, como na península Ibérica (Europa), Estados Unidos, Oriente Médio, Austrália e China (BAZZA, 2006; CECH, 2010).

### ***Um olhar geográfico para os recursos hídricos***

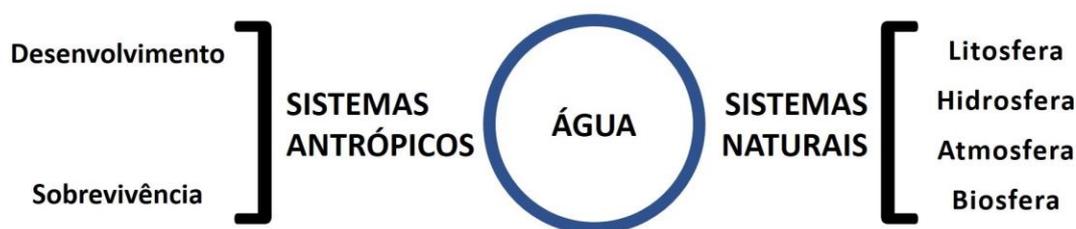
Numa concepção sistêmica de leitura de ambientes que a Geografia (sobretudo a Geografia Física) sugere, pensar a água no sentido de sua valoração em meio ao espaço geográfico incita olhar para as Bacias Hidrográficas. A mesma é considerada o recorte ideal para estudos sobre a água (é o limite territorial de análise hidrológica estabelecida pela Lei das Águas), considerando que em seus limites obtêm-se panoramas precisos para visualizar processos de alternância de paisagem, níveis de antropização, agentes socioeconômicos, e estados de qualidade ambiental (SARAIVA, 2005; LEAL, 2012). Devido essa complexidade de atributos, definir um preço para o uso da água em determinada região torna-se uma tarefa difícil, tendo em vista que as experiências de cobrança pelo uso da água em prática no Brasil revelam que as metodologias ainda não dispõem de modelos e critérios que efetivamente possibilitem mensurar o valor monetário da água para o nível econômico de seus respectivos usuários (AMARAL, 2003; KELMAN, 2005; RAMOS, 2007; SILVA, AMORIM e MATTOS, 2018).

A diversidade de cenários ambientais e socioeconômicos de uma Bacia Hidrográfica de dimensões regionais, por exemplo, torna complexa a tomada de decisão de órgãos gestores no sentido de “como precificar a água” de maneira coerente. O que temos, conceitualmente, é a presença de sistemas naturais com sobreposição de sistemas antrópicos, que juntos são traduzidos como os geossistemas (MATEO RODRIGUEZ *et al.* 2004; AMORIM, 2012; AMORIM *et al.* 2017; MARQUES NETO *et al.*, 2017). Essa configuração multifacetada em termos de matéria, energia e nutrientes requer ao máximo um olhar aguçado por parte dos profissionais que executam projetos e/ou tomadas de decisão relacionadas ao uso da água. Para essa função, espera-se que a arbitrariedade desses profissionais que compõem os comitês de bacias hidrográficas, por exemplo, perpassa por consultas que partem desde o

contato com atores sociais do território chegando até estudos de casos internacionais: por essa complexidade, ainda assim esbarram nas peculiaridades de cada região em que se deseja instalar uma cobrança pelo uso da água. Essa relação categórica entre sociedade x natureza é um plano de fundo para a Geografia, o que faz entender que um olhar geográfico para tais problemáticas é fundamental (RODRIGUES, 2001).

É nessa perspectiva que as representações geossistêmicas dos trabalhos de Amorim *et al.* (2017), Bastian *et al.* (2012), Bastian *et al.* (2015), Burkhardt *et al.* (2012), Gagarinova e Kovalchuk (2010) e Mubareka (2013) discutem as relações dos sistemas naturais e antrópicos (Figura 1) numa abordagem que envolve produção da água (nos âmbitos municipal, estadual e federal), uso da terra, vulnerabilidade socioambiental e indicadores de serviços ecossistêmicos.

**Figura 1** – A água é concêntrica para as duas dimensões geossistêmicas.



Estimar a qualidade e quantidade da água para evidenciar sua disponibilidade ao longo do tempo, é considerado a tarefa fundamental nas atividades de planejamento de recursos hídricos, e um desafio constante, devido a mudança de suas características em função de processos de uso e ocupação das terras, além das diversas faces litosféricas e pedológicas de uma bacia hidrográfica (BARTH e POMPEU, 1987). A compreensão dessa dinâmica, desde algumas décadas, tem sido realizada através de formulações matemáticas que são produzidas no intuito de representar simplificada uma realidade hídrica, sendo os coeficientes alimentados pelas informações inerentes a composição hidrológica de uma bacia hidrográfica, bem como as atividades e características ambientais da paisagem (dados convertidos em números) (TUCCI, 2005; RAMOS, 2007).

Concebendo o que foi apresentado, o que está exposto como ideia central desse trabalho é o desenvolvimento de uma abordagem geográfica que visa subsidiar os processos de precificação da água nas bacias hidrográficas brasileiras. Essa abordagem que envolve recurso natural como bem econômico, torna-se possível devido à ciência geográfica permitir uma visão integrada do ambiente, considerando que as características geossistêmicas podem influenciar nas atividades de gestão e gerenciamento de água.

Tal arcabouço sistêmico permite, além de análises espaciais dessa problemática, desenvolver técnicas e trabalhar conceitos que potencialmente podem ser as bases para o desenvolvimento de uma metodologia que considere a relação das variáveis que determinam a disponibilidade da água, e conseqüentemente seu valor monetário nas localidades de determinada bacia hidrográfica.

