

## PANORAMA DA GESTÃO DOS RECURSOS HÍDRICOS NO BRASIL

### *PANORAMA DE LA GESTIÓN DE RECURSOS HÍDRICOS EN BRAZIL*

### *PANORAMA OF HYDRIC RESOURCES MANAGEMENT IN BRAZIL*

Joviniano Pereira da Silva Netto<sup>1</sup>.

1. Mestre em Ciências da Engenharia Ambiental e especialista em Educação Ambiental e Recursos Hídricos pela Universidade de São Paulo. Pesquisador independente. E-mail: joviniano@alumni.usp.br

#### **RESUMO**

O objetivo central do presente artigo é apresentar, com base em revisão bibliográfica, um panorama da gestão dos recursos hídricos no Brasil a partir da evolução das legislações disponíveis, dos usos da água e de algumas metodologias usadas no diagnóstico de bacias hidrográficas. As condições precárias de saneamento, que são refletidas na má qualidade dos recursos hídricos, apontam desafios que precisam ser superados principalmente no gerenciamento dos recursos ambientais como um todo. Assim, a questão da qualidade dos recursos hídricos e da água consumida pela população é urgente e atual. Os marcos legais brasileiros referentes aos recursos hídricos estão entre os mais coerentes do mundo, inclusive contemplando recomendações internacionais. Porém, o processo de planejamento ainda necessita, na prática, incorporar metas que de fato auxiliem no gerenciamento das bacias hidrográficas, unidades espaciais de análise por excelência, refletindo na qualidade da água disponível para o consumo.

#### **PALAVRAS-CHAVE**

Água; Bacia hidrográfica; Gestão ambiental.

#### **RESUMEN**

*El principal objetivo de este artículo es presentar, a partir de una revisión bibliográfica, un panorama de la gestión de recursos hídricos en Brasil, la evolución de la legislación disponible, los usos del agua y algunas metodologías utilizadas en el diagnóstico de cuencas hidrográficas. Sin embargo, las condiciones precarias de saneamiento, reflejan la mala calidad de los recursos hídricos e indican los desafíos a superar en la gestión de los recursos ambientales en su conjunto. Los marcos legales brasileños que se refieren a los recursos hídricos, se encuentran entre los más eficaces del mundo, incluidas las recomendaciones internacionales. Sin embargo, el proceso de planificación aún necesita en la práctica, la incorporación de metas que ayuden en la gestión de las cuencas hidrográficas, unidades de análisis espacial por excelencia, que reflexionan sobre la calidad del agua disponible para el consumo.*

**PALABRAS CLAVE**

*Agua; Cuencas hidrográficas; Gestión ambiental.*

**ABSTRACT**

*The main objective of this article is to present, based on a bibliographic review, an overview of water resources management in Brazil based on the evolution of available legislation, water uses and some methodologies used in the diagnosis of hydrographic basins. The precarious conditions of sanitation, which are reflected in the poor quality of water resources, point to challenges that need to be overcome mainly in the management of environmental resources as a whole. Thus, the issue of the quality of water resources and the water consumed by the population is urgent and current. Brazilian legal frameworks referring to water resources are among the most coherent in the world, including international recommendations. However, the planning process still needs, in practice, to incorporate goals that actually help in the management of hydrographic basins, spatial analysis units par excellence, reflecting on the quality of water available for consumption.*

**KEY WORDS**

*Water; hydrographic basin; Environmental management.*

**1 INTRODUÇÃO**

A água é um dos componentes mais abundantes e fundamentais da superfície do planeta Terra, representando necessidade essencial às diferentes formas de vida. Em condições de potabilidade e limpeza encontra-se em praticamente todas as atividades humanas. Entretanto, a situação das águas brasileiras se parece com a própria situação geral do país: caótica. O vocábulo “água”, via de regra, se refere ao elemento da natureza não vinculado ao uso, como apontado por Pompeu (2002) e Rebouças (2002). A água, neste caso, é o gênero. Por seu turno, a expressão “recursos hídricos” trata-se da água como um bem econômico passível de utilização. Desta forma, a palavra água neste texto refere-se à substância natural, ao passo que a expressão “recursos hídricos” trata-se da sua utilização.

Os problemas relacionados à escassez de água com potencial para o uso vem tomando proporções gigantescas e alarmantes no mundo. No início da década de 1970 a realização da Conferência das Nações Unidas sobre o Ambiente Humano, convocada pela Organização das Nações Unidas entre os dias 5 e 16 de junho de 1972 na Suécia, também conhecida como Conferência de Estocolmo, já anunciava uma crise global da água. Em 1977, na cidade de Mar del Plata, Argentina, foi realizada a Conferência das Nações Unidas para a Água em que, somados os esforços da conferência anterior, foi verificada a importância das discussões sobre a água e os recursos hídricos de maneira geral, marcando a década de 1970 como o período em que houve os primeiros debates internacionais sobre este tema.

Esses eventos culminaram com a criação da Década Internacional de Abastecimento de Água Potável e Saneamento, entre 1981 e 1990, no avanço das discussões que vieram a acontecer nas décadas seguintes e disponibilidade de água potável para cerca de 1,3 bilhão de pessoas nos países em desenvolvimento. Com a realização da Conferência Internacional sobre Água e Meio Ambiente ocorrida em Dublin, na Irlanda, entre 26 e 31 de janeiro de 1992, ficou evidente que a escassez e o mau uso da água doce disponível no planeta representam grandes ameaças à preservação do meio ambiente e sérios riscos ao chamado “desenvolvimento sustentável”, um conceito sistêmico pautado no desenvolvimento global das sociedades, com a incorporação de aspectos que levem em conta a conservação da natureza e supra as necessidades atuais sem comprometer as necessidades das gerações futuras, não esgotando os recursos. Neste mesmo ano, no Rio de Janeiro, entre os dias 3 e 14 de junho, foi realizada a Conferência das Nações Unidas sobre o Meio Ambiente ou “Cúpula da Terra” (também chamada de Eco-92). Todos estes eventos trataram de maneira enfática sobre a necessidade de se conservar os recursos hídricos e a água da Terra, bem como disponibilizá-la limpa para as diferentes sociedades mundo afora.

