



## A gestão de recursos hídricos baseada na abordagem dos serviços ecossistêmicos

© **Géssica Mathias Diniz**

Analista Economista no Governo do Estado do RS

E-mail: [gessica92eco@gmail.com](mailto:gessica92eco@gmail.com)

<https://orcid.org/>

0000-0002-1911-6260

© **Junior Ruiz Garcia**

Professor Associado II do Departamento de Economia da Universidade Federal do Paraná (UFPR)

E-mail: [jrgarcia@ufpr.br](mailto:jrgarcia@ufpr.br)

<https://orcid.org/0000-0002-9625-3859>

Doi: <https://doi.org/10.51861/ded.dmvqt.2.694>

Recebido em:  
15 de novembro de 2023.

Aceito em:  
6 de março de 2024.

### RESUMO

O uso além da capacidade de reposição/recuperação da natureza resulta em escassez, o que compromete não só o funcionamento do ecossistema, mas também das atividades desenvolvidas pela sociedade. Assim, é necessário propor modelos de gestão ambiental que sejam capazes de coibir a sobreutilização dos recursos naturais. No caso da água, vários modelos de gestão foram criados ao longo do século XX. Neste contexto, o objetivo é apresentar e discutir a evolução dos modelos e instrumentos de gestão dos recursos hídricos e a adoção da cobrança pela água a partir dos pressupostos básicos da Economia Ecológica, da abordagem baseada em serviços ecossistêmicos e em experiências na gestão de bacias hidrográficas. O estudo foi desenvolvido com base em informações secundárias, pesquisa bibliográfica e documental. Frente aos objetivos em comum da abordagem de SEs e da gestão integrada dos recursos hídricos e os resultados positivos obtidos em programas que adotaram os SEs como foco de suas políticas, sugere-se que esta conexão pode trazer grandes benefícios socioeconômicos e ambientais para diferentes regiões.

**Palavras-chave:** Modelos de Gestão. Instrumentos de Gestão. Valoração. Recursos Naturais. Cobrança pelo uso da água.

### Water resources management based on the ecosystem services approach

#### ABSTRACT

The use besides the capacity of reposition/recovery of nature results in scarcity, which compromises not only ecosystem functioning but also activities developed by society. Hence, it is necessary to propose models of environmental management that are capable of restraining the overuse of natural resources. In the case of water, several management models were created throughout the 20th century. In this context, the goal of this paper is to present and discuss the evolution of models and instruments of water resources management and the adoption of water charging grounded on the basic precepts of the Ecological Economics, on the approach concerning ecosystem services and on the experience of watershed management. The study was developed with secondary information and bibliographic and documental research. Given the common goals of the approach based on ecosystem services and on the integrated water resources management well as the positive results obtained by programs which adopted the ecosystem services as the core of their policies, one can infer that such connection might bring substantial socioeconomic and environmental benefits for different regions.

**Keywords:** Management Models. Management tools. Valuation. Natural Resources. Charges for use of water.

### Gestión de recursos hídricos basada en el enfoque de servicios ecosistémicos

#### RESUMEN

El uso más allá de la capacidad de reposición/recuperación de la naturaleza resulta en escasez, lo que compromete no solo el funcionamiento del ecossistema, sino también las actividades desarrolladas por la sociedad. Por lo tanto, es necesario proponer modelos de gestión ambiental que sean capaces de evitar la sobreutilización de los recursos naturales. En el caso del agua, se han creado varios modelos de gestión a lo largo del siglo XX. En este contexto, el objetivo es presentar y discutir la evolución de los modelos e instrumentos de gestión de los recursos hídricos

ISSN: 2176-9257 (online)

y la adopción del cobro por el uso del agua, basándose en los supuestos básicos de la Economía Ecológica, en el enfoque basado en los servicios ecosistémicos y en experiencias de gestión de cuencas hidrográficas.

El estudio se desarrolló con base en información secundaria, investigación bibliográfica y documental. Dado los objetivos comunes entre el enfoque de servicios ecosistémicos (SEs) y la gestión integrada de los recursos hídricos, así como los resultados positivos obtenidos en programas que adoptaron los SEs como foco de sus políticas, se sugiere que esta conexión puede generar grandes beneficios socioeconómicos y ambientales para diferentes regiones.

**Palabras clave:** Modelos de Gestión. Instrumentos de Gestión. Valoración. Recursos Naturales. Cobro por el uso del agua.

## INTRODUÇÃO

A intensificação no uso da água e a degradação de sua qualidade devido ao crescimento populacional, urbanização, desenvolvimento industrial e novas demandas sociais têm posto novos desafios para a sociedade. A questão da disponibilidade hídrica tornou-se preocupação na academia e em instituições internacionais, como a *United Nations Water – UN-WATER*<sup>1</sup> – além de sua inclusão na agenda política e social. Ainda, o uso global da água mais que duplicou em relação ao aumento populacional no último século. A OECD (2012) projetou que a demanda global de água aumentará em 55% entre 2000 e 2050. O principal usuário de água natural é o setor agrícola, com 69% das retiradas de água no mundo, seguido da indústria (19%) e famílias (12%) (WWAP, 2019). Em 2015, 29% da população mundial não possuía acesso ao serviço de abastecimento de água. Dentre os que possuem o acesso, uma em cada três pessoas vive na área rural.

Neste contexto, pesquisadores e *policy-makers* têm avançado na discussão e proposição de ações mais adequadas para a gestão, uma vez que os recursos hídricos são responsáveis por importantes serviços ecossistémicos (SEs) (DAILY, 1997; DE GROOT et al., 2002)<sup>2</sup>. Como existe uma relação estreita entre o bem-estar e os SEs, qualquer modelo de gestão deve incluir esse pressuposto (ANDRADE; ROMEIRO, 2009; GARCIA; ROMEIRO, 2014). Tendo em vista essa dependência, o objetivo deste trabalho é apresentar e discutir a evolução dos modelos e instrumentos de gestão dos recursos hídricos e a adoção da cobrança pela água a partir dos pressupostos básicos da Economia Ecológica (Cechin e Veiga, 2010; Costanza, 1989), da abordagem baseada em SEs (MA, 2003) e de experiências na gestão de bacias hidrográficas. O estudo foi desenvolvido com base em informações secundárias, pesquisa bibliográfica e documental.

O trabalho está organizado em quatro seções, além desta introdução. Na primeira são apresentados os modelos de gestão de recursos hídricos. Na sequência é discutido o papel dos instrumentos econômicos e não-econômicos como subsídio para a gestão dos recursos hídricos. A análise sobre a importante relação entre os SEs e a gestão de bacias hidrográficas é realizada na terceira seção. As considerações finais são apresentadas na última seção.

## A GESTÃO DOS RECURSOS HÍDRICOS: ASPECTOS HISTÓRICOS E TEÓRICOS

Ao longo do tempo as discussões a respeito da gestão dos recursos hídricos passaram a incorporar questões relativas à escassez, qualidade e desastres ambientais (WRI, 2017). No Brasil, até a década de

---

<sup>1</sup> A *UN-Water* foi formalizada em 2003. É um mecanismo de coordenação interagências das Nações Unidas para todas as questões relacionadas com a água doce, inclusive saneamento.

<sup>2</sup> Neste trabalho, os bens e serviços ecossistémicos são tratados como serviços ecossistémicos.

1970, a gestão buscava viabilizar a geração de energia elétrica, saneamento e irrigação (Campos, 2007), enquanto que a preocupação com a disponibilidade estava ausente. O objetivo da gestão era somente promover o uso dos recursos hídricos como meio para o crescimento econômico.

A preocupação com as necessidades e exigências da sociedade quanto a água no presente e no futuro tem motivado a adoção de modelos de gestão que contribuam para a sustentabilidade (Quadro 1) (VAN HOFWEGEN; JASPERS, 1999). Assim, a adequada gestão deve considerar como diretrizes gerais a capacidade de suporte, a alocação e a justa distribuição dos benefícios; comportar uma organização legal e institucional; um sistema de gerenciamento que permita a união de instrumentos para executar o planejamento e a preservação da água (LANNA, 2001).