#### **Modo atual de precificação da água no Brasil**

O preço da água no Brasil é um resultado de concepções econômicas que envolvem majoritariamente as intenções de atores sociais e políticas públicas que observam atividades como irrigação, indústria e abastecimento. Como mencionado de forma introdutória, a cobrança pelo uso da água no Brasil é legal, e compõe os quatro instrumentos de gestão (outorga, cobrança, sistemas de informações, e enquadramento das águas) incluso na Política Nacional de Recursos Hídricos. De forma simplificada, o que define o preço da água em determinada região hidrográfica são os arranjos monetários elencados na formulação da Equação 1:

$$\text{Valor de Cobrança} = \text{Base de cálculo} \times \text{Preço Unitário} \times \text{Coeficientes}$$

Equação 1.

Segundo Santos (2015), essa estrutura básica apresentada concebe a modificação contígua dos valores de preço em função das características econômicas de cada unidade de gestão onde a cobrança é implementada, sendo a Equação 1 explicada pelo Quadro 1:

**Quadro 1** – Descrição do esquema básico de cobrança de água no Brasil.

<b>Valor de Cobrança = Base de cálculo x Preço Unitário x [Coeficientes]</b>	
<b>Componente</b>	<b>Descrição</b>
<i>Valor de Cobrança</i>	Valor financeiro total correspondente à Cobrança pelo uso de recursos hídricos.
<i>Base de Cálculo</i>	Visa quantificar o volume utilizado de água para captação, consumo, lançamento (e/ou diluição) e transposição.
<i>Preço Unitário</i>	Define o valor financeiro unitário de determinado volume de uso da água, com base nos objetivos do instrumento da Cobrança.
<i>Coeficientes</i>	Visam adaptar os mecanismos definidos a objetivos, particularidades da bacia hidrográfica ou usos específicos.

Para a variável "Base de cálculo" são consideradas as seguintes atividades: (1) Captação – retirada de água do corpo hídrico, que pode ser quantificada pelo volume mensal ou anual de água retirada do manancial; (2) Consumo – parcela do volume captado que não é devolvida ao corpo hídrico e pode ser quantificada pela diferença entre o volume anual de água captado e o volume anual de água que retorna à fonte; (3) Lançamento – quantidade de água necessária para diluir a carga poluente lançada no corpo hídrico (ANA, 2014).

O item "preços unitários" são os valores monetários correspondentes a determinado volume de água (em m<sup>3</sup>) utilizado nos serviços de captação, consumo, lançamento ou transposição de rios, de acordo com os objetivos estipulados na outorga. Nessa fase, durante o processo de discussão dos valores (\$) de cobrança no âmbito do comitê de bacia hidrográfica, é imprescindível a preparação de estudos preliminares que estipulem o potencial de arrecadação com a cobrança, assim como estudos dos impactos de diferentes valores sobre os custos na produção dos diversos setores usuários. Segundo a Agência Nacional de Águas - ANA sugerem-se estudos baseados nas demandas hídricas presentes nos Planos de Recursos Hídricos elaborados pelos próprios comitês.

Por fim, o item "coeficientes" visa incrementar no cálculo de cobrança pelo uso da água às particularidades socioeconômicas na bacia hidrográfica. Como exemplo, o comitê pode instituir um coeficiente multiplicador que condicione o preço da água para um estímulo de adoção de tecnologias para um uso mais eficiente, como no caso de irrigação. Pode ainda diferenciar o valor em função da classe de uso do corpo hídrico, ou seja, o coeficiente majoraria em função da melhor qualidade das águas captadas. Tais coeficientes podem, ainda, diferenciar o preço da água em regiões críticas de acordo com balanço hídrico (ANA, 2014).

Segundo Santos (2015), um exemplo de precificação esquematizada no passo a passo metodológico apresentado é observado na atuação do Comitê da Bacia Hidrográfica do rio São Francisco - CBHSF, que seguindo a formulação da Equação 1, considerou os seguintes critérios estabelecidos pela ANA (2010) com valores de preço base (Tabela 1):

**Tabela 1** – Valores de preço base adotados pelo CBHSF.

<b>Tipo de uso</b>	<b>Unidade</b>	<b>Valor – R\$</b>
Captação de água bruta	m <sup>3</sup>	0,01
Consumo de água bruta	m <sup>3</sup>	0,02
Lançamento de carga orgânica – DBO	kg	0,07

Ainda segundo Santos (2015), com os valores-base definidos após consultas a ANA e ao CBHSF, estipulou-se os coeficientes em função das atividades que são desenvolvidas ao longo dos compartimentos da bacia hidrográfica. As atividades de agropecuária são predominantes, o que acarretam em diversas estruturas de irrigação, mas a presença de zonas industriais, cidades e atividades de lançamento de efluentes, fazem com que os valores multiplicadores sofram ponderações específicas, como mostra o Tabela 2:

**Tabela 2 – Coeficientes adotados pelo CBHSF.**

<b>Atividade</b>	<b>Coeficiente</b>
<i>K</i> consumo	0,8
<i>K</i> <sub>t</sub> (para irrigação)	0,025
<i>K</i> <sub>t</sub> (para demais usuários)	1
<i>K</i> lançamento efluentes	1
<i>K</i> prioridade (para abastecimento humano)	0,5

Esse exemplo expõe os pesos dos coeficientes que são estipulados, considerando de forma única, os tipos de atividades econômicas presentes na bacia hidrográfica. Motta (1998) já contextualizava tais aspectos da política de águas no Brasil.

#### ***Inserção de atributos do meio físico no preço da água***

Conforme a contextualização das variáveis adotadas para definir o preço da água nas bacias hidrográficas do Brasil, ficam evidentes que as ponderações no valor final do recurso são resultadas de formulações que apenas lançam mão de atributos socioeconômicos. Entretanto, sabe-se que a qualidade e a quantidade da água têm relação indissociável com atributos dos sistemas naturais, como a cobertura vegetal, as unidades litológicas, os compartimentos geomorfológicos, a cobertura pedológica e o tipo climático local.