Atualmente estima-se que 2,2 bilhões de pessoas no mundo não dispõem de serviços seguros de água potável. Em outras palavras, de acordo com a Organização Mundial de Saúde (OMS) e do Fundo das Nações Unidas para a Infância (UNICEF), 1 em cada 3 habitantes do planeta não tem acesso à água. Além disto, 4,2 bilhões de pessoas não têm serviços de esgotos sanitários adequados e 3 bilhões de pessoas sequer possuem instalações básicas para a higienização das mãos (UNITED NATIONS CHILDREN'S FUND; WORLD HEALTH ORGANIZATION, 2019).

A exploração desenfreada dos corpos d'água, o desmatamento, a contaminação por agrotóxicos, esgotos, resíduos sólidos e a exploração indiscriminada dos recursos hídricos têm levado ao ressecamento de rios, lagos, açudes e aquíferos em todo o mundo. Grande parcela da água extraída para o uso humano, independentemente da fonte, é usada de maneira ineficaz, comprovando que as atividades antrópicas têm produzido efeitos que afetam o equilíbrio e o funcionamento de comunidades naturais e até mesmo humanas.

Em 21 de fevereiro de 1993, por meio da resolução 47/193, foi proclamado o dia 22 de março como o Dia Mundial da Água. Isso porque no dia 22 de março do ano anterior a Organização das Nações Unidas publicou a Declaração Universal dos Direitos da Água em que, dentre seus 10 artigos, estabelece que “a água faz parte do patrimônio do planeta” (artigo 1º); “a água é a seiva do nosso planeta” (artigo 2º); “os recursos naturais de transformação da água em água potável são lentos, frágeis e muito limitados” (artigo 3º); “o equilíbrio e o futuro do nosso planeta dependem da

preservação da água e de seus ciclos" (artigo 4º); "a água não é somente uma herança dos nossos predecessores; ela é, sobretudo, um empréstimo aos nossos sucessores" (artigo 5º); "a água não é uma doação gratuita da natureza; ela tem um valor econômico: precisa-se saber que ela é, algumas vezes, rara e dispendiosa e que pode muito bem escassear em qualquer região do mundo" (artigo 6º); "a água não deve ser desperdiçada, nem poluída, nem envenenada" (artigo 7º); "a utilização da água implica no respeito à lei" (artigo 8º); "a gestão da água impõe um equilíbrio entre os imperativos de sua proteção e às necessidades de ordem econômica, sanitária e social" (artigo 9º); "o planejamento da gestão da água deve levar em conta a solidariedade e o consenso em razão de sua distribuição desigual sobre a Terra" (artigo 10) (DECLARAÇÃO UNIVERSAL DOS DIREITOS DA ÁGUA, 1992). Nem todos os artigos supracitados estão transcritos na íntegra, mas dão o tom do que é desejável internacionalmente para os recursos hídricos.

Na perspectiva da disponibilidade de água doce, o Brasil situa-se em posição privilegiada em relação aos outros países. Concentra 53% da água doce da América do Sul e 12% da vazão total mundial dos rios, equivalente a 177.900 m<sup>3</sup>/s (HIRATA et al., 2009). No entanto, o Brasil coleciona, principalmente nas médias e grandes cidades, rios mortos e necrosados, lagoas e corpos d'água doentes, poluídos por diversas substâncias tóxicas e lixos das mais variadas procedências, influenciando de maneira negativa a saúde do habitat de animais e a qualidade de vida das pessoas que habitam suas áreas adjacentes. Desta forma, a hipótese que se propõe é que, embora o Brasil disponha de ampla variedade de leis e normas específicas, os recursos hídricos estão longe de apresentar uma qualidade satisfatória para a população como um todo. Desta maneira, o presente artigo objetiva apresentar, por meio de revisão bibliográfica, um panorama sobre a gestão dos recursos hídricos no Brasil, estimulando novas discussões e ampliando o debate sobre o tema.

## 2 ÁGUAS NO BRASIL: ENTRE LEGISLAÇÕES E USOS

A crise da água no Brasil não se refere aos recursos, mas, sobretudo, a sua má utilização. Por causa da dimensão do território, da posição geográfica e das características topológicas, o Brasil possui cinco tipos de climas zonais baseados em medidas de chuva e temperatura: clima equatorial; clima tropical zona equatorial; clima tropical Nordeste oriental; clima tropical Brasil Central; e clima temperado (INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA, 2002). Segundo Rebouças (2002), o território brasileiro possui abundante pluviometria, situando-se entre 1.000 e 3.000 milímetros por ano. Isto é o suficiente para que o país possua rios caudalosos e perenes, com

exceção do semiárido nordestino, onde existem diversos rios temporários, representando 12% do território nacional com precipitação média anual igual ou inferior a 800 milímetros (SUDENE, 2017).

De acordo com Mendonça e Santos (2006), o que se observa no Brasil com relação aos recursos hídricos é uma “cultura do desperdício” transmutada para uma “cultura do compartilhamento”. Isto quer dizer que o Estado e todas as esferas do governo, com a sociedade, estão intimamente ligados no desafio da gestão dos recursos hídricos e sua discussão. No que se referem aos marcos legais, o Código de Águas é uma legislação federal existente no Brasil desde 1934 e visa principalmente à proteção da qualidade das águas brasileiras (BRASIL, 1934). É mundialmente considerado uma das mais completas leis que tratam da água (DARONCO, 2013).

Nesse sentido, criado pelo decreto nº 24.643, de 10 de julho de 1934, o código se divide em duas partes e trata, basicamente, do aproveitamento industrial das águas no Brasil e da exploração dos recursos hídricos no aproveitamento de potenciais hidráulicos como, por exemplo, geração e transmissão de energia elétrica. O código aborda também a questão da salubridade das águas e as penalidades aplicadas a quem poluir os corpos d’água que não são consumidos, com prejuízos para terceiros (Brasil, 1934). Sem dúvidas, embora seja uma legislação com quase um século de existência, foi por muito tempo e ainda é uma referência no que tange às águas públicas, comuns e particulares, descrevendo outros aspectos importantes para o seu uso. Ademais, a Constituição Federal de 1988 mudou, em alguns aspectos, parte do texto do Código de Águas, estabelecendo em seu artigo 26, inciso I, que as águas superficiais ou subterrâneas, fluentes, emergentes e em depósitos são bens dos estados (BRASIL, 1988), especificando em seu artigo 20, inciso IX, que os recursos minerais e, portanto, as águas com propriedades medicinais que são assim consideradas, pertencem à União (BRASIL, 1988).