**Quadro 1** – Síntese dos modelos de gestão de recursos hídricos

Modelo	Unidade de gestão	Poder decisório	Agentes envolvidos	Instrumentos	Prioridade do investimento	Exemplo ou marco regulatório
<b>Burocrático</b>	Estado	Centralizado	Autoridade pública	Comando e controle	Geração de energia elétrica	Código das Águas (Brasil, 1934)
<b>Econômico-financeiro</b>	Setores	Centralizado setorialmente	Empresas públicas setoriais	Comando e controle e Econômico	Saneamento, irrigação e geração de energia elétrica	Empresas de saneamento básico. Companhias de energia elétrica
		Multissetorial	Entidades multissetoriais			<i>Tennessee Valley Authority</i> (EUA, 1933) Comissão do Vale do São Francisco (Brasil, 1948)
<b>Sistêmico integrado participativo</b>	Bacia hidrográfica	Propriedade privada da água: centralizado ou descentralizado	Estado e sociedade (conselhos, comitês ou agências de bacias hidrográficas)	Comando e controle, Econômico, Persuasão	Conservação dos recursos hídricos	Lei das Águas (Inglaterra, 1973) Código de Águas (Chile, 1981)
		Propriedade pública: descentralizado				Lei da Água (França, 1964) Política Nacional de Recursos Hídricos (Brasil, 1997)

**Fonte:** Elaborado pelos autores baseado em Lanna (2001) e Campos (2007).

O modelo burocrático é caracterizado como racional e hierárquico; grande aparato legal em que a autoridade e o poder tendem a concentrar-se gradualmente em instituições públicas de natureza burocrática; visão fragmentada do processo; desempenho restrito ao cumprimento de normas e ao engessamento da gestão por falta de flexibilidade para o atendimento de necessidades não rotineiras;

padronização no atendimento das demandas; pouca ou nenhuma importância dada ao ambiente externo ao sistema de gestão; pressões externas são vistas como ameaças indesejadas (LANNA, 2001). Essas características contribuíram para a fragilização da autoridade pública e para o surgimento e agravamento dos conflitos quanto ao uso e a proteção das águas, levando à criação de mais leis e regras.

O modelo econômico-financeiro é amparado no uso de instrumentos econômicos e financeiros pelo governo sob a ótica sistêmica, cujo objetivo é o desenvolvimento econômico nacional ou regional e a indução à obediência das disposições legais. Uma limitação foi o surgimento de sistemas parciais e independentes, para se adequarem aos diferentes objetivos quanto ao uso e preservação da água. Com isso, alguns setores foram privilegiados. Mesmo assim, o modelo representa um avanço, porque possibilitou o planejamento e a canalização de recursos financeiros para a implantação dos respectivos planos diretores. Apesar disso, a gestão integral é dificultada, porque as atividades não são coordenadas e planejadas multissetorialmente, conduzindo a uma centralização decisória (LANNA, 2001).

Por fim, o modelo sistêmico de integração participativa é o mais moderno em uso; se caracteriza pela criação de uma estrutura sistêmica, na forma de uma matriz institucional de gerenciamento, responsável pela execução de funções gerenciais específicas (Lanna e Cânepa, 1994); ampara-se nos direitos de propriedade<sup>3</sup>. Quando é admitida a propriedade privada das águas são estabelecidos esquemas de regulação via instrumentos normativos e econômicos, controlados pelo governo, contrabalançando interesses públicos e privados de uso, controle e proteção das águas. Mas quando a propriedade é pública, a gestão é caracterizada pela necessidade de descentralização, através da qual o Estado, sem abrir mão do domínio sobre a água, permite a gestão participativa; adoção do planejamento estratégico na unidade de intervenção da bacia, onde todos os interessados negociam e estabelecem metas de desenvolvimento sustentável; adoção de instrumentos normativos e econômicos, similares aos adotados na situação de propriedade privada, mas para atingir as metas estabelecidas no planejamento estratégico.

Cabe destacar que a gestão integrada compreende todos os recursos hídricos superficiais e subterrâneos, com atenção a qualidade, quantidade e a integridade ambiental; adota mecanismos participativos; inclui todos os *stakeholders*; incorpora a integração das limitações naturais com os interesses social, econômico e ambiental (DOWNS et al, 1991; JASPERS, 2003). A descentralização ocorre com a criação de instituições de apoio. Assim, a Gestão Integrada de Recursos Hídricos (GIRH) é uma abordagem de política intersetorial projetada para substituir a proposta setorial, tradicional e fragmentada, que levou a serviços precários e uso insustentável de recursos (UN ENVIRONMENT, 2018).

As organizações vinculadas a gestão de bacias se disseminaram, apoiadas por organizações internacionais e inspiradas em vários modelos formulados por países como, os EUA, a Austrália ou a França. A implantação do modelo sistêmico no Brasil, inspirado no modelo francês, teve início com a instituição do Política Nacional de Recursos Hídricos (PNRH) (Lei nº 9.433/1997) e com a criação do Sistema Nacional de Gestão de Recursos Hídricos (SNGRH).

O poder decisório na forma descentralizada tem sido alvo de críticas por não gerar estruturas de coordenação (PAHL-WOSTL; KNIEPER, 2014). Como alternativa emerge o policentrismo, de Ostrom, Tiebout e Warren (1961), que está relacionado à combinação da distribuição de poder e da autoridade com a coordenação entre vários centros e em diferentes níveis espaciais (PAHL-WOSTL; KNIEPER, 2014). A coordenação entre os centros de tomada de decisão, com relativa autonomia, resulta em maior capacidade de adaptação frente aos desafios. A governança policêntrica é predominante em países europeus com alto desenvolvimento institucional e econômico (PAHL-WOSTL; KNIEPER, 2014).

---

<sup>3</sup> Direito de propriedade, nesse caso, refere-se ao domínio da água pelo Estado ou por particulares, legalmente ou para efeitos práticos (LANNA, 2001 p. 18).

O histórico mostra que a gestão passou de um modelo setorial para um voltado ao ecossistema, no qual a bacia hidrográfica é adotada como a unidade territorial de gestão; descentralizado; integrando os ciclos de águas atmosféricas, superficiais e subterrâneas e os usos múltiplos (TUNDISI, 2008). A bacia abriga todos os elementos essenciais para a gestão integrada de processos biogeofísicos – fonte de SEs – econômicos e sociais (TUNDISI, 2008). Toda a ocupação humana e os processos econômicos são realizados em uma bacia.

Neste aspecto, a Economia Ecológica considera o sistema socioeconômico como um subsistema aberto ao fluxo de matéria e energia, sustentado pelo Sistema Natural Fechado ao fluxo de matéria, portanto, finito materialmente (CAVALCANTI, 2004; ROMEIRO, 2012). Observa-se que a gestão baseada na bacia está diretamente relacionada ao pressuposto básico da Economia Ecológica. A bacia representaria uma restrição ecológica quanto ao uso dos recursos naturais e ao lançamento de resíduos, portanto, exigindo uma abordagem que incorpore a capacidade de suporte dos ecossistemas.

Dessa maneira, a adoção da bacia como unidade territorial de gestão pode contribuir para operacionalizar a definição da escala sustentável ou da capacidade de suporte dos ecossistemas (Cavalcanti, 2004; Daly, 2005) e do desenvolvimento sustentável (ROMEIRO, 2012). A definição da escala sustentável é fundamental para qualquer modelo de gestão, porque permite que a sociedade conheça e reconheça os limites para o uso dos recursos hídricos. Uma vez definida essa escala, a sociedade pode decidir como alocar os recursos disponíveis na bacia de maneira mais eficiente possível, além da justa distribuição dos benefícios gerados (ANDRADE, 2008; CECHIN; VEIGA, 2010).

No 6º Fórum Mundial da Água foi discutida a adoção de instrumentos econômicos no plano de gestão de recursos hídricos alinhada à perspectiva de crescimento verde<sup>4</sup>. Desta forma, faz-se necessário aliar a GIRH aos instrumentos condizentes com o propósito de preservação/recuperação dos recursos hídricos, não só econômicos, mas também relativos à regulamentação e à informação. Ao ressaltar a interdependência entre os recursos e o seu valor, em termos monetários e para o bem-estar humano, é possível que ações de preservação sejam adotadas. Na próxima seção são discutidas algumas características, vantagens, desvantagens e exemplos de instrumentos de gestão.

## **OS INSTRUMENTOS DE GESTÃO HÍDRICA E A COBRANÇA PELA ÁGUA**

Os instrumentos de gestão ambiental têm sido classificados em três categorias: comando e controle; econômicos; persuasão (comunicação) (Quadro 2).

---

<sup>4</sup> O crescimento verde não é proposto como um substituto para o desenvolvimento sustentável, mas sim como uma forma de operacionalizá-lo, através da recomendação de transformação do sistema econômico de recurso intensivo para eco eficiente (IFC, 2012). Pois a restrição de recursos é um dos desafios reais para o desenvolvimento.