Para expor essa relação direta entre água e ambiente, elencaram-se alguns trabalhos desenvolvidos nesse escopo: Santos *et al.* (2008) desenvolveu uma pesquisa no baixo curso da bacia hidrográfica do Rio Salgado (Bahia) e comprovou que resquícios de cunha salina proveniente de substratos geológicos arenosos influenciam diretamente na qualidade da água, especificamente em sua condutividade elétrica; Figueiredo e Rego (2005) conseguiram mostrar que a configuração do relevo, solos, declividade e precipitação nos diferentes compartimentos da Bacia Hidrográfica do rio Colônia - Bahia influenciam diretamente no risco de salinização das águas e dos solos ao longo dos rios da unidade geográfica. Segundo os autores, as congruências que os caminhos hidrográficos percorreram sobrepostas aos Chernossolos atrelados às declividades que determinam a configuração regional das feições de relevo, podem acarretar na salinização dos mananciais como também dos demais solos da área, afetando a qualidade da água nas cidades da bacia hidrográfica.

Mattos *et al.* (2017) evidenciou que os usos das águas superficiais e subterrâneas do município de Lençóis (BA), na Chapada Diamantina, devem ser condicionados ao estado da quantidade da água no ambiente do município. Para o autor, em períodos de altos índices pluviométricos, a dissolução do calcário, arenitos e conglomerados ricos em minerais ferrosos alteram o estado da qualidade da água, onde processos de dissolução elevam os níveis de Cálcio (Ca<sup>+</sup>) e Ferro (Fe<sup>+</sup>) na água. Além disso, a turbidez nos mesmos períodos indica altos níveis de matéria orgânica na coluna d'água, o que influencia diretamente nos custos de tratamento de água para as empresas de abastecimento e sistemas de irrigação da localidade.

Conforme o que foi apresentado, o valor monetário final que a água assume ao longo de uma bacia hidrográfica sem ajustes em função de sua qualidade pode desencadear em variações de custo operacional para captação, manutenção e estrutura de distribuição. Cabe destacar também, que eventuais custos por parte das empresas concessionárias de água para a adequação do Índice de Qualidade das Águas – IQA para níveis de potabilidade (no caso de

empresas de abastecimento) e adequação das características dos efluentes, ambos impostos pagos aos órgãos ambientais regionais.

Sendo assim, um ajuste inicial no preço pago pela água que considere de forma direta sua qualidade e quantidade nos ambientes que a mesma perpassou a montante do ponto de captação, mostra-se como fundamental para uma coerência no valor que o recurso dispõe para os diversos tipos de uso da água ao longo da bacia hidrográfica.

Considerando a formulação matemática da Equação 1 e a possibilidade de inserir coeficientes que pondere o preço da água em função das peculiaridades da bacia hidrográfica (Coefgeo), a inserção de atributos ambientais (especificamente do meio físico, abordado como exemplo a seguir) no cálculo do preço pode ser descrita, de forma sintética e simplificada de acordo com Silva e Amorim (2017), levando em consideração atributos e pesos, como morfologia geológica e solos de uma área (Equação 2):

$$\text{Coefgeo} = \frac{\text{Geo}^1 \cdot x^1 + \text{Geo}^2 \cdot x^2 + \text{Sol}^1 \cdot x^3}{N}$$

N

Equação 2

Proposta de formulação matemática: Geo<sup>1</sup>, Geo<sup>2</sup>, Geo n... são valores arbitrados em função do grau de influência de determinada rocha na água e Sol<sup>1</sup>, Sol n... em função do grau de influência de determinado solo na água. X é o peso ponderado de cada tributo e N é o número total de variáveis no dividendo, índice devidamente montado para variar no intervalo 0>1. Em cenários com valores próximos a zero, o preço unitário da água denota baixa influência dos atributos geossistêmicos na água; valores próximo a um, define uma influência considerável, entretanto, o preço do valor de cobrança multiplicado por um permanecerá o mesmo, considerando que as praxias da cobrança não é ultrapassar os valores-base, assumindo valores irrisórios no sentido de popularizar os processos de precificação da água.

O coeficiente “aberto” presente no cálculo do valor de cobrança significa, em vias de fato, que a heterogeneidade dos sistemas naturais do Brasil não possibilita que haja uma precificação da água mecanizada em apenas um instrumento de gestão hídrica, de cálculo monetário. A inserção das variáveis ambientais, neste exemplo da Equação 2, simplifica a complexidade da leitura do meio físico de uma área em valores coagidos para representá-los no campo de preços unitários para determinado uso. A noção de escala passa a ser fundamental para estimar a influência desses atributos da paisagem na qualidade da água.

O desafio central dessa concepção é observado apenas na fase de arbitrariedade dos valores que irão compor o índice, mas com a presença de profissionais que denominam as nuances da relação água-rocha-solos-relevo, subentende-se que os mesmos favorecem a compreensão de como diversos tipos de características físico-químicos presentes na água são influenciadas pelos atributos ambientais de determinada bacia hidrográfica. O termo “Zoneamento GeoHidroecológico” trazido por Campos (2014), como exemplo, são resultados de trabalhos que, ainda de forma incipiente, tem pensado no relação água-meio físico como variável de preço do recurso hídrico.

Essa necessidade de leitura de ambientes que parte do diagnóstico do meio físico da paisagem chegando até o preço da água torna-se maior em bacias hidrográficas de dimensões regionais que abarcam em seus domínios diversas paisagens naturais, pois são as fisionomias (e fisiologias) ecológicas que determinam os tipos de apropriação destes sistemas por parte das populações humanas, sinônimo de desenvolvimento multifacetado das diferentes atividades socioeconômicas. Em casos de bacias hidrográficas de domínio da união e estadual, a participação dos usuários da água torna-se fundamental para apontar qual o valor real da água para as comunidades.