Nesse contexto, surge em 1997 a Política Nacional de Recursos Hídricos por meio da Lei nº 9.433, de 8 de janeiro de 1997. Conhecida como “Lei das Águas”, são então estabelecidos os instrumentos para a gestão dos recursos hídricos no âmbito federal, ou seja, os que atravessam mais de um estado ou se localizam em fronteiras. É constituído assim o Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos, possuindo caráter descentralizador principalmente por criar um sistema nacional que integre a União e os estados, bem como o desejável aspecto participativo, inovando com a instalação dos comitês de bacias hidrográficas que unem os poderes públicos nas três esferas do Poder Público (nacional, estadual e municipal), os usuários e a sociedade civil na gestão dos recursos hídricos (SILVA et al., 2021).

Isso possibilitou a criação de condições para a identificação de conflitos causados pelos usos das águas por meio dos planos de recursos hídricos. Desta forma, a Lei das Águas ampliou as normativas estipuladas pelo Código de Águas que, por sua vez, centralizava as decisões sobre a gestão da água e dos recursos hídricos no setor elétrico. A Lei das Águas foi um passo importante no avanço da gestão dos recursos hídricos no Brasil, criando quatro instrumentos fundamentais de sua política, a saber: 1) Planos de Recursos Hídricos e enquadramento dos corpos de água em classes; 2) Outorga dos direitos de uso de recursos hídricos; 3) Cobrança pelo uso de recursos hídricos; e 4) Sistema Nacional de Informações sobre Recursos Hídricos (AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS, 2020).

Por outro lado, quase sempre com efeitos paliativos, as abordagens que se apoiam em tecnologias de recuperação e monitoramento ambiental são impostas, quando são de fato, por pressões administrativas e legislativas, evidenciando a figura do poluidor-pagador. A legislação brasileira evoluiu no decorrer dos anos, tratando dos recursos hídricos de diversas maneiras. Até o ano de 2019 pretendia-se que os serviços de saneamento e tratamento de esgotos fossem função exclusiva dos órgãos públicos. Porém, com a recente aprovação do Projeto de Lei nº 4.162 de 2019 na Câmara dos Deputados, os chamados “contratos de programa” entre os municípios e as companhias estaduais darão margens para a privatização do fornecimento de água, coleta e tratamento de esgotos, estabelecendo um novo marco no saneamento brasileiro. O mencionado projeto, aprovado e transformado em norma jurídica em 2020, atualiza o marco legal do saneamento, alterando a Lei nº 9.984, de 17 de julho de 2000, responsável pela criação da Agência Nacional de Águas (ANA), atribuindo-lhe a competência para editar normas de referência sobre os serviços de saneamento; modifica a Lei nº 10.768, de 19 de novembro de 2003, no intuito de alterar as atribuições do cargo de especialista em recursos hídricos e saneamento básico; muda a Lei nº 11.107, de 6 de abril de 2005, para vedar a prestação por contrato de programa de serviços públicos tratada no art. 175 da Constituição Federal de 1988; modifica a Lei nº 11.445, de 5 de janeiro de 2007, no intuito de aprimorar as condições das estruturas de saneamento básico; altera a Lei nº 12.305, de 2 de agosto de 2010, para tratar de prazos para a disposição final dos rejeitos de maneira adequada; altera a Lei nº 13.089, de 12 de janeiro de 2015, para ampliar o âmbito de sua aplicação às microrregiões; e modifica a Lei nº 13.529, de 4 de dezembro de 2017, autorizando a União a participar de fundo com o objetivo exclusivo de financiar os serviços técnicos especializados (BRASIL, 2019).

Cabe destacar nesse panorama que, de acordo com a resolução nº 32, de 15 de outubro de 2003 do Conselho Nacional de Recursos Hídricos, o Brasil possui 12 regiões hidrográficas, sendo estas definidas em parágrafo único como o “espaço territorial brasileiro compreendido por uma bacia,



grupo de bacias ou sub-bacias hidrográficas contíguas com características naturais, sociais e econômicas homogêneas ou similares, com vistas a orientar o planejamento e gerenciamento dos recursos hídricos” (CONSELHO NACIONAL DE RECURSOS HÍDRICOS; MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE, 2003). Se por um lado algumas bacias hidrográficas ultrapassam as fronteiras nacionais, uma região hidrográfica, conforme estabelecida por legislação, se restringe ao território do Brasil, configurando-se em mais uma forma de gerenciamento e planejamento dos recursos hídricos, levando em conta as bacias hidrográficas.

A gestão dos recursos hídricos é feita no Brasil a partir das bacias hidrográficas, configurando um princípio inovador no mundo ocidental. Ademais, os problemas enfrentados na perspectiva quantitativa variam entre a escassez que leva aos racionamentos e a rápida abundância que causa enchentes e tragédias principalmente nas periferias das grandes cidades. No que se refere à qualidade, verificam-se as crescentes degradações dos recursos hídricos, a destruição dos habitats aquáticos com toda a sua diversidade, bem como o comprometimento da própria saúde das pessoas.

Com relação à saúde humana, apenas para citar um exemplo dos diversos problemas relacionados ao consumo de água contaminada, uma pesquisa recente do Ministério da Saúde com dados levantados em parceria com a Repórter Brasil, Agência Pública e a organização suíça Public Eye constatou que 1 em cada 4 cidades brasileiras no período de 2014 e 2017 consumia água com 27 pesticidas, sendo 16 destes classificados pela Agência Nacional de Vigilância Sanitária (Anvisa) como extremamente tóxicos e 11 associados ao desenvolvimento de doenças crônicas como cânceres, malformação fetal e disfunções reprodutivas e hormonais (REPÓRTER BRASIL, 2019).

Os dados acima fazem parte do Sistema de Informação de Vigilância da Qualidade da Água para Consumo Humano (SISAGUA), órgão de responsabilidade do Ministério da Saúde. De toda forma, os indicadores apontam um aumento vertiginoso de agrotóxicos nas águas tratadas e distribuídas nas cidades, revelando que se nada for feito para resolver o problema, talvez não será possível encontrar água potável nas torneiras das residências.