**Quadro 2** – Tipologia e Instrumentos da Política Ambiental

<b>Instrumentos</b>	<b>Comando e Controle</b>	<b>Econômicos</b>	<b>De Comunicação</b>
<b>Tipos</b>	Proibição de produto Controle de processo Proibição ou restrição de atividades Especificações tecnológicas Controle do uso de recursos naturais Padrões de poluição Definição de metas de degradação	Taxas e tarifas Cobrança pelo direito de uso de recursos naturais Subsídios Certificados de emissão Sistemas de devolução de depósitos Sistema de Pagamento por Serviços Ambientais	Fornecimento de informações Acordos Criação de redes Sistema de gestão ambiental Selos ambientais Marketing ambiental
<b>Objetivo</b>	Coibir, induzir, limitar ou condicionar o comportamento dos agentes econômicos	Promover a internalização dos custos ambientais no sistema de preços, visando alterar o comportamento social com incentivos ou desincentivos	Conscientizar e informar a sociedade sobre as características das atividades que mais contribuem para a degradação ambiental e suas consequências sobre o bem-estar, sobretudo, como amenizar os danos ambientais
<b>Vantagens</b>	Previsibilidade, a simplicidade e a possibilidade de aplicação imediata Mensagem política de atuação forte ou rigorosa do poder público, o que previne comportamentos indesejáveis	Flexibilidade e a liberdade de escolha dos agentes, para que busquem os meios mais adequados e, muitas vezes, inovadoras para a solução dos problemas ambientais A redução dos custos totais de atendimento dos padrões Possibilidade de arrecadação de recursos que podem ser revertidos em outras políticas	Estimula a participação pública e o controle social
<b>Desvantagens</b>	O uso exclusivo destes instrumentos impõe altos custos de controle e muitas vezes não é possível fiscalizar sua aplicação dada a capacidade institucional existente A falta de flexibilidade e a ausência de incentivos para ir além do mínimo estabelecido	Dificuldade de aprovação pelo legislativo Resistência dos agentes envolvidos por representar um custo A implementação pode ser dificultada por envolver áreas diferentes do governo Necessitam de constante adaptação	Os resultados são de longo prazo É difícil mensurar os resultados e os custos de manutenção e coleta de dados são elevados.
<b>Exemplos</b>	Reserva Legal (RL) Área de Preservação Permanente (APP) Restrição da pesca em períodos de reprodução (piracema)	Cobrança pelo uso de recursos naturais ICMS Ecológico	Campanhas nos meios de comunicação e mídias sociais para a separação entre os lixos seco e orgânico

**Fonte:** Modificado pelos autores com base em Lustosa et al. (2010), Motta et al. (1996), Nogueira; Pereira (1999), Pereira; Tavares (1999), Strauch (2008), Moura (2016).

O primeiro grupo, comando e controle, também chamado de regulação direta, busca promover a recuperação e preservação dos ecossistemas por meio do controle direto (instrumentos legais, como regras, normas etc.) da gestão das bacias que estejam sofrendo com a degradação ambiental. Se um agente descumprir as metas estabelecidas nos instrumentos legais ficará sujeito a sanções e penalizações. Os seus resultados dependem da capacidade da autoridade ambiental de fazer cumprir as regras, *enforcement*, da transparência das instituições na aplicação das sanções e da eficácia das sanções.

Os instrumentos econômicos, conhecidos como de mercado, baseiam-se nos princípios poluidor-pagador, usuário-pagador ou protetor-recebedor (MOURA, 2016). A sua lógica é estimular a recuperação e/ou a conservação ambiental a partir do comportamento auto interessado dos agentes econômicos (incentivos econômicos). Por último, os instrumentos de comunicação, que podem fomentar a adoção de ações preventivas e tecnologias menos agressivas por parte da sociedade e facilitar a cooperação entre os agentes poluidores para que adotem ou encontrem soluções (LUSTOSA et al., 2010).

Em bacias brasileiras esses instrumentos são utilizados de maneira conjunta, como no Rio Paraíba do Sul, Rios Piracicaba, Capivari e Jundiá (PCJ) e Rio São Francisco com amparo da Política Nacional de Recursos Hídricos. O plano de recursos hídricos, a outorga dos direitos de uso de recursos hídricos e o enquadramento dos corpos d'água podem ser classificados como comando e controle; a cobrança pelo direito de uso dos recursos hídricos é econômico; o SNIRH de informação (MOURA, 2016).

Os instrumentos de gestão devem ajudar a conter o uso excessivo e a degradação dos recursos naturais. O uso desses recursos acima da capacidade de recuperação dos mesmos resulta na escassez do capital natural, situação conhecida como mundo cheio, de acordo com a abordagem da Economia Ecológica (DALY, 2005). Do capital natural são obtidos os SEs. Sendo assim, a definição de quais instrumentos e de que forma pode ser realizada a implementação são passos importantes na gestão dos recursos hídricos, pois a aplicação adequada pode contribuir para reverter a degradação do capital natural e, conseqüentemente, da perda dos benefícios.

O instrumento de cobrança pelo uso da água tem seu valor definido pelos Comitês de Bacia, e o recurso deve ser aplicado na bacia em que foi arrecadado conforme o plano de gestão. Cabe destacar que os valores praticados no Brasil estão abaixo dos verificados em outros países. Não há evidências de que os mecanismos e valores vigentes promovam o uso racional dos recursos hídricos nas bacias brasileiras (ANA, 2014). Convertida para Reais, em valores de 2013, percebe-se que a cobrança no Brasil (0,0008 a 0,16 R\$/m<sup>3</sup>) representa um terço do valor cobrado na República Tcheca (0,15 a 0,52 R\$/m<sup>3</sup>) e Holanda (0,0748 a 0,45 R\$/m<sup>3</sup>), mas equipara-se a Inglaterra (0,04 a 0,12 R\$/m<sup>3</sup>) e Alemanha (0,03 a 0,15 R\$/m<sup>3</sup>) (ANA, 2014).

O baixo valor no Brasil é resultado do método adotado pelos comitês de bacias, baseado exclusivamente em considerações políticas – critério ou preço político – e não para induzir o uso eficiente da água – preço baseado nos custos de provimento natural de água (RESENDE FILHO et al., 2015). A cobrança incide sobre os usuários com outorga, embora os direitos de uso não sejam comercializáveis. Esse modelo dificulta a existência de mercados de água, facilitando o estabelecimento de preços unitários básicos e coeficientes de ajuste com base nos planos de investimento da bacia e necessidades orçamentárias, sem ponderar a escassez de água ou o uso eficiente (RESENDE FILHO et al., 2015) ou mesmo o custo da gestão. Apesar dessa limitação, a cobrança tem permitido a construção inicial de um sistema gestor e a realização de investimentos focalizados na melhora da qualidade da água (ANA, 2014).

Além de iniciativas brasileiras, outros países têm usado a cobrança (LANNA, 2001; MOTTA, 1998). A França, por exemplo, promoveu uma reestruturação da gestão da água, tendo como base a Lei da Água de 1964; adotou a bacia como unidade de gestão; criou comitês/agências de bacia; promoveu a descentralização; adotou a abordagem participativa; instituiu a cobrança; entre outras medidas. O sistema começou em 1968 (Motta, 1998), mas a cobrança foi implementada gradualmente e enfrentou

problemas políticos. As receitas da cobrança são aplicadas na gestão; estudos e pesquisa; investimentos de interesse comum e empréstimos aos usuários da bacia. São considerados o valor econômico da água e o custo ambiental do provimento natural (MONTGINOUL et al., 2015). Ainda existem problemas em algumas regiões, onde o monitoramento das emissões não foi completamente aplicado. O desafio está em adotar uma estrutura de precificação que realmente estimule o uso racional da água, ao mesmo tempo que permita recuperar os custos e garanta o acesso para todos (famílias e agricultores).

Na Colômbia, a cobrança incide sobre o uso e descarga de efluentes desde 1974, mas enfrentou problemas. Entretanto, nos casos em que essas dificuldades foram superadas a cobrança cumpriu com sua função, reduzindo o consumo e a poluição (MOTTA et al., 1996). Em 1993, foi aprovada uma nova legislação ambiental, incluindo o valor dos serviços ambientais e o custo dos danos ambientais no preço (MOTTA, 1998). Em 1995, a *Comisión de Regulación de Agua Potable y Saneamiento Básico* publicou a primeira metodologia para definir a cobrança pelos serviços de água e esgotamento sanitário, baseando-se no seu custo econômico de provimento; implementada em 1996, o aumento sucessivo levou à queda do consumo.