Dessa forma, quando o preço da água é ajustado, em função das variáveis que definem a qualidade e quantidade da água naquele recorte, favorece um prognóstico que envolve os

ganhos e custos dos diversos usuários da água, principalmente quando serviços de manutenção e tratamento de água são derivados pós-captação. Além disso, os Comitês de Bacias Hidrográficas deverão observar que eventuais mudanças no estado ambiental daquela bacia hidrográfica irão influenciar diretamente no estado hidrológico dos rios. É nessa etapa que os ajustes de preço através dos mecanismos de cobrança devem esclarecer as tomadas de decisão no que concerne ao incremento ou abatimento de valores monetários (\$) na cobrança dependendo do tipo de uso empregado ao recurso hídrico.

### **O caso da bacia hidrográfica do rio salitre**

A Bacia Hidrográfica do rio Salitre é uma subbacia do Rio São Francisco, localizada no centro-norte do estado da Bahia. Apresenta uma área de 13.477 km<sup>2</sup>, abrangendo os municípios de Campo Formoso, Jacobina, Juazeiro, Miguel Calmon, Mirangaba, Morro do Chapéu, Ouro-lândia Umburanas e Várzea Nova. A importância dessa bacia hidrográfica é evidente no sentido de que todos os municípios inseridos em seus limites pautam sua economia na agricultura irrigada, conforme pode ser visualizado na Figura 2 (PLANGIS, 2003).

**Figura 2** – A- Cultivo irrigado no município de Juazeiro (Bahia); B – Captação de água para irrigação no Rio Salitre no município de Juazeiro (Bahia).



**Fonte** – Trabalho de Campo (novembro/2017).

Apesar de apresentar uma rede de drenagem de dimensões regionais, a disponibilidade hídrica é relativamente baixa devido ao clima semiárido, apresentando índices pluviométricos que não ultrapassam os 600 mm médios anuais. Esse regime hidrológico faz com que alguns canais de drenagem assumam características efêmeras, conforme apresentando também na pesquisa de Silva, Amorim e Mattos (2018). O rio principal possui extensão de 333,2 km, nascendo na Serra do Tombador (Chapada Diamantina, município de Morro do Chapéu) seguindo até seu exutório no Rio São Francisco, no município de Juazeiro (Figura 3). Essa Bacia Hidrográfica está adjacente a represa do Sobradinho, e seu baixo curso está na região de planejamento conhecida como Vale do São Francisco.

Silva e Amorim (2017) utilizaram o parâmetro de densidade de drenagem ( $D/d$ ) num ensaio para subsidiar o preço da água na Bacia Hidrográfica do rio Salitre (Brasil), frisando que esse parâmetro morfométrico é condicionado pelas configurações de sistemas naturais (litologia, relevo, precipitação e temperatura): os valores médios demonstraram que a produção de água na bacia hidrográfica é consideravelmente baixa, onde uma drenagem de 0,35 km/km<sup>2</sup> denota uma baixa capacidade do ciclo hidrológico em esculpir o relevo e conseqüentemente formar canais de drenagem (SETTI *et al.*, 2000). Entretanto, o cenário hidrológico da bacia de drenagem é caracterizado pela ocorrência de algumas regiões hidrográficas homogêneas, destacando compartimentos em que os valores atingem cerca de 2 km/km<sup>2</sup>, e valores próximos a zero. [1] Os locais em que os valores atingiram um intervalo acima de 0,07 km/km<sup>2</sup> são

associados à presença de canais de 1ª ordem, que estão no compartimento das serras, principalmente nos municípios de Campo Formoso, Mirangaba e Morro do Chapéu; [2] os locais com densidade abaixo do valor mencionado são associadas aos domínios aplainados na Caatinga que abrangem grandes áreas dos municípios de Jacobina, Ourolândia e Várzea Nova, ou seja, essa feição hidrográfica permite visualizar a densidade de drenagem em duas zonas, representadas pela Figura 4.

Figura 3 – Bacia Hidrográfica do rio Salitre.

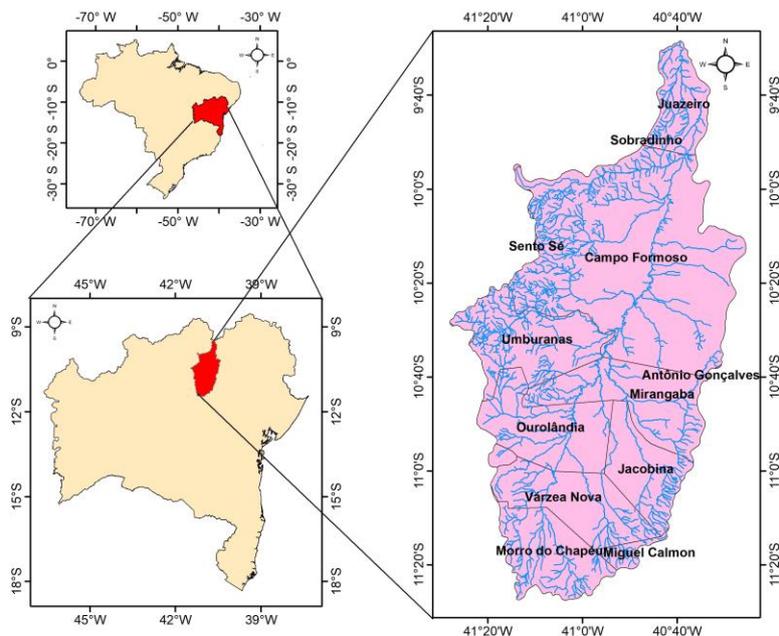
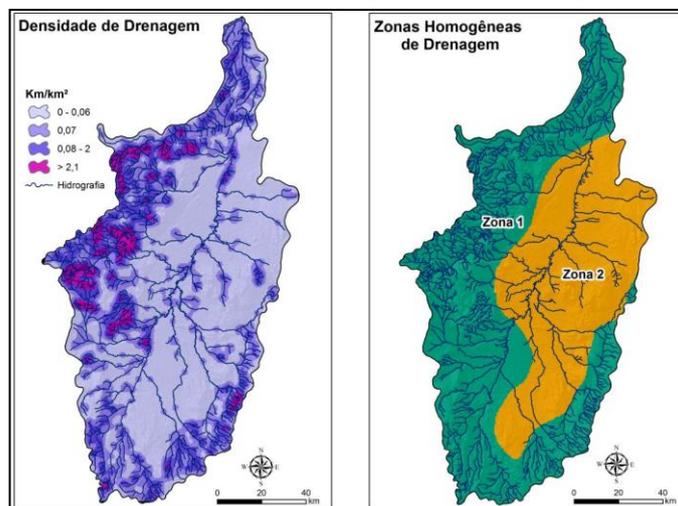