Em 2018, segundo o Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento, do Ministério do Desenvolvimento Regional, 53,15% da população brasileira – equivalente a cerca de 100 milhões de pessoas – não possuíam acesso à coleta e tratamento de esgotos (SNIS, 2019). No ano anterior, em 2017, houve 250 mil internações no Brasil devido às doenças de veiculação hídrica, sendo que a população sem acesso à água de qualidade é de 33.129.083 pessoas (PAINEL SANEAMENTO BRASIL, 2020). Estes dados expõem uma mazela no que se refere à gestão da água no Brasil, haja vista que o país possui a maior disponibilidade de água no mundo.

No âmbito internacional, é urgente e bastante atual o que se propôs durante a Cúpula das Nações Unidas sobre o Desenvolvimento Sustentável, realizada em Nova York entre os dias 25 e 27 de setembro de 2015, do qual o Brasil faz parte. Os chamados “Objetivos de Desenvolvimento Sustentável” (ODS) formam uma agenda mundial adotada durante o evento, sendo composta por 17 objetivos e 169 metas que devem ser atingidas até o ano de 2030. Dentre estes objetivos está o ODS 6 que busca assegurar a disponibilidade e gestão sustentável da água e saneamento para todas as pessoas (NAÇÕES UNIDAS, 2015).

### 3 A ABORDAGEM DAS BACIAS HIDROGRÁFICAS

O gerenciamento dos recursos hídricos com base nas bacias hidrográficas, para que seja efetivo, necessita integrar e considerar os diversos aspectos físicos, econômicos e sociais de maneira conjunta. Com base nessa abordagem ambiental é observada uma mudança na escala dos problemas e isto foi possível a partir da primeira sugestão dos Princípios de Dublin, que propõe tal integração baseada no estudo das bacias hidrográficas (WORLD METEOROLOGICAL ORGANIZATION, 1992). Neste contexto, outros princípios inovadores propostos para a gestão dos recursos hídricos foram criados no mundo ocidental. Além da gestão por bacias hidrográficas, surgiram também as noções de gestão participativa, taxaço de águas, consumidor-pagador, dentre outras. Associados às noções de desenvolvimento sustentável e sustentabilidade, tais princípios deram origem às novas mudanças nos níveis político, social, administrativo e econômico. Isso contribuiu para que diversos atores se situassem como responsáveis pela gestão dos recursos hídricos.

Devido à possibilidade de se controlar o fluxo e os usos da água por meio da Política Nacional de Recursos Hídricos, citada anteriormente, foi criado um dos instrumentos de gestão designado “Sistema Nacional de Informações sobre Recursos Hídricos” (SNIRH). Tal instrumento trata-se de um vasto sistema de coleta, tratamento, recuperação e armazenamento de informações sobre os recursos hídricos, apontando fatores que intervêm na sua gestão. São três estes princípios: 1) a descentralização da obtenção e produção de dados e informações; 2) a coordenação unificada do sistema; e 3) a garantia do acesso aos dados e informações à toda a sociedade (AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS, 2020).

De responsabilidade da Agência Nacional de Águas, a organização, implantação e gerenciamento do SNIRH são estabelecidos pela Lei nº 9.984, de 17 de julho de 2000, e tem como objetivos reunir, dar consistência e publicar os dados e demais informações sobre a situação da qualidade e quantidade dos recursos hídricos no território brasileiro; atualizar permanentemente os dados e informações sobre



a disponibilidade e demanda da água no Brasil; e fornecer subsídios para a criação de Planos de Recursos Hídricos (AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS, 2020). No que se referem aos públicos-alvo do SNIRH, destacam-se os entes do Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos, a comunidade científica, a sociedade em geral e os usuários de recursos hídricos.

O arcabouço institucional para a gestão compartilhada dos usos da água no território brasileiro são amparados pelos seguintes organismos criados pelo Sistema Nacional de Gerenciamento dos Recursos Hídricos: o Conselho Nacional de Recursos Hídricos, órgão situado no topo da hierarquia, cabendo-lhe decidir sobre as grandes questões do setor; os Comitês de Bacias Hidrográficas, espécie de organização que é composta por prefeituras, usuários, sociedade civil organizada e representantes dos governos estadual e federal, constituindo-se no fórum de decisão dentro do escopo das bacias hidrográficas; e as Agências de Água, atuando como secretarias executivas de seus respectivos comitês, sendo responsáveis pela gestão dos recursos provenientes da cobrança pelos usos da água. Para que a Lei nº 9.433 de 1997 funcione, é preciso que o Estado crie estratégias, instrumentos e políticas de ação. Caso contrário, as propostas nunca chegarão a funcionar na prática.

Ademais, são criados os seguintes instrumentos para sua aplicação: 1) Planos de gestão de recursos hídricos por bacias hidrográficas, constituindo-se de documentos que definem a agenda dos recursos hídricos de determinada região; 2) utilização dos corpos hídricos com base na quantidade e qualidade dos mananciais; 3) outorga de direito de uso, cuja finalidade é assegurar o controle qualitativo e quantitativo dos recursos hídricos, bem como o efetivo direito de acesso à água; 4) cobrança pelo uso da água, com o objetivo de obter verba para a recuperação das bacias hidrográficas, estimulando o investimento em despoluição e dando aos usuários uma sugestão do real valor da água; 5) Sistema Nacional de Informações sobre os Recursos Hídricos; e 6) Compensação aos municípios por meio do ressarcimento quando ocorrerem instalações de barragens (AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS, 2020; MENDONÇA & SANTOS, 2006).

Para que haja envolvimento de todos os atores sociais na gestão participativa de determinada bacia hidrográfica é necessário que se trabalhe a escala da microbacia de maneira detalhada e aprofundada. Por meio do estudo da bacia hidrográfica nesta escala são percebidos os processos hidrológicos e geomorfológicos, os usos e ocupação do solo pela sociedade e demais ligações espaciais entre diferentes áreas que podem afetar a natureza e as diversas comunidades nos níveis local e regional. Assim, recomenda-se que a bacia hidrográfica seja tratada mediante análises quantitativas e qualitativas dos fluxos de matéria e energia, levando também em conta a Teoria Geral dos Sistemas, cujos pressupostos básicos são pautados no entrelaçamento das ciências naturais com as ciências

sociais, podendo desta maneira levar a uma integração bastante desejável da educação científica (BERTALANFFY, 1975).