Ao comparar a experiência brasileira com a internacional percebe-se resultados mais singelos, em parte explicados pelo tempo de implementação. Os países citados alcançaram a redução do consumo e melhora da qualidade (ANA, 2014). Os critérios para a definição do valor no Brasil precisam ser reavaliados, para incorporar critérios relacionados à qualidade e à quantidade disponível de água e os custos da gestão, deixando de lado a motivação política (RESENDE FILHO et al., 2015). Além disso, há certa “uniformização” da estrutura e dos valores cobrança nas diferentes bacias, não refletindo as condições locais ou mudanças na disponibilidade de água (OCDE, 2015).

O argumento do baixo valor pode ser suportado pelo fato de não incorporar no seu cálculo os Serviços Ecossistêmicos (SEs) providos pela bacia; sendo sub-valorados, sub-reconhecidos e subutilizados (WWAP, 2015). A valoração dos SEs associados à água normalmente é negligenciada, por ignorar a importância de ecossistemas saudáveis (WWAP, 2015); dificuldade de mensuração (COSTANZA et al., 1997). Para superar os desafios da valoração, os economistas têm utilizados métodos relacionados à disposição a pagar e a receber. No entanto, este método é insuficiente, a valoração precisa ir para além da dimensão monetária, incorporar uma abordagem multidimensional, ou seja, econômico-ecológica para a valoração da água. Neste contexto, a gestão baseada em ecossistemas e SEs talvez seja a chave para garantir a sustentabilidade no uso da água (WWAP, 2015), porque revelam que quando se protege, avalia e investe em capital natural, o retorno contribui para a qualidade de vida e a sustentabilidade do sistema (WWC, 2015). Observa-se que apenas a Colômbia considera os SEs no cálculo do valor, ainda que pareça estar restrita a legislação, ignorada nos demais casos, inclusive no Brasil. A incorporação dos SEs e dos custos de gestão para o provimento de água no cálculo da cobrança promoveriam melhores resultados ambientais e socioeconômicos; contribuindo para a conscientização da população da importância dos SEs para o bem-estar.

A descrição dos modelos de gestão e dos instrumentos utilizados para viabilizar as propostas indica que ainda deve-se avançar na adequada gestão das bacias. Neste sentido, a abordagem proposta pela Economia Ecológica baseada no capital natural e nos SEs poderia suprir as lacunas desse instrumental, ao integrar de maneira transversal a dimensão ambiental aos aspectos socioeconômicos em prol de uma gestão que realmente reflita a preocupação com a conservação dos recursos hídricos. Na próxima seção, a descrição dos SEs evidencia a importância de torná-los parte da elaboração de planos e políticas de gerenciamento de recursos hídricos.

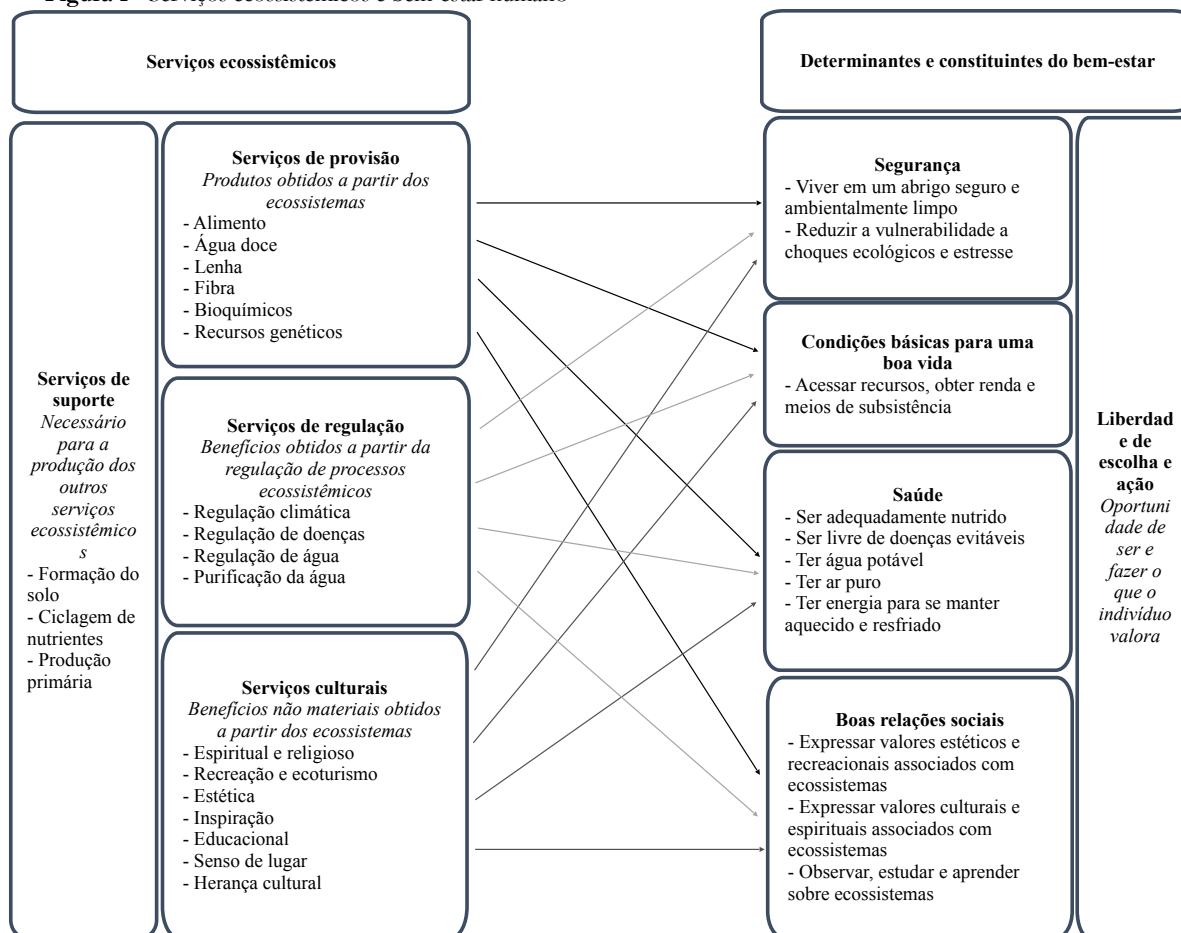
## SERVIÇOS ECOSISTÊMICOS E A VALORAÇÃO DA ÁGUA

Os SEs são entendidos como benefícios obtidos pelas pessoas dos ecossistemas (MA, 2003), como provisão, regulação e cultural, além dos serviços de suporte, necessários para manter todos os serviços (Figura 1). Os SEs advêm das funções ecossistêmicas (DE GROOT et al., 2002). Quando a função



ecossistêmica tem valor para a sociedade passa a ser denominada SE. A relação entre função e SE pode não ser de um para um, sendo que um único serviço pode ser o resultado de duas ou mais funções, ou uma única função pode gerar mais de um serviço.

**Figura 1** - Serviços ecossistêmicos e bem-estar humano



Fonte: MA (2003a, p. 5) (tradução livre).

As primeiras referências as funções e SEs e seus valores datam da década de 1960 (KING, 1966; HELLIWELL, 1969). A partir da década de 1990 as pesquisas ganharam impulso com os trabalhos de Costanza et al. (1997, 2014), De Groot et al. (2002), entre outros. Mas a consolidação da abordagem baseada em SEs ocorre com a publicação dos relatórios da Avaliação Ecossistêmica do Milênio a partir de 2003<sup>5</sup> (MA, 2003).