Figura 4 – Cenários da densidade de drenagem na Bacia Hidrográfica do rio Salitre.



Esses dois cenários hidrográficos definem as duas zonas que, segundo Silva e Amorim (2017), devem ser tratadas de forma distinta em processos de pagamento pelo uso da água (implementação da outorga e posteriores cobranças), já que a produção de água é diferente nos dois recortes, e conseqüentemente são alternados os valores de vazão natural dos canais de drenagem. A disponibilidade de água e seu valor monetário nessa região, fomentam uma cobrança ajustada no sentido de que a racionalidade no uso dos mananciais contribui para o desenvolvimento econômico no semiárido. A bacia hidrográfica do rio Salitre detém dois perímetros irrigados, fazendo com que a água seja traduzida como matéria prima primordial.

### **As relações da água com os sistemas antrópicos**

As diversas atividades econômicas desenvolvidas sobre os sistemas naturais desencadeiam em intensas alterações do meio natural, sendo a artificialização da paisagem a marca da consolidação dos sistemas antrópicos na paisagem. Nesse sentido, quaisquer atividades econômicas, de forma direta ou indireta, influenciam na disponibilidade de água nas regiões do Brasil, sejam elas caracterizadas por elevados níveis de industrialização e (agro)pecuarização ou presença de cidades, já que a água é matéria prima e/ou insumo para as atividades humanas em qualquer cenário. A abordagem geossistêmica elucida que, se tratando de disponibilidade de água, os fluxos de matéria e energia das bacias hidrográficas são alterados significativamente influenciados pelas atividades humanas, em todos os níveis de antropização.

Atualmente nas ciências naturais, encontram-se pesquisas que definem o impacto negativo dos sistemas antrópicos na qualidade da água no Brasil, o que acarreta em diversos problemas socioambientais desde o século passado (BARTH e POMPEU, 1987). Destacam-se problemáticas recorrentes no cotidiano da população, como despejo de esgotos e demais águas servidas em corpos d'água citadinos, como na cidade de grande porte como São Paulo, Rio de Janeiro, Brasília e Fortaleza (MOTTA, 1998; HESPANHOL, 2002; MERTEN e MINELLA, 2002; UIEDA e BARRETO, 2009; MALAGODI e PELOGGIA, 2016) e cidades médias como aponta o trabalho de Silva *et al.* (2016) ao estudar Itabuna no sul da Bahia, por exemplo. Além disso, um estado de qualidade de água deteriorado é sinônimo também de influência na saúde da população (RIOS *et al.*, 2007; DAMAZIO *et al.*, 2013).

Já em zonas de configuração semiurbanas ou rurais, sobretudo nas fronteiras agrícolas, os corpos d'água são atingidos paulatinamente por dejetos carregados de compostos e elementos químicos utilizados para aumento de produção vegetal e animal, acarretando em elevados níveis de concentrações de toxinas nocivas à saúde ambiental de toda uma bacia hidrográfica. Em estudos brasileiros que determinam os níveis de capacidade bioativa na água, como os Neves *et al.* (2014) e Nascimento *et al.* (2015), é possível constatar que atividades agropecuárias são os principais responsáveis pela perda de qualidade da água nos rios brasileiros, fazendo com que o estado ambiental dos ecossistemas seja acentuado. É importante frisar também, que os sistemas rurais são vetores de desmatamento, que é o processo principal para determinar perda na produção de água na biosfera, ocasionando ocorrências de assoreamentos.

Mesmo com diretrizes, normativas e leis que definem os tipos de uso dos mananciais e lançamento de efluentes nos corpos d'água do Brasil, a fiscalização precária e a ausência de problematização ambiental nas ações dos setores primários da economia fazem com que, com o passar dos anos, bacias hidrográficas apresentem perdas significativas na qualidade e quantidade de água para os diversos tipos de atividades locais. Em relação aos sistemas antrópicos, as medidas de intervenção são "não estruturais", ou seja, a educação ambiental e o fortalecimento da racionalidade de uso são metas primordiais para o alcance de um cenário de equilíbrio na bacia hidrográfica, frisando que medidas de conservação de solo, tratamento de esgoto, coleta seletiva e reflorestamento estão intimamente ligados a produção de água.