A interação entre os recursos hídricos e os demais ecossistemas se faz muito presente na natureza. Desta forma, a abordagem integrada que envolve a bacia de drenagem e o conceito de ecossistema é fundamental. Existe uma ligação entre as características físicas de determinada bacia hidrográfica com a quantidade de água que é disponível nos corpos d'água, evidenciando as características da bacia de drenagem. Pelo exposto, fica claro que o gerenciamento das águas por meio da bacia hidrográfica é uma proposta consolidada e amplamente tratada por pesquisadores das diversas áreas do conhecimento. Isto porque tal recorte evidencia as características biogeográficas, físicas e socioeconômicas de modo relativamente coesos. Se no início das propostas sobre o planejamento e gerenciamento das bacias hidrográficas os estudos visavam à solução de questões e problemas ligados à água, dando prioridade para o controle de inundações, irrigações e abastecimento industrial, incluindo as hidrelétricas e a geração de energia, o gigantesco aumento da demanda pela água levou à necessidade de abranger aspectos ligados aos vários usos dos recursos hídricos buscando atender aos diferentes usuários que, muitas vezes, competem pelo mesmo recurso. Sem levar em conta outros recursos ambientais disponíveis numa bacia hidrográfica, essa complexa abordagem busca equacionar conflitos entre os usuários, dando uma dimensão da quantidade e da qualidade de água que cabe a cada um.

Sabe-se também que os usos do solo interferem, em maior ou menor grau, nos recursos hídricos. Dentre alguns exemplos destes usos destacam-se a retirada da cobertura vegetal, diminuindo a precipitação local e a infiltração; impermeabilização e compactação do solo, contribuindo para um aumento do escoamento superficial e da erosão; captação de água para os diversos tipos de abastecimentos (residencial, industrial, na agricultura e mineração), contribuindo para a diminuição da água no sistema por evapotranspiração; uso da água para escoamento de resíduos, aumentando as substâncias orgânicas e tóxicas nos corpos d'água, levando prejuízos muitas vezes irreparáveis à biota aquática. Todas essas atividades são responsáveis, em maior ou menor grau, por alterações nos padrões de vazão, assoreamentos de rios, córregos e lagos, mudando a qualidade da água e dando origem aos problemas ligados à potabilidade hídrica para o abastecimento.

Assim sendo, o planejamento e a gestão das bacias hidrográficas precisam incorporar a ampla variedade de recursos ambientais da bacia hidrográfica, e não somente a água em si. É necessário que sejam integrados os aspectos sociais, econômicos, políticos e principalmente ambientais, pois sua capacidade é sempre limitada. A participação da sociedade nesse processo é muito importante, sendo

que o conhecimento das normas e diretrizes referentes aos usos dos recursos hídricos - e sua consequente conservação - podem ser obtidos por meio da educação ambiental, sempre lembrando que as mudanças de comportamento dos indivíduos no que se referem aos usos dos recursos naturais de maneira geral, ocorrem com sensibilização e conhecimento das causas. Com adequado planejamento ambiental e educação de todos os atores que estejam direto ou indiretamente envolvidos com a questão atual dos recursos hídricos, é possível que aconteça um efetivo gerenciamento dos recursos naturais de maneira ampla, e das águas de modo especial, buscando solucionar os problemas e conhecer os conceitos fundamentais de qualidade ambiental, capacidade-suporte e riscos ambientais, tão inerentes ao tema dos recursos hídricos.

Por qualidade ambiental deve-se entender os padrões encontrados numa série de componentes que cercam o ambiente e influenciam a vida humana como, por exemplo, a qualidade da água, do solo e do ar. Isto é importante para que sejam notadas as funções ambientais e o funcionamento dos processos ecológicos. Por capacidade-suporte, um conceito ecológico, busca-se compreender como a capacidade de determinada área suporta certo número de indivíduos com suas necessidades, limitada pela disposição dos recursos ambientais, como é o caso da água. E por fim, os riscos ambientais são compreendidos como as mudanças naturais e tecnológicas a que todos os seres humanos e o meio ambiente estão expostos como, por exemplo, as enchentes, contaminação das águas, poluição (associando o uso à qualidade), desmoronamentos, dentre outros. Todos estes impactos negativos necessitam ser levados em conta no mapeamento e no manejo de determinada área com a intenção de diminuí-los ou anulá-los, desenvolvendo metodologias adequadas e capazes de apresentar diagnósticos reais. Assim, enfatizando que existem diversas metodologias que tratam das questões relacionadas aos recursos hídricos e não esgotando as discussões em si mesmas, são apresentadas e sugeridas quatro no intuito de auxiliar na gestão dos recursos hídricos e no planejamento ambiental.

#### **4 QUATRO METODOLOGIAS DE ESTUDO DE BACIAS HIDROGRÁFICAS COMO SUPORTE PARA O PLANEJAMENTO AMBIENTAL**

Existem diversos métodos que podem auxiliar nos estudos das bacias hidrográficas, sendo abordados quatro destes no presente artigo, seguindo os critérios de sua consolidação e amplo uso no planejamento ambiental. A primeira metodologia a ser tratada é a proposta por Mendonça (1993) que, desenvolvida na década de 1990 com base em experiências teóricas e práticas na gestão ambiental de bacias hidrográficas brasileiras, tem sido aplicada em vários estudos de caso e subsidiado a elaboração de Estudos de Impactos Ambientais (EIAs) e Relatórios de Impactos Ambientais (RIMAs).

A metodologia elaborada por Mendonça (1993) busca a caracterização geográfica da área estudada, bem como a criação de diagnóstico e zoneamento ambiental da microbacia, destacando os diferentes graus de degradação da área. O diagnóstico que resulta deste estudo indica áreas tidas como prioritárias para a intervenção do poder público e da sociedade, apontando sugestões para a recuperação e conservação da bacia hidrográfica. A proposta pode ser aplicada nas áreas urbanas, rurais e periurbanas, evidenciando, de acordo com Mendonça e Santos (2006), os seguintes argumentos: a) a unidade vital da sociedade é representada pela microbacia, sendo esta a escala humana por excelência. A microbacia representa o cotidiano das pessoas; b) a construção coletiva da cidadania, envolvendo a consciência ambiental, promove a gestão participativa, a noção de pertencimento, os princípios da responsabilidade e da precaução, e também o desenvolvimento da educação ambiental.