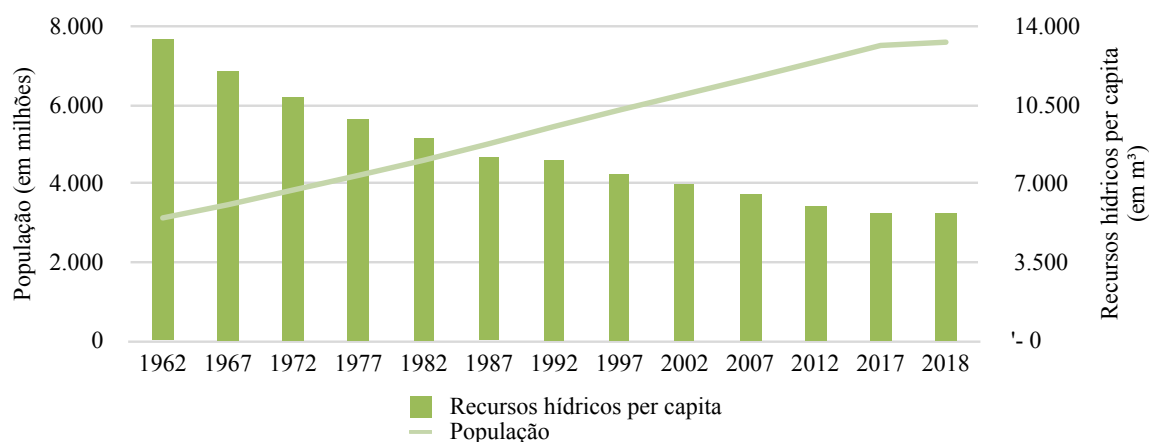
Os ecossistemas têm um papel relevante no ciclo hidrológico, contribuindo para a provisão, regulação e purificação da água (TEEB, 2010). A vegetação e zonas úmidas contribuem para regular o fluxo e melhorar a qualidade da água; exerce o efeito esponja e absorve a umidade, liberando-a a taxas

<sup>5</sup> Esse programa de pesquisa, foi iniciado em 2001, envolvendo mais de 1.360 estudiosos em todo o mundo, com objetivo de avaliar as consequências da mudança do ecossistema para o bem-estar humano e prover as bases para a conservação dos ecossistemas, as conclusões foram publicadas em cinco volumes técnicos e seis relatórios síntese (MA, 2005b).

regulares; áreas desmatadas, portanto, afetam a qualidade da água e levam a irregularidades no volume, enchentes e secas (DAILY, 1997).

O importante crescimento populacional e econômico está tornando o capital natural um fator escasso (Costanza e Daly, 1992), resultando na redução da disponibilidade hídrica *per capita* (Gráfico 1) e do fluxo de SEs. As atividades econômicas podem reduzir a capacidade de provimento do capital natural de SEs, além de reduzir o capital natural não-renovável, comprometendo a produtividade do capital produzido pela sociedade e o próprio desenvolvimento. Essa dinâmica está relacionada a outro importante pressuposto básico da Economia Ecológica, que o crescimento econômico (leia-se PIB – Produto Interno Bruto) impõe a sociedade um custo de oportunidade, na forma da perda da qualidade ambiental, seja pela extração de recursos naturais, seja pelo lançamento de resíduos.

**Gráfico 1** – Dados sobre população e fluxo dos recursos hídricos mundiais (1962-2018)



**Fonte:** Elaborado pelos autores com dados de *The World Bank* (2022).

Nota: São utilizados dados quinquenais devido disponibilidade de informações sobre recursos hídricos.

Uma das suposições dos economistas ecológicos é que muitos recursos essenciais e escassos apresentam características de bens públicos – não-exclusividade e não-rivalidade – (Daly e Farley, 2011), portanto, os mercados são incapazes de auxiliar em sua gestão (HARDIN, 1968; OSTROM, 1990). Como a economia e a sociedade são subsistemas do ecossistema, que possui um tamanho biofísico limitado, o aumento da produção econômica reduz a disponibilidade do capital natural não-renovável, além de afetar o fluxo de SEs (recursos renováveis). A Economia Ecológica não reduz a análise dos SEs à métrica monetária, mas combina avaliações biofísicas e sociais das contribuições da natureza e os impactos ambientais da economia humana (ANDRADE, 2008). A provisão de água, purificação e armazenamento são bens públicos, portanto, a gestão via mecanismos de mercado é insuficiente. Se houver uma ação nociva sobre a bacia, como desmatamento e lançamento de efluentes, o provimento pode ser comprometido (WWAP, 2015).

Para conscientizar a sociedade sobre a importância desses serviços e evitar danos, que podem ser irreversíveis, à bacia é necessário reconhecer o valor dos SEs ou sua importância para o bem-estar. Quanto mais escassos o capital natural e os SEs, maior tendem a ser os seus valores (COSTANZA et al., 1997). Esse resultado deve ser incorporado à gestão ambiental, como leis, cobranças, multas, entre outros, a fim de coibir a degradação, preservar e/ou recuperar o capital natural que provê os SEs. Apesar do avanço na gestão, a água tem sido subvalorizada, enquanto, projetos de infraestrutura relacionados ao seu provimento têm sido altamente subsidiados (MA, 2005a). A priorização precisa ser

alterada, embora a infraestrutura seja importante, não se deve perder de vista a água como elemento norteador da gestão. Apesar de seus limites, a cobrança pode ser um vetor para essa mudança, ao internalizar na decisão os custos do provimento de água.

A valoração deve ser econômica e não-econômica. A primeira permite a avaliação monetária dos SEs, enquanto a não-econômica sua importância apoiada em elementos mais objetivos (critérios biofísicos), além do juízo de valor, sendo o uso menos frequente em função das dificuldades e fragilidades (CHRISTIE et al., 2008). As motivações para a valoração econômica são: avaliar a contribuição global dos ecossistemas para o bem-estar em termos monetários; entender como e por que os agentes econômicos usam ecossistemas da forma como fazem; avaliar o impacto relativo de ações alternativas para orientar a tomada de decisões (MA, 2005a). Os métodos econômicos podem ser diretos ou indiretos (Maia et al., 2004); baseados em função da produção e da demanda (MOTTA, 1997).

A valoração contingente, o custo de viagem e preços hedônicos são exemplos de métodos diretos (Maia et al., 2004), cujo objetivo é revelar as preferências dos agentes utilizando-se de mercados hipotéticos ou de bens complementares, ou seja, a disposição a pagar (DAP) ou a receber (DAR) dos indivíduos pela preservação do capital natural e do fluxo de SE. A produtividade marginal e o mercado de bens substitutos são métodos indiretos, que revelam as preferências a partir de uma função de produção, relacionando o impacto das alterações ambientais à produtos com preços de mercado (MAIA et al., 2004). Esta abordagem também é conhecida como o uso de preços-sombra (*shadow-price*).

Esses métodos estão restritos à dimensão econômica ou disposição a pagar ou a receber dos indivíduos em termos estritamente monetários (Andrade e Romeiro, 2013), por isso, os economistas ecológicos adotam instrumentos complementares para melhor revelar a importância multidimensional do capital natural e dos SEs ao bem-estar, conhecida como valoração econômica-ecológica. Essa proposta possibilita a elaboração de cenários e o tratamento dinâmico da trajetória dos SEs, levando em conta a sustentabilidade ecológica e socioeconômica. Considerar a lógica econômica sem associar aspectos socioambientais significa que os objetivos ambientais de longo prazo foram deixados de lado, em favor dos objetivos econômicos de curto prazo (WWAP, 2015).

As propostas de preservação da qualidade ambiental devem ser redirecionadas para meios que incorporem a interrelação existente entre os recursos naturais, pois em muitos casos a solução está no próprio ecossistema, florestas preservadas contribuem para a purificação da água, por exemplo, sem a necessidade de se recorrer à sistemas complexos desenvolvidos pela sociedade<sup>6</sup>. Por isso, a relevância de se considerar os SEs ao avaliar as condições ambientais da bacia, em sua gestão e na definição da cobrança pelo uso da água.

A cobrança estaria associada as ações voltadas à prestação de serviços ambientais (Munk, 2015)<sup>7</sup>, em que os recursos devem ser direcionados para a proteção das bacias, incluindo a sua recuperação e conservação florestal. A gestão da bacia, tendo como ponto de partida a água, pode ser considerado o passo inicial para a gestão integral (Frota, 2006), recurso sobre o qual dependem as atividades

---

<sup>6</sup>Na Bacia de Catskill, em Nova Iorque (EUA), optou-se por investir na proteção do capital natural da bacia a fim de garantir a qualidade da água provida sem recorrer a um sistema artificial de purificação. O governo apresentou em 1997 o *Memorandum of Agreement* (MOA) que propõe a aquisição de terras, a regulação de atividades nocivas a qualidade da água e a elaboração de programas de cooperação para planejamento e desenvolvimento de infraestrutura (GARCIA; ROMEIRO, 2020; PIRES, 2004).

<sup>7</sup>Munk (2015, p. 8) diferencia serviços ecossistêmicos de serviços ambientais. O primeiro conceito reflete os benefícios providos pelo funcionamento dos ecossistemas sem interferência humana (manutenção da provisão de água), já o segundo se refere aos benefícios associados a ações de manejo do homem sobre os recursos naturais (recuperação e a manutenção da mata ciliar).

socioeconômicas e funções ecossistêmicas (WWAP, 2015). No Quadro 3 são apresentados os SEs providos por uma bacia.