### **PERSPECTIVAS E DESAFIOS**

Os instrumentos de gestão elencados na Política Nacional de Recursos Hídricos trazem em seu bojo diretrizes que concebem a participação de diversos setores da sociedade nos processos de gestão da água em bacias hidrográficas brasileiras. Essa é principal função dos comitês de bacias hidrográficas, buscando agregar em ações conjuntas aos posicionamentos da sociedade civil e organizações públicas e privadas. Entretanto, tratar de valores financeiros de determinado recurso é algo que provoca conflitos de uso, e, na função deliberativa que os comitês de bacias hidrográficas exercem, as intencionalidades dos atores envolvidos no uso da água são, por muitas vezes, sinônimos de embates que desencadeiam eventuais ausências de políticas públicas. Para a gestão dos recursos hídricos, o grande desafio é fortalecer a relação entre as instituições de pesquisa e o estado, pois sobretudo na escala dos municípios é possível implementar uma equidade no uso da água, sendo a população o principal aliado

(LEAL, 2012). As principais experiências em que o conhecimento acadêmico atingiu de forma satisfatória a sociedade, trazem consigo as relações com prefeituras, já que o contato entre o Estado e o indivíduo é melhor estruturada na escala do lugar de vivência. A lacuna existente entre as linguagens acadêmica e social por vezes é apontada como a falha nos processos de efetivação de pesquisas que propõem medidas de inserção social (CARPI JR., 2011; LEAL, 2012).

Sendo assim, qualquer proposta de alteração do preço da água (no presente caso, baseado em características geossistêmicas do ambiente) deve ser cuidadosamente abordada nas reuniões discursivas entre os usuários da água, pois é esse contato o plano principal para efetivar uma gestão adequada a realidade hidrológica de determinada bacia hidrográfica. Cabe frisar que a cobrança pelo uso da água deve ser entendida como um instrumento de gestão, e não de arrecadação financeira, o que explica valores irrisórios cobrados em bacias pilotos do Brasil. A cobrança e a outorga de uso da água são termos recentes na política ambiental brasileira (ANA, 2011). Em países que detêm de experiências de cobrança pelo uso da água *in natura*, como a Espanha e Alemanha, a cobrança é parte integrada a programas de educação ambiental, que entendem que os desafios na gestão de recursos hídricos devem trazer resultados a longo prazo. Essa premissa é ainda mais desafiadora considerando a dimensão territorial do Brasil (FANTINATI *et al.* 2015; ZUFFO e ZUFFO, 2016). Em um cenário de sucesso, o ajuste do preço da água em função de sua disponibilidade natural desencadearia em valores racionais na captação e lançamento de efluentes, com destaque para as regiões semiáridas e zonas com elevada densidade demográfica.

## CONSIDERAÇÕES FINAIS

Em relação ao processo de precificação da água em bacias hidrográficas, tendo como base a formulação metodológica apresentada nas atividades de cobrança pelo uso da água da Política Nacional de Recursos Hídricos, o mesmo, ainda que seja empregado de forma econômica, possibilita incrementos em sua estrutura que concebam características específicas de uma bacia hidrográfica, como os atributos ambientais (em resposta à pergunta central do texto). Para isso, fica evidente que a forma ideal é inventariar os atributos dos sistemas naturais em escala cartográfica adequada, e em seguida definir a influência dos sistemas antrópicos na disponibilidade da água, quantificando-os através de valores arbitrados conforme seus níveis de alteração na qualidade e quantidade de água. Esse tipo de modelagem é uma forma de agregar aspectos geográficos que, por muitas vezes, são dificultosos no sentido de serem traduzidos para formas quantitativas e suas eventuais representações.

No que concerne ao preço da água em função das características geossistêmicas de determinada bacia hidrográfica, a inserção desses dados tende a subsidiar um preço melhor ajustado em função de sua qualidade, o que acarretaria numa eficaz gestão econômica, definindo preços coerentes para o uso da água de acordo com a qualidade da mesma. As tomadas de decisões considerando esses aspectos desencadeariam no Brasil a formulação de processos que modelam custos e benefícios no pagamento da água (sobretudo deliberada pelos Comitês de Bacias Hidrográficas); isso faria com que, ao longo de uma série temporal de gestão de recursos hídricos, um banco de dados econômicos se consolidasse no Sistema Nacional de Recursos Hídricos. Como a Política Nacional de Recursos Hídricos define 12 regiões geográficas no Brasil, a heterogeneidade dos geossistemas influenciando corpos d'água seriam parâmetros observados e levados em conta em alternâncias do uso da água ao longo do tempo, em conformidade com cada peculiaridade geoambiental desses recortes hidrográficos.

## AGRADECIMENTOS

Agradecimento à Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo (FAPESP), processo nº 2016/00007-3 pelo financiamento da pesquisa. O presente trabalho foi realizado também com apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior - Brasil (CAPES) - Código de Financiamento 001.

Destacam-se auxílios em relação a disponibilidade de infraestrutura (material e pessoal) dos Laboratórios de Estudos Climáticos da Universidade Estadual de Campinas – LECLIG UNICAMP e Laboratório de Climatologia da Universidade Estadual de Santa Cruz – UESC.