A disponibilidade de água, bem como a análise de sua qualidade, está no centro desta metodologia e constitui-se no principal elemento do estudo, pois é considerado que seu estado reflete a dinâmica da interação entre sociedade e natureza de maneira completa, focando na microbacia. São destacados os indicadores de degradação ambiental, as legislações ambientais pertinentes, a topografia, o clima e a hidrografia. A partir do levantamento desses elementos são feitas as representações gráficas e estatísticas por meio da elaboração de mapas e, quando cruzados por meio do geoprocessamento e analisados, possibilitam a criação de uma carta de conflitos, indicando os ambientes mais degradados e os atores ligados à degradação. O resultado principal desse trabalho, após o mencionado procedimento, é a carta síntese que mostra os diferentes estágios de degradação e as possíveis indicações de intervenção para a recuperação da área. A educação ambiental, por seu turno, age como estratégia de desenvolvimento da sensibilização dos diversos grupos sociais para a participação. O diagnóstico e o zoneamento servem como importante instrumento para a elaboração de planos mais detalhados de intervenção para a recuperação da água e da bacia hidrográfica.

Também desenvolvida na década de 1990, a segunda metodologia apresentada é proposta por Beltrame (1994), sendo pautada na elaboração de diagnóstico físico-conservacionista de bacias hidrográficas. Tal diagnóstico de como é a situação em que se encontram os recursos naturais constitui-se num instrumento importante para a preservação e conservação da bacia hidrográfica, considerando a manutenção da flora, do solo e da água. Beltrame (1994) define alguns indicadores expressos numericamente (sobre a proteção ou degradação dos recursos naturais) de maneira descritiva, resultando em índices de degradação física da área estudada. É usado também o Sistema de Informações Geográficas que, além de integrar as informações que constam nos mapas, agrega as

informações geoespaciais advindas de imagens de satélites, dados cadastrais, cartas topográficas, dentre outros, que podem ser traduzidos como importante ferramenta no diagnóstico do quadro ambiental. Esta metodologia associa informações sobre geologia, declividade, geomorfologia, hipsometria e características de erodibilidade dos solos, integrando os parâmetros declividade e suscetibilidade à erosão, criando matrizes formadas por oito classes de potenciais erosivos do solo – situadas entre baixo e alto potencial erosivo - para serem combinadas, consequentemente, em oito diferentes situações potenciais de erosão do solo (BELTRAME, 1994). A autora destaca a textura, declividade e profundidade do solo para obter as características físicas a ele relacionadas, enfatizando que isso influencia diretamente na capacidade de infiltração e escoamento das águas pluviais.

A terceira metodologia abordada neste texto é desenvolvida por Ross (1994) e é bastante conhecida no estudo de bacias hidrográficas no campo das geociências (MENDONÇA & SANTOS, 2006). Também chamada de “Análise Empírica da Fragilidade dos Ambientes Naturais Antropizados”, apoia-se nos índices de dissecação do relevo, resultando da correlação entre os dados referentes aos aspectos pedológicos, cobertura vegetal e análise climatológica. Por meio do levantamento básico dessas variáveis, os dados são agrupados em cinco classes de fragilidade, variando os índices de dissecação do relevo entre fraco (1) e muito forte (5); muito baixa (1) e muito forte (5) quando o quesito se refere à fragilidade do solo; entre muito alto (1) e muito baixo ou nulo (5) quando se refere ao grau de proteção da cobertura vegetal; e entre muito fraco (1) e muito forte (5) quando se refere à pluviosidade. Ou seja, para cada mapa temático criado são postas em hierarquias as categorias de diversos graus de instabilidade do meio ambiente (ROSS, 1994).

Após elaborado o mapeamento temático e estabelecida a hierarquia em categorias para cada componente disposto na paisagem, na perspectiva dessa metodologia, a bacia hidrográfica é analisada de modo integrado por meio do cruzamento da carta com os elementos do meio físico, sendo obtida a carta de unidades ecodinâmicas instáveis, possibilitando a identificação de distintos ambientes na bacia hidrográfica de acordo com os estágios de degradação e conservação. Isso permite apontar a possibilidade de usos de acordo com sua capacidade-suporte. De acordo com Mendonça e Santos (2006), esta metodologia possibilita bons resultados apenas em localidades rurais devido ao fato dos elementos enfocados serem principalmente os físicos e naturais, podendo ser aplicada nas escalas média e pequena.

Por fim, a quarta e última metodologia abordada neste texto é proposta por Crepani et al. (2001), sendo chamada de “Análise da Vulnerabilidade Natural a Perda de Solo com Apoio nas Unidades Territoriais Básicas”. Tal metodologia busca ressaltar as áreas frágeis e suscetíveis aos processos

erosivos, servindo como indicadores de fragilidade ambiental e apoiando-se numa abordagem integrada dos elementos da paisagem. Nesta metodologia é usado um mapa de unidades homogêneas de paisagem obtido por meio de análise e interpretação de imagem de satélite. Os dados geológicos, pedológicos, bem como os referentes à cobertura vegetal e intensidade pluviométrica são os fatores levados em conta na equação empírica que resultam de uma média aritmética buscando representar a escala da vulnerabilidade natural a perda do solo. É salientado por Crepani et al. (2001) que a pedologia participa da caracterização morfodinâmica da paisagem, com o fornecimento da maturidade do solo que, por sua importância, é considerado um indicador básico desta caracterização. No que se refere à variável climática, deve ser estabelecida uma tabela com os índices de vulnerabilidade relacionados com a pluviosidade em milímetros por mês. Esta metodologia não demanda dispendiosos ensaios de campo e laboratório, sendo facilmente aplicada com maior praticidade.