**Quadro 3** – Serviços ecossistêmicos providos por ou derivados de zonas úmidas

<b>Serviços</b>	<b>Descrição</b>
<b>Provisão</b>	
Alimento	Produção de peixe, animais selvagens, frutas e grãos
Oferta de água	Armazenamento e retenção de água para usos diversos
Fibra e combustível	Produção de madeira, lenha, turfa, forragem
Bioquímicos	Extração de materiais medicinais entre outros a partir da biota
Material genético	Genes para resistência a patógenos de plantas, espécies ornamentais e assim por diante
<b>Regulação</b>	
Regulação climática	Fonte de esgoto para gases de efeito estufa; influencia a temperatura local e regional, a precipitação e outros processos climáticos
Regulação da água	Recarga e descarga de águas subterrâneas
Purificação da água e tratamento de resíduos	Retenção, recuperação e remoção de nutrientes excedentes e outros poluentes
Regulação da erosão	Retenção de solo e sedimentos
Regulação de riscos naturais	Controle de enchentes e proteção de tempestades
Polinização	Habitat para polinizadores
<b>Cultural</b>	
Espiritual e inspiração	Fonte de inspiração; muitas religiões atribuem valores espirituais e religiosos à aspectos de ecossistemas de terras úmidas.
Recreacional	Oportunidade para atividades recreacionais
Estética	Muitas pessoas encontram beleza e valores estéticos nesses ecossistemas
Educacional	Oportunidade para educação e treinamento formais e informais
<b>Suporte</b>	
Formação do solo	Retenção de sedimentos e acúmulo de matéria orgânica
Ciclo de nutrientes	Armazenamento, reciclagem, processamento e aquisição de nutrientes

**Fonte:** adaptado de MA (2005a, p. 2) (tradução livre).

Diante da relevância dos SEs providos pela bacia é preciso uma gestão que abarque todos os recursos naturais em razão das interdependências ecossistêmicas, como se observa na relação entre a água e o solo; a depender do uso que se faz do solo há efeitos sobre a disponibilidade hídrica (LANNA, 2000). O comparativo entre os valores dos SEs mundiais entre 1997 e 2011, por exemplo, revelou que devido a mudanças no uso da terra houve perda em seu provimento de US\$ 4,3 trilhões à US\$ 20,2 trilhões por ano (COSTANZA et al., 2014). Frota (2006) ressalta que a poluição por defensivos agrícolas, resíduos industriais e esgotos domésticos nas reservas de água gera um efeito multiplicador

sobre uma quantidade superior ao volume usado para consumo. Essas situações revelam a importância da abordagem sistêmica, baseada em SEs, para a análise de bacias, o todo e as partes, fatores ecológicos, sociais e econômicos (LANNA, 2000).

Brauman et al. (2007), Brauman et al. (2014), Cook e Spray (2012) e Grizzetti et al. (2016) destacam a necessidade de atrelar a gestão de recursos hídricos a abordagem baseada em SEs, devido às suas similaridades. A GIRH coloca a conexão entre meio ambiente e bem-estar (UN Environment, 2018) e a integração entre *stakeholders* (Jaspers, 2003) como essenciais para a gestão antes da formalização da abordagem de SEs (Cook e Spray, 2012; Grizzetti et al., 2016), tendo como unidade espacial de análise a bacia hidrográfica.

Embora o ecossistema não possa “produzir” água, mas pode alterar a quantidade espacial e a sua qualidade à medida que percorre a paisagem – ciclo hidrológico, adicionar ou remover contaminantes sobre e sob o solo (BRAUMAN et al., 2007). Algumas iniciativas de recuperação/preservação de recursos hídricos, pautadas em SEs, apresentam algum sucesso. As grandes enchentes no rio Yangtze, por exemplo, motivaram os governantes chineses a reduzirem a erosão e a melhorar a retenção da água em bacias do planalto pela proteção e replantio de florestas; baseados em programas como *Sloping Lands Conversion* (compensa os agricultores com a distribuição de grãos, pagamentos em dinheiro e mudas para que a terra agrícola mais erodida receba árvores) e *Natural Forest Conservation* (protege florestas nativas e melhora o manejo destas e de áreas reflorestadas) (BRAUMAN et al., 2007).

Em 1997, Nova Iorque apresentou o *Memorandum of Agreement* (MOA), modelo de gestão da bacia de Catskill (Budrock, 1997), que contempla a adoção do *Conservation Easement*, o *Agricultural Easements* e o *Watershed Protection and Partnership Council*. O principal objetivo do acordo é manter o abastecimento de água na cidade sem um sistema artificial de purificação. O programa não apenas recuperou a qualidade da água, mas também promoveu uma melhoria geral nos ecossistemas e no bem-estar dos residentes nas áreas de mananciais (GARCIA; ROMEIRO, 2020). O *Watershed Management Program*, da cidade de Portland (EUA), elaborado em 2005, adota os SEs como base para a tomada de algumas decisões sobre o gerenciamento de terras. Ao direcionar a água de inundação da bacia Johnson Creek para a planície, além da redução dos danos das enchentes, a cidade se beneficia da manutenção e restauração da biodiversidade, melhoria da qualidade do ar e da água e de serviços culturais fornecidos pela planície de inundação (BRAUMAN et al., 2007).

A valoração permite avaliar os impactos e compensações de mudanças nos ecossistemas, sendo a monetária uma das ferramentas para a tomada de decisões, a qual permite organizar e comparar as informações usando uma métrica comum (BRAUMAN et al., 2007). A estrutura de SEs pode auxiliar na definição de quais tipos de uso da terra devem ser promovidos e quais devem ser reduzidos ou proibidos. O desenvolvimento de uma política de proteção da bacia ou a tomada de decisão faz necessária a avaliação da relevância dos SEs para estabelecer a ordem de prioridade dos serviços, e das áreas que devem receber mais atenção na gestão da bacia (BRAUMAN et al., 2014).

Frente aos objetivos comuns da abordagem de SEs e da GIRH e os resultados positivos obtidos em programas que adotaram os SEs como foco de suas políticas, percebe-se que esta conexão pode trazer grandes benefícios socioeconômicos e ambientais para a sociedade. Essa estratégia já permeia a implementação do instrumento de PSAs (Pagamento por Serviços Ambientais) – que pode ser potencializada com a Política Nacional de Pagamento por Serviços Ambientais (PNPSA) (Brasil, 2021); incentiva-se que produtores rurais protejam ou recuperem a qualidade ambiental de sua propriedade, através do reflorestamento, por exemplo, em troca de uma remuneração, como já ocorre no município de Extrema (MG) (Jardim, 2010), na China (Brauman et al., 2007), na Costa Rica (Pagiola, 2008), entre outros.

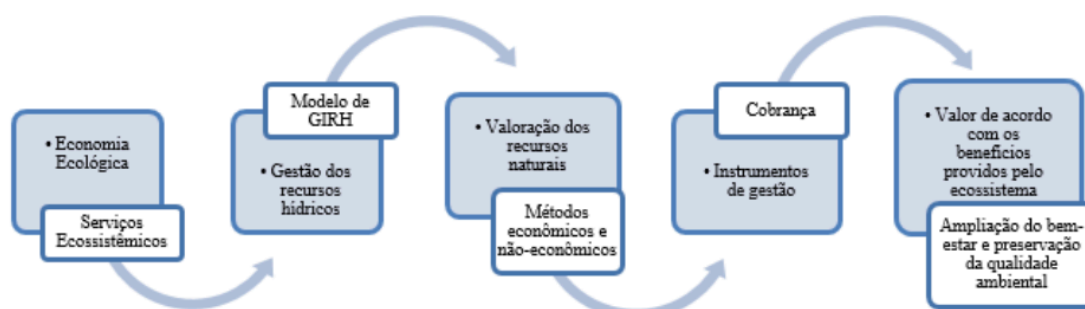
O programa Conservador das Águas, implantado em 2005 em Extrema, representa um caso de sucesso de implementação do PSA no Brasil. O programa é responsável pelo plantio de mais de dois milhões de árvores, pela proteção de mais de 500 nascentes, atuando em uma área superior a sete mil

hectares, assim, contribui para a produção de bilhões de litros de água (PREFEITURA DE EXTREMA, 2019; WRI, 2021). No entanto, conforme destacam Garcia e Romeiro (2019), Extrema dispõe de capacidade técnica e financeira para executar o programa Conservador das Águas, que nem sempre está disponível na maioria dos municípios brasileiros. Cabe destacar também que a iniciativa é municipal, portanto, a área de atuação é território do município. Para a abordagem baseada em SEs e de gestão de bacia, a unidade espacial deve ser a bacia hidrográfica.