## REFERÊNCIAS

- AMORIM, R. R. Um novo olhar na geografia para os conceitos e aplicações de geossistemas, sistemas antrópicos e sistemas ambientais. *Caminhos de Geografia*, vol. 13, p. 80 - 101. 2012.
- AMORIM, R. R. REIS, C.H. FERREIRA, C. Mapeamento dos geossistemas e dos sistemas antrópicos como subsídio ao estudo de áreas com riscos a inundações no baixo curso da bacia hidrográfica do rio Muriaé (Rio de Janeiro - Brasil). *Territorium*, vol 24, p. 89 - 114. 2017. [https://doi.org/10.14195/1647-7723\\_24\\_7](https://doi.org/10.14195/1647-7723_24_7)
- ANA. Agência Nacional de Águas. Outorga de direito de uso de recursos hídricos. 2011.
- BARTH, F. T. POMPEU, C. T. Fundamentos para a gestão de recursos hídricos. In: BARTH, F. T. (et al) (Org) Modelos para gerenciamento de recursos hídricos. São Paulo: Nobel/ABRH, 1-91p. 1987.
- BASTIAN, O. GRUNEWALD, K. KHOROSHEV, A. V. The significance of geosystem and landscape concepts for the assessment of ecosystem services: exemplified in a case study in Russia. *Landscape ecology*, vol. 30, n. 7, p. 1145 - 1164, 2015. <https://doi.org/10.1007/s10980-015-0200-x>
- BASTIAN, O. GRUNEWALD, K. SYRBE, R. U. Space and time aspects of ecosystem services, using the example of the EU Water Framework Directive. *International Journal of Biodiversity Science, Ecosystem Services & Management*, vol. 8, n. 1-2, p. 5-16, 2012. <https://doi.org/10.1080/21513732.2011.631941>
- BRASIL. MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE. Plano Nacional de Recursos Hídricos: panorama e estado dos recursos hídricos do Brasil. Brasília: Ministério do Meio Ambiente, vol. 1, 2006.
- BURKHARD, B. DE GROOT, R. COSTANZA, R. Solutions for sustaining natural capital and ecosystem services. *Ecological Indicators*, vol. 21, p. 1 - 6. 2012. <https://doi.org/10.1016/j.ecolind.2012.03.008>
- BURKHARD, B. KANDZIORA, M. HOU, Y. Ecosystem Service Potentials, Flows and Demands-Concepts for Spatial Localization, Indication and Quantification. *Landscape*, vol. 34, p. 122-135, 2014. <https://doi.org/10.3097/LO.201434>
- CAMPOS, D. O. Zoneamento Geohidroecológico como proposta de análise integrada da paisagem de bacias hidrográficas. 2014. 109p. Tese. (Doutorado em Desenvolvimento e Meio Ambiente). Universidade Estadual de Santa Cruz, Ilhéus. 2014.
- CARPI Jr., S. Mapeamento de riscos ambientais e planejamento participativo em bacias hidrográficas: o caso do Manancial Rio Santo Anastácio - SP. Presidente Prudente: FCT - UNESP, 2011. [https://doi.org/10.14195/1647-7723\\_19\\_10](https://doi.org/10.14195/1647-7723_19_10)
- DAMAZIO, S. M. LIMA, M. D. S. SOARES, A. R. SOUZA, M. A. A. D. Intestinal parasites in a quilombola community of the Northern State of Espírito Santo, Brazil. *Revista do Instituto de*

Medicina Tropical de São Paulo, v. 55, n. 3, p. 179-183, 2013.

<https://doi.org/10.1590/S0036-46652013000300007>

FANTINATTI, P. A. P.; ZUFFO, A. C.; FERRÃO, A. M. A. Water governance in the state of Sao Paulo, Brazil: first perceptions and further reflections. Sinergia, vol. 16, p. 146-153, 2015.

FIGUEIREDO A. F. REGO, N. A. C. Risco de Salinização dos Solos da Bacia Hidrográfica do Rio Colônia - Sudeste da Bahia/Brasil. Engevista, vol. 10, p. 15-26, 2008.

<https://doi.org/10.22409/engevista.v10i1.209>

GAGARINOVA, O. V. KOVALCHUK, O. A. Assessment of anthropogenic impacts on landscape hydrological complexes. Geographical and Natural Resources, n.31, p. 291-295, 2010.

<https://doi.org/10.1016/j.gnr.2010.09.016>

HESPANHOL, I. Potencial de reuso de água no Brasil: agricultura, indústria, municípios, recarga de aquíferos. Revista Brasileira de Recursos Hídricos, vol. 7, p. 75-95, 2002.

<https://doi.org/10.21168/rbrh.v7n4.p75-95>

KELMAN, J. RAMOS, M. Custo, valor e preço da água utilizada na agricultura. Revista REGA, vol. 2, p. 39-48, 2005.

LEAL, A. C. Gestão das águas e planejamento ambiental na UGRH Paranapanema - Brasil: estudos e desafios. Revista Geonorte, vol. 4, p. 220 - 238. 2012.

MALAGODI, C.C. PELOGGIA, A. U. G. Vulnerabilidade e risco em um assentamento urbano na planície de inundação do rio Tietê no município de São Paulo (SP). Revista do Instituto Geológico, vol. 36, p. 47-60. 2016

<https://doi.org/10.5935/0100-929X.20150007>

MARQUES NETO, R. OLIVEIRA, G. RODRIGUES, E. OLIVEIRA, A. Geossistemas: interpretação e aplicação de um conceito para uma proposta de zoneamento ambiental na Bacia do rio Paraibuna, zona da mata mineira. Caminhos de Geografia, vol. 18, p. 90-109, 2017.

<https://doi.org/10.14393/RCG186304>

MATTOS, J. B. SILVA, K. B. LIMA, J. M. OLIVEIRA, L. A. Zoning of the use and quality of groundwater as a subsidy for the management of water resources: The case of the municipality of Lençóis, Bahia, Northeastern Brazil. Journal of Hyperspectral Remote Sensing, vol. 7, p. 40 - 49. 2017.

MERTEN, G. H. MINELLA, J.P. Qualidade da água em bacias hidrográficas rurais: um desafio atual para a sobrevivência futura. Agroecologia e Desenvolvimento Rural Sustentável, vol. 3, n. 4, p. 33-38, 2002.

MOTTA, R. S. Utilização de critérios econômicos para a valorização da água no Brasil. 1998.