Como explicitado nos tópicos anteriores, o início de um processo de planejamento ambiental consiste na definição dos objetivos e metas que orientem o gerenciamento da bacia hidrográfica. Por meio de planos de gerenciamento, a área estudada deve inserir todos os municípios que fazem parte da bacia hidrográfica, abrangendo as terras drenadas pelo rio principal e seus afluentes. A metodologia mais adequada a ser utilizada depende dos critérios que o pesquisador dispõe, sendo que em todas elas, é evidente o uso de técnicas de análise integrada dos recursos ambientais. As ferramentas essenciais para o planejamento devem incorporar considerações ecológicas ligadas à produtividade e estabilidade de determinada área, levando em conta as limitações físicas. Neste processo, o uso do Sistema de Informações Geográficas facilita o planejamento e, conseqüentemente, o gerenciamento do meio ambiente por dispor de dados e informações capazes de expor as características espaciais da bacia hidrográfica.

As etapas dos diagnósticos dos recursos hídricos podem ser sintetizadas diante das condições ambientais resultantes da ocupação humana. Sempre levando em conta os dispositivos legais e institucionais disponíveis para melhorar a qualidade da água em todas as escalas possíveis, percebe-se, entretanto, que o Brasil ainda necessita avançar bastante quando a questão se refere ao gerenciamento dos recursos hídricos. Existem metodologias variadas para os diagnósticos que podem e devem ser usadas por diferentes planejadores na medida em que, desta maneira, é possível traçar planos para serem colocados em prática e melhorar a situação atual.

Não é eficaz apenas levantar diagnósticos que comprovem a ineficácia das legislações e os maus usos dos recursos naturais e hídricos disponíveis. É preciso ir além e transformar, na prática, a



qualidade ambiental e das águas. São vários os princípios e indicadores disponíveis, tanto em nível nacional como internacional, que podem auxiliar no desenvolvimento de políticas, planos, programas e projetos de gerenciamento adequado dos recursos hídricos. O Brasil possui, além da maior disponibilidade de água do planeta, um arcabouço institucional e leis mundialmente reconhecidas como excelentes. Todavia, ainda se percebe que há enorme discrepância entre as teorias e práticas adotadas, haja vista que os indicadores mostram que uma grande quantidade de pessoas no Brasil não possui acesso à água e, além disto, um outro significativo percentual que tem acesso aos serviços de saneamento básico e de água, não o possui em níveis de qualidade excelentes, podendo, conforme explicitado anteriormente, afetar diretamente a saúde humana.

Faz-se necessário que as discussões sobre a situação geral dos recursos hídricos brasileiros sejam realizadas tanto pelo poder público como pela sociedade de maneira geral, no intuito de despertar a consciência ambiental e, a partir das mudanças de posturas na prática, contribuir para que os impactos negativos dos usos sejam substituídos gradativamente pela melhora da qualidade da água.

## 5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

A água é um bem essencial tanto no que se refere à existência das diversas formas de vida, como nos valores socioculturais e econômicos de uma sociedade. Assim, diversos países – sobretudo o Brasil – têm dedicado esforços e iniciativas voltadas para a resolução de graves problemas referentes à disponibilidade e qualidade dos recursos hídricos, especialmente nas regiões onde o consumo de água limpa se faz mais necessário. Embora o Brasil disponha de vasta legislação e metodologias voltadas para o diagnóstico e equacionamento dos graves problemas decorrentes do mau uso da água, ainda são urgentes as questões ligadas aos recursos hídricos, necessitando de medidas efetivas, sobretudo as que contemplem a participação de todos os atores sociais envolvidos.

As leis federais brasileiras referentes aos recursos hídricos estabelecem claramente uma vasta gama de políticas e estratégias de ação, criando uma estrutura institucional capaz de lidar com os problemas atuais. Somadas às propostas normativas internacionais, tal arcabouço pode ser capaz de solucionar as questões ligadas à quantidade e qualidade da água para o consumo humano nas diversas regiões do Brasil. Para tanto, é necessário que neste processo sejam envolvidas as instâncias políticas, científicas e sociais. Os altos índices de degradação ambiental e dos recursos hídricos quase sempre estão associados à má gestão territorial. Isto pode ser diminuído com a gestão participativa, pois envolve, também, o nível de consciência ambiental da sociedade. A gestão dos recursos hídricos a

partir da bacia hidrográfica representa um dos grandes avanços do mundo ocidental, mas é necessária uma mudança cultural para a conservação de tais recursos.

Assim, o pressuposto da educação ambiental deve ser colocado em prática no sentido de proporcionar a aquisição de conhecimentos e faculdades capazes de gerar atitudes na busca cotidiana da cidadania. Tem-se percebido que nas últimas décadas vários países estão se empenhando em iniciativas ligadas à solução dos problemas ambientais relacionados à água por meio da prática da educação ambiental. Porém, tem-se um longo caminho a ser percorrido no que se refere a tais práticas.

Com o desenvolvimento de pesquisas que englobem a escala da bacia hidrográfica é possível perceber os processos hidrológicos e geomorfológicos, além dos usos do solo pelas diversas atividades antrópicas, podendo afetar a natureza em maior ou menor grau. Cabe, então, associar as metodologias de diagnósticos das bacias hidrográficas às legislações disponíveis e, mais do que isto, cobrar das autoridades uma maior fiscalização das áreas, fortalecendo assim o direito humano aos recursos hídricos de qualidade.

## REFERÊNCIAS

- AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS – ANA. **Política Nacional de Recursos Hídricos**. Disponível em: <<https://www.ana.gov.br/gestao-da-agua/sistema-de-gerenciamento-de-recursos-hidricos>> . Acesso em 08 de maio de 2022.
- BELTRAME, A. da V. **Diagnóstico do meio físico de bacias hidrográficas: modelo e aplicação**. Florianópolis: Editora da UFSC, 1994.
- BERTALANFFY, L. Von. **Teoria Geral dos Sistemas**. Petrópolis, RJ: Editora Vozes, 1975.
- BRASIL. Câmara dos Deputados. 2019. **Projeto de Lei 4162/2019**. Disponível em: <<https://www.camara.leg.br/proposicoesWeb/fichadetramitacao?idProposicao=2213200>> . Acesso em 08 de maio de 2022.
- BRASIL. **Código de Águas**. 1934. Disponível em: <[http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/decreto/D24643.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/decreto/D24643.htm)> . Acesso em 08 de maio de 2022.
- BRASIL. **Constituição Federal de 1988**. Disponível em: <[http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/constituicao/constituicao.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/constituicao/constituicao.htm)> . Acesso em 08 de maio de 2022.
- CONSELHO NACIONAL DE RECURSOS HÍDRICOS/ MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE. **Resolução n. 32**, de 15 de outubro de 2003. Disponível em: <<http://www.cnrh.gov.br/divisao-hidrografica-nacional/74-resolucao-n-32-de-15-de-outubro-de-2003/file>> . Acesso em 08 de maio de 2022.
- CREPANI, E.; MEDEIROS, J. S. de; FILHO, P. H.; FLORENZANO, T. G.; DUARTE, V.; BARBOSA, C. C. F. **Sensoriamento remoto e geoprocessamento aplicados ao zoneamento ecológico-econômico e ao ordenamento territorial**. São José dos Campos: INPE, 2001.