O Plano Nacional de Segurança Hídrica (ANA, 2019) apresenta o Índice de Segurança Hídrica (ISH) como balizador do Programa de Segurança Hídrica a ser implementado até 2035. O índice compreende quatro dimensões: Humana (garantia de água para abastecimento urbano); Econômica (garantia de água para irrigação, pecuária e indústria); Ecolossistêmica (quantidade e qualidade de água adequadas para usos naturais e segurança das barragens de rejeito de mineração); Resiliência (preservação natural e artificial, potencial de armazenamento subterrâneo e variabilidade pluviométrica). Os indicadores dessas dimensões revelam que a política de gestão dos recursos hídricos no Brasil continua centrada em investimentos para a construção de infraestrutura (barragens, canais e sistemas de irrigação).

Enquanto ações relacionadas a preservação/recuperação do ecossistema e instrumentos que mitiguem comportamentos nocivos ou fomentem a conscientização sobre o uso dos recursos naturais continuam em segundo plano. A quantidade e a qualidade da água são resultados de ecossistemas saudáveis que dependem da gestão adequada, que envolva múltiplos instrumentos, como é o caso de Extrema, mas essa é uma iniciativa pontual no país. A Figura 2 sintetiza a proposta de inclusão dos SEs no modelo de gestão dos recursos hídricos.

**Figura 2** - Representação da incorporação dos SEs na gestão dos recursos hídricos



Fonte: Elaborada pelos autores.

Os SEs devem ser englobados por propostas de gestão nacional e na definição dos instrumentos de gestão, como a cobrança pelo uso da água, considerando o real valor dos benefícios providos pelo ecossistema e o custo de seu provimento, não ficando restrita à teoria, como ocorreu na Colômbia. A valoração e a abordagem baseada em SEs pode contribuir para que a gestão de uma bacia seja integrada, e seus propósitos sejam atendidos e o bem-estar ampliado sem comprometer os ecossistemas.

## CONSIDERAÇÕES FINAIS

Os modelos de gestão dos recursos hídricos evoluíram entre os séculos XX e XXI, incorporando as preocupações pertinentes aos novos tempos, de intenso crescimento populacional e crescente extração

e uso dos recursos naturais. Os instrumentos utilizados para viabilizar a execução dos objetivos definidos nesses modelos também avançaram. O modelo de gestão sistêmica e integrada, o mais recente e adotado em diferentes países, como a França e o Brasil, pode envolver agentes do governo e da sociedade e congregar aspectos econômicos, sociais e ambientais com o propósito de preservar ou melhorar a qualidade dos recursos naturais.

A discussão sobre SEs trouxe à tona a questão da interrelação entre ecossistema e bem-estar humano que pode ser associada ao propósito da GIRH (social, econômica e ambiental). Diante da relevância do capital natural para a sociedade e da sua degradação, as propostas de preservação e recuperação de uma bacia hidrográfica têm que levar em consideração os SEs providos por ela. O uso de métodos de valoração, ainda que possuam limitações, podem auxiliar nesse processo. O valor obtido pode servir como parâmetro para a definição do preço da cobrança e contribuir para a melhora da qualidade ambiental de uma bacia.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS (ANA). *Cadernos de capacitação em recursos hídricos: Cobrança pelo uso de recursos hídricos*. Brasília: ANA, 2014. v. 7
- AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS (ANA). *Plano Nacional de Segurança Hídrica*. Brasília: ANA, 2019.
- ANDRADE, D. C. Economia e meio ambiente: aspectos teóricos e metodológicos nas visões neoclássica e da economia ecológica. *Leituras de Economia Política*, Campinas, n. 14, pp. 1–31, 2008.
- ANDRADE, D. C.; ROMEIRO, A. R. Capital natural, serviços ecossistêmicos e sistema econômico: rumo a uma “Economia dos Ecossistemas”. *Texto para Discussão (IE/UNICAMP)*, n. 159, p. 24, 2009.
- ANDRADE, D. C.; ROMEIRO, A. R. Valoração de serviços ecossistêmicos: por que e como avançar? *Sustentabilidade em Debate*, v. 4, n. 1, pp. 43–58, 2013.
- BRASIL. *Lei nº 14.119, de 13 de janeiro de 2021*. Institui a Política Nacional de Pagamento por Serviços Ambientais; e altera as Leis nºs 8.212, de 24 de julho de 1991, 8.629, de 25 de fevereiro de 1993, e 6.015, de 31 de dezembro de 1973, para adequá-las à nova política. Disponível em: <<https://bit.ly/3YRrIpR>>. Acesso em: 18 jul. 2022.
- BRAUMAN, K. A. et al. The Nature and Value of Ecosystem Services: An Overview Highlighting Hydrologic Services. *Annual Review of Environment and Resources*, v. 32, n. 1, pp. 67–98, 2007.
- BRAUMAN, K. A.; MEULEN, S. VAN DER; BRILS, J. *Risk-Informed Management of European River Basins*. Heidelberg: Springer Berlin, v. 29, 2014.
- CAMPOS, V. N. de O. *O Comitê de Bacia Hidrográfica do Alto Tietê e o Consejo de Cuenca del Valle de México: potencialidades e limites da gestão participativa da água 1980-2005*. 2008. Tese (Doutorado em Integração da América Latina) - Integração da América Latina, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2007.
- CAVALCANTI, C. Uma tentativa de caracterização da economia ecológica. *Ambiente & Sociedade*, v. 7, n. 1, p. 149–158, 2004.
- CECHIN, A.; VEIGA, J. E. da. O fundamento central da Economia Ecológica. In: MAY, P. (Org.). *Economia do meio ambiente: teoria e prática*, n. Janeiro 2009, pp. 33–48, 2010.
- CHRISTIE, M. et al. *An evaluation of economic and non-economic techniques for assessing the importance of biodiversity to people in developing countries*. London, 2008.
- COOK, B. R.; SPRAY, C. J. Ecosystem services and integrated water resource management: Different paths to the same end? *Journal of Environmental Management*, v. 109, pp. 93–100, 2012.
- COSTANZA, R. What is ecological economics? *Ecological Economics*, v. 1, pp. 1-7, 1989.
- COSTANZA, R. et al. The value of the world’s ecosystem services and natural capital. *Nature*, v. 387, pp. 253–260, 1997.
- COSTANZA, R. et al. Changes in the global value of ecosystem services. *Global Environmental Change*, v. 26, n. 1, pp. 152–158, 2014.
- COSTANZA, R.; DALY, H. E. Natural capital and sustainable development. *Conservation Biology*, v. 6, n. 1, pp. 37–46, 1992.
- DAILY, G. C. What are ecosystem services. In: DAILY, G. C. (Ed.). *Nature’s Services: societal dependence on Natural Ecosystems*. Washington, DC.: Island Press, 1997. p. 10.
- DALY, H. E. Economics in a full world. *IEEE Engineering Management Review*, v. 33, n. 4, p. 21, 2005.
- DALY, H. E.; FARLEY, J. C. *Ecological economics: principles and applications*. Island Press, 2011.
- DE GROOT, R. S.; WILSON, M. A.; BOUMANS, R. M. J. A typology for the classification,



description and valuation of ecosystem functions, goods and services. *Ecological Economics*, v. 41, n. 3, p. 393–408, 2002.

DOWNS, P. W.; GREGORY, K. J.; BROOKES, A. How Integrated Is River Basin Management? *Environmental management*, p. 209–309, 1991.

FROTA, P. V. *Propostas Para Gestão Integrada De Recursos Hídricos Na Bacia Hidrográfica Do Rio Jardim - DF*. 2006. 167 f. Dissertação (Mestrado em Desenvolvimento Sustentável) - Universidade de Brasília, Brasília, 2006.

GARCIA, J. R.; ROMEIRO, A. R. O papel da modelagem econômico-ecológica na gestão integrada dos ecossistemas. *Revista da ANPEGE*, v. 10, p. 131–153, 2014.

GARCIA, J. R.; ROMEIRO, A. R. Pagamento por serviços ambientais em extrema, Minas Gerais: avanços e limitações. *Revista Iberoamericana de Economía Ecológica*, v. 29, n. 1, p. 11–32, 2019.

