

## **DESAFIOS DA APLICAÇÃO DE INDICADORES AMBIENTAIS PARA TOMADA DE DECISÃO NA GESTÃO DOS RECURSOS HÍDRICOS**

Carlos Alberto Garcia de Oliveira<sup>1</sup>  
Filipe da Silva Peixoto<sup>2</sup>  
Andreza Tacyana Felix Carvalho<sup>3</sup>

### **INTRODUÇÃO**

O Brasil tem um dos sistemas legais de gestão das águas mais avançados do mundo, porém a carência de informações sobre indicadores, dificulta o gerenciamento e a tomada de decisão. O Sistema de Informações sobre Recursos Hídricos, preconizado pela Política Nacional de Recursos Hídricos – PNRH, Lei nº. 9.433/1997, é estabelecido como ferramenta de gerenciamento sendo “um sistema de coleta, tratamento, armazenamento e recuperação de informações sobre recursos hídricos e fatores intervenientes em sua gestão” (Art. nº 25), por meio de princípio de descentralização de produção e disponibilidade de dados e informações à toda a sociedade

Gerenciar os recursos hídricos é um desafio que envolve, instituições públicas, comitê da bacia, agências reguladoras e principalmente os atores locais, os indicadores ambientais são instrumentos que orienta o poder público e a sociedade, em longo prazo, na utilização e monitoramento dos recursos ambientais naturais, econômicos e socioculturais, na área de uma bacia hidrográfica, de forma a promover o desenvolvimento sustentável. (Magalhães Júnior,2014).

Considerando-se a intensa apropriação dos recursos fluviais pelo homem, existe uma crescente necessidade de se avaliar e prever os impactos ecológicos associados ao manejo nas bacias hidrográficas e nos corpos de água. A partir da escolha da unidade territorial adequada, a gestão da água deve ser incorporada em um processo mais amplo de gestão ambiental integrada, compreendida com a gestão de abordagens ecossistêmica, na qual, o desafio é realizar a transição demográfica, econômica, social e ambiental rumo a um equilíbrio durável diferentemente de uma gestão tradicional centralizada e burocrática.

---

<sup>1</sup> Mestrando em Geografia-PPGEO-UERN, [e-mail-carlosgarcia@alu.uern.br](mailto:e-mail-carlosgarcia@alu.uern.br);

<sup>2</sup> Professor do Departamento de Geografia da UERN, orientador [e-mail-felipepeixoto@uern.br](mailto:e-mail-felipepeixoto@uern.br);

<sup>3</sup> Professora Adjunta do Departamento de Geografia e do programa de Pós-Graduação em Geografia da UERN, coorientadora [e-mail-andrezafelix@uern.br](mailto:e-mail-andrezafelix@uern.br).

Os indicadores ambientais são instrumentos de planejamento essenciais para tal modelo de gestão. Eles agregam informações de diferentes espaços urbanos e rurais e suas dinâmicas de diferentes riscos associados às atividades produtivas, funcionando como mecanismos de monitoramento e prevenção contra a degradação dos recursos hídricos.

Os indicadores são informações que comunicam a partir de dados qualitativos e quantitativos, não sendo informações explicativas ou descritivas, sua evolução permite o acompanhamento dinâmico da realidade local. Segundo Hamilton (1996), os indicadores devem possuir qualidades que justifiquem sua escolha em um processo de gestão, como qualidade dos dados, comparabilidade e relevância, exigindo a diferenciação de seus níveis de importância ou a sua ponderação visando sinalizar seus graus de prioridade para os objetivos estabelecidos.

Esses indicadores são instrumentos de medição capazes de gerar valores que buscam enquadrar a realidade estudada e têm a capacidade de facilitar a compreensão dos fenômenos, aumentando a capacidade de comunicação dos dados brutos, bem como adaptar as informações à linguagem e aos interesses locais dos decisores (UNESCO, 1984).

Considerando uma pesquisa reflexiva em torno dos indicadores, a acessibilidade das informações sobre os recursos hídricos pela sociedade, depende da estruturação do sistema de informação sobre recursos hídricos. Não obstante a escolha dos indicadores para agregação