DARONCO, G. C. Evolução histórica da legislação brasileira no tratamento dos recursos hídricos: das primeiras legislações até a Constituição Federal de 1988. Porto Alegre: XX Simpósio Brasileiro de Recursos Hídricos – Associação Brasileira de Recursos Hídricos. **Anais...** 2013. Disponível em: <[https://abrh.s3.sa-east-1.amazonaws.com/Sumarios/155/2138e9424748a787dc20c5aec625a25c\\_49028a51492e0183072f8d38ac42dbc6.pdf](https://abrh.s3.sa-east-1.amazonaws.com/Sumarios/155/2138e9424748a787dc20c5aec625a25c_49028a51492e0183072f8d38ac42dbc6.pdf)> . Acesso em 08 de maio de 2022.

DECLARAÇÃO UNIVERSAL DOS DIREITOS DA ÁGUA. Rio de Janeiro, 22 de março de 1992. Disponível em: <<http://www.direitoshumanos.usp.br/index.php/Meio-Ambiente/declaracao-universal-dos-direitos-da-agua.html>> . Acesso em 08 de maio de 2022.

HIRATA, R.; VIVIANI-LIMA, J. B.; HIRATA, H. A água como recurso. In: TEIXEIRA, W.; FAIRCHILD, T. R.; TOLEDO, M. C. M. de; TAIOLI, F. **Decifrando a Terra**. 2. ed. São Paulo: Companhia Editora Nacional, 2009. P. 448 – 485.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA - IBGE. **Mapa de clima do Brasil**. 2002. Disponível em: <[http://geofp.ibge.gov.br/informacoes\\_ambientais/climatologia/mapas/brasil/Map\\_BR\\_clima\\_2002.pdf](http://geofp.ibge.gov.br/informacoes_ambientais/climatologia/mapas/brasil/Map_BR_clima_2002.pdf)> . Acesso em 08 de maio de 2022.

MENDONÇA, F. Diagnóstico ambiental de microbacias hidrográficas: proposição metodológica. In: Encontro de Geógrafos da América Latina. Merida – Venezuela. **Anais...** 1993.

MENDONÇA, F.; SANTOS, L. J. C. Gestão da água e dos recursos hídricos no Brasil: avanços e desafios a partir das bacias hidrográficas – uma abordagem geográfica. **Geografia**. V.31, n.1, p. 103 – 117, jan./abr. 2006.

ORGANIZAÇÃO DAS NAÇÕES UNIDAS – Brasil. **ODS 6: água potável e saneamento**. 2015. Disponível em: <<https://nacoesunidas.org/pos2015/ods6/>> . Acesso em 08 de maio de 2022.

Painel Saneamento Brasil. 2020. Disponível em: <<https://www.painelsaneamento.org.br/>> . Acesso em 08 de maio de 2022.

POMPEU, C. T. **Aspectos legais e institucionais da gestão das águas**. In: I Encontro Estadual sobre aspectos legais da gestão das águas. Salvador: Superintendência de Recursos Hídricos. Bahia, 2002.

REBOUÇAS, A. da C. Água doce no mundo e no Brasil. In: REBOUÇAS, A. C.; BRAGA, B. E.; TUNDISI, J. G. (Org). **Águas doces no Brasil: capital ecológico, uso e conservação**. 2. Ed. São Paulo: Escrituras Editora, 2002.

REPÓRTER BRASIL. **“Coquetel” com 27 agrotóxicos foi achado na água de 1 em cada 4 municípios**. 2019. Disponível em: <<https://reporterbrasil.org.br/2019/04/coquetel-com-27-agrotoxicos-foi-achado-na-agua-de-1-em-cada-4-municipios/>> . Acesso em 08 de maio de 2022.

ROSS, J. L. S. Análise empírica da fragilidade dos ambientes naturais e antropizados. **Revista do Departamento de Geografia**. São Paulo, n. 8, p. 63 – 74, 1994.

SILVA, F. L.; FUSHITA, A. T.; CUNHA-SANTINO, M. B.; JÚNIOR, I. B.; JÚNIOR, J. C. T. V. Gestão de Recursos Hídricos e manejo de bacias hidrográficas no Brasil: elementos básicos, histórico e estratégias. **Revista Brasileira de Geografia Física**. V.14, n.3, 2021.

SISTEMA NACIONAL DE INFORMAÇÕES SOBRE SANEAMENTO – SNIS. Diagnóstico de Serviços de Água e Esgotos. 2019. Disponível em: <<http://www.snis.gov.br/diagnostico-anual->

agua-e-esgotos/diagnostico-dos-servicos-de-agua-e-esgotos-2018> . Acesso em 08 de maio de 2022.

SUPERINTENDÊNCIA DO DESENVOLVIMENTO DO NORDESTE – SUDENE. **Delimitação do semi-árido**. 2017. Disponível em: <<http://www.sudene.gov.br/delimitacao-do-semiarido>> . Acesso em 08 de maio de 2022.

UNITED NATIONS CHILDREN’S FUND; WORLD HEALTH ORGANIZATION. **Progress on household drinking water, sanitation and hygiene: special focus on inequalities**. New York: UNICEF/ WHO, 2019. Disponível em: <<https://apps.who.int/iris/bitstream/handle/10665/329370/9789241516235-eng.pdf?ua=1>> . Acesso em 08 de maio de 2022.

WORLD METEOROLOGICAL ORGANIZATION - WMO. **The Dublin Statement and Report of the Conference**. In: International Conference on Water and the Environment: Development Issues for the 21st. Century. Dublin, Ireland: 1992.