GARCIA, J. R.; ROMEIRO, A. R. Gestão Integrada dos Recursos Hídricos: a experiência de Nova Iorque. In: *Águas: Boletim n. 40/EcoEco*. Sociedade Brasileira de Economia Ecológica, 2020. p. 49–55.

GRIZZETTI, B. et al. Environmental Science & Policy Assessing water ecosystem services for water resource management. *Environmental Science and Policy*, v. 61, p. 194–203, 2016.

HARDIN, G. Environmental ethics for engineers. *Science*, v. 162, n. 3859, p. 1243–1248, 1968.

INTERNATIONAL FORUM COMMITTEE (IFC). *Global Water Framework: 6th World Water Forum*. Marseille, 2012. Disponível em: <<https://bit.ly/3YWVHtA>>. Acesso em: 22 jun. 2022.

JARDIM, M. H. *Pagamentos por serviços ambientais na gestão de recursos hídricos: o caso de Extrema-MG*. 2010. 221 f. Dissertação (Mestrado em Desenvolvimento Sustentável) - Universidade de Brasília, Brasília, 2010.

JASPERS, F. G. W. Institutional arrangements for integrated river basin management. *Water Policy*, v. 5, n. 1, p. 77–90, 2003.

LANNA, A. E. L. A Inserção da gestão das águas na gestão ambiental. In: *Interfaces da Gestão de Recursos Hídricos: desafios da Lei de Águas de 1997*. Secretaria de Recursos Hídricos, 2000, p. 75–108.

LANNA, A. E. L. *Introdução à Gestão das Águas no Brasil*. Porto Alegre. 2001.

LANNA, A. E. L.; CÁNENA, E. M. O gerenciamento de bacias hidrográficas e o desenvolvimento sustentável: uma abordagem integrada. *Ensaio FEE*, v. 15, n. 1, p. 269–282, 1994.

LUSTOSA, M. C. J.; CÁNENA, E. M.; YOUNG, C. E. F. Política Ambiental. In: MAY, P. H. (Ed.). *Economia do meio ambiente: teoria e prática*. 2ª ed. Rio de Janeiro: Elsevier, 2010. p. 163–179.

MAIA, A. G.; ROMEIRO, A. R.; REYDON, B. P. Valoração de recursos ambientais – metodologias e recomendações. *Texto para Discussão (IE/UNICAMP)*, n. 116, p. 38, 2004.

MILLENNIUM ECOSYSTEM ASSESSMENT (MA). *Ecosystems and Human Well-being: A Framework for Assessment*. Washington: Island Press, 2003.

MILLENNIUM ECOSYSTEM ASSESSMENT (MA). *Ecosystems and human well-being: Wetlands and Water*. Washington: World Resources Institute, 2005a.

MILLENNIUM ECOSYSTEM ASSESSMENT (MA). *Overview of the Millennium Ecosystem Assessment*. 2005b. Disponível em: <<https://bit.ly/3sb6GaL>>. Acesso em: 28 maio. 2022.

MOTTA, R. S. da. *Manual para valoração Econômica de recursos ambientais*. Rio de Janeiro: IPEA/MMA/PNUD/CNPq, 1997.

MOTTA, R. S. da. Utilização de critérios econômicos para a valorização da água no Brasil. *IPEA: Texto para discussão*, n. 556, p. 80, 1998.

- MOTTA, R. S. DA; RUITENBEEK, J.; HUBER, R. Uso de instrumentos econômicos na gestão ambiental da América Latina e Caribe: lições e recomendações. *IPEA: Texto para discussão*, n. 440, p. 66, 1996.
- MOURA, A. M. M. de. Aplicação dos instrumentos de política ambiental no Brasil: avanços e desafios. In: Moura, A. M. M. de (Ed.). *Governança ambiental no Brasil: instituições, atores e políticas públicas*. Brasília: IPEA, 2016. p. 111–145.
- MUNK, N. *Inclusão Dos Serviços Ecosistêmicos na Avaliação Ambiental Estratégica*. Rio de Janeiro: Universidade Federal do Rio de Janeiro, 2015.
- NOGUEIRA, J. M.; PEREIRA, R. R. Critérios e Análise Econômicos na Escolha de Políticas Ambientais. *NEPAMA*, p. 1–20, 1999.
- ORGANISATION FOR ECONOMIC CO-OPERATION AND DEVELOPMENT (OECD). Water. In: *OECD Environmental Outlook to 2050: The Consequences of Inaction*. OECD Environmental Outlook, 2012. p. 207–274.
- ORGANIZAÇÃO PARA A COOPERAÇÃO E DESENVOLVIMENTO ECONÔMICO (OCDE). *Governança dos recursos hídricos no Brasil*. Paris: OECD Publisher, 2015.
- OSTROM, E. *Governing the Commons: The Evolution of Institutions for Collective Action*. Cambridge University Press, 1990.
- OSTROM, V.; TIEBOUT, C. M.; WARREN, R. The organization of government in metropolitan areas: a theoretical inquiry. *American political science review*, v. 55, n. 4, p. 831–842, 1961.
- PAGIOLA, S. Payments for environmental services in Costa Rica. *Ecological Economics*, v. 65, n. 4, p. 712–724, 2008.
- PAHL-WOSTL, C.; KNIEPER, C. The capacity of water governance to deal with the climate change adaptation challenge: Using fuzzy set Qualitative Comparative Analysis to distinguish between polycentric, fragmented and centralized regimes. *Global Environmental Change*, v. 29, p. 139–154, 2014.
- PIRES, M. Watershed protection for a world city: The case of New York. *Land Use Policy*, v. 21, p. 161–175, 2004.
- PREFEITURA DE EXTREMA. 2019. *Conservador das Águas chega aos Tenentes Rural*. Disponível em: <<https://bit.ly/3GaRbWa>>. Acesso em: 22 jun. 2022.
- RESENDE FILHO, M. DE A.; CORREA, J. S. O.; TORRES, M. de O. Water Pricing in Brazil: Successes, Failures, and New Approaches. In: DINAR, A.; POCHAT, V.; ALBIAC-MURILLO, J. (Eds.). *Water Pricing Experiences and Innovations*. Switzerland: Springer, 2015. v. 9, p. 41–62.
- ROMEIRO, A. R. Economia ou economia política da sustentabilidade. *Economia do Meio Ambiente: Teoria e Prática*, n. 102, p. 28, 2001.
- ROMEIRO, A. R. Desenvolvimento sustentável: uma perspectiva econômico-ecológica. *Estudos Avançados*, 2012.
- THE ECONOMICS OF ECOSYSTEMS AND BIODIVERSITY (TEEB). *Mainstreaming the economics of Nature: A synthesis of the approach, conclusions and recommendations of TEEB*. 2010
- THE WORLD BANK. *Data about environment*. Disponível em: <<https://bit.ly/3Gdajjt>>. Acesso em: 18 jul. 2022.
- TUNDISI, J. G. Recursos hídricos no futuro: problemas e soluções. *Estudos Avançados*, v. 22, n. 63, p. 7–16, 2008.
- UNITED NATIONS ENVIRONMENT PROGRAMME (UN Environment). *Advancing integrated water resources management*. Disponível em: <<https://bit.ly/3GcEnAz>>. Acesso em: 2 mai. 2022.

UNITED NATIONS WORLD WATER ASSESSMENT PROGRAMME (WWAP). *The United Nations World Water Development Report 2015: Water for a Sustainable World*. Paris: UNESCO, 2015.

UNITED NATIONS WORLD WATER ASSESSMENT PROGRAMME (WWAP). *The United Nations World Water Development Report 2019: Leaving No One Behind*. Paris: UNESCO, 2019.

VAN HOFWEGEN, P. J. M. ; JASPERS, F. G. W. *Analytical framework for integrated water resources management: guidelines for assessment of institutional frameworks*. Rotterdam: A.A. Balkema, 1999.

WORLD RESOURCES INSTITUTE (WRI). *Water: Mapping, measuring, and mitigating global water challenges*. WRI, 2017.

WORLD RESOURCES INSTITUTE (WRI). *Como funciona o pagamento por serviços ambientais a quem protege e restaura florestas*. 2021. Disponível em: <<https://bit.ly/3YJ5K8N>>. Acesso em: 22 jun. 2023.

WORLD WATER COUNCIL (WWC). *7th World Water Forum Final Report*. República da Coréia: World Water Council, 2015.

### **Agradecimento**

Os autores agradecem o apoio financeiro da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior – Brasil (CAPES) – Edital PGPSE nº 42/2014.