MUBAREKA, S. Estimation of water requirements by livestock in Europe. Ecosystem Services, vol. 4, p. 139-145. 2013.

<https://doi.org/10.1016/j.ecoser.2013.03.001>

NASCIMENTO, R. D. A. L. ALVES, M. H. M. FREITAS, J. H. E. MANHKE, L. C. LUNA, M. A. C., SANTANA, K. V. SILVA, C. A. A. Aproveitamento da água de maceração de milho para produção de compostos bioativos por *Aspergillus Niger* (UCP/WFCC 1261). E-xacta, vol. 8, n.

1, p. 15-29. 2015.

<https://doi.org/10.18674/exacta.v8i1.1421>

NEVES, O. S. C. SOUZA, A. S. COSTA, M. A. ALMEIDA SOUSA, L., VIANA, A. E. S. NEVES, V. B. F. Persistência do cianeto e estabilização do pH em manipueira. *Revista Brasileira de Tecnologia Agroindustrial*, vol. 8, p. 1-12, 2014.

<https://doi.org/10.3895/S1981-36862014000100012>

PLANGIS. Plano de Gerenciamento Integrado da subbacia do Rio Salitre. Resumo Executivo. Salvador: Universidade Federal da Bahia. 2003

RAMOS, M. Gestão de Recursos Hídricos e Cobrança pelo Uso da Água. Publicação periódica da EBAP, Fundação Getúlio Vargas, vol.5, p. 13 - 28, 2007.

RIOS, L. CUTOLO, S. A., GIATTI, L. L. CASTRO, M. ROCHA, A. A. TOLEDO, R. F. SANTOS, J. G. Prevalência de parasitos intestinais e aspectos socioambientais em comunidade indígena no Distrito de Iauaretê, Município de São Gabriel da Cachoeira (AM), Brasil. *Saúde e Sociedade*, v. 16, n. 2, p. 76-86, 2007.

<https://doi.org/10.1590/S0104-12902007000200008>

RODRIGUES, C. A teoria geossistêmica e sua contribuição para estudos geográficos e ambientais. *Revista do Departamento de Geografia*, vol. 14, p. 60-77. 2001.

<https://doi.org/10.7154/RDG.2001.0014.0007>

RODRIGUEZ, J. M. M. SILVA, E. V. CAVALCANTI, A. P. B. Geocologia das Paisagens: uma visão geossistêmica da análise ambiental. Fortaleza, Editora UFC, 2004

SANTOS, A. A. GOMES, R. L. REGO, N. A. C. Avaliação da aplicação de cobrança pelo uso da água na bacia hidrográfica do rio Cachoeira, sul da Bahia. *REGA*, vol. 8, no. 2, p. 5-18, 2011.

<https://doi.org/10.21168/rega.v8n2.p5-18>

SANTOS, J. W. B. PAULA, F. C. F. REGO, N. A. C. Tipologia fluvial da bacia hidrográfica do Rio Salgado, sul da Bahia. *Revista Brasileira de Recursos Hídricos*, vol. 13, p. 217-226, 2008.

<https://doi.org/10.21168/rbrh.v13n1.p217-226>

SANTOS, M. Economia espacial: críticas e alternativas, HUCITEC, São Paulo, 1978.

SARAIVA, F. Considerações acerca da pesquisa em Geografia Física aplicada ao planejamento ambiental a partir de uma perspectiva sistêmica. *RA'E GA: o espaço geográfico em análise*, nº 9, p. 83 - 93, 2005.

<https://doi.org/10.5380/raega.v9i0.3449>

SETTI, A. A. LIMA, J. E. F. W. CHAVES, A. G. M. PEREIRA, I. C. Introdução ao gerenciamento de recursos hídricos. 2.<sup>a</sup> ed. Brasília: Agência Nacional de Águas/Agência Nacional de Energia Elétrica/Organização Meteorológica Mundial, 2000.

SILVA, K. B. AMORIM, R. R. MATTOS, J. B. Aspectos físicos da Bacia Hidrográfica do rio Salitre: uma análise a partir da abordagem geossistêmica. *Acta Geográfica*, vol. 12, n. 29, p.33-45, 2018.

SILVA, K. B. AMORIM, R. R. Obtenção de densidade de drenagem para subsídio a precificação da água na Bacia Hidrográfica Do Rio Salitre - Ba. *Anais: XXII Simpósio Brasileiro*

De Recursos Hídricos, Florianópolis, 2017.

SILVA, K. B. AMORIM, R. R. REGO, N. A. C. A representação dos geossistemas com ênfase no estudo dos recursos hídricos na Bacia Hidrográfica do rio Cachoeira, Brasil. *Caminhos da Geografia*, vol. 19, p. 53-77, 2018.

<https://doi.org/10.14393/Hygeia196704>

SILVA, K. B. REGO, N. A. C. SANTOS, J. W. B. COSTA, P. A. D. Identification of urban heat islands as a subsidy for creation of green areas. *Gaia Scientia*, vol. 10, p. 209-222, 2016.

<https://doi.org/10.21707/ga.v10.n04a17>

TUCCI, C. E. M. Modelos Hidrológicos. 2ª Ed. Editora da UFRGS, Porto Alegre, 680 p.2005.

UIEDA, V. S. BARRETTO, M. G. Composição da ictiofauna de quatro trechos de diferentes ordens do rio Capivara, bacia do Tietê, Botucatu, São Paulo. *Revista Brasileira de Zoociências*, vol. 1, n. 1, 2, 2009.

ZUFFO, A. C. ZUFFO, M. S. R. Gerenciamento de Recursos Hídricos: Conceituação e Contextualização. 1/1. ed. Rio de Janeiro: Elsevier, 2016. v. 1. 480p.

---

Recebido em: 21/11/2017

Aceito para publicação em: 21/12/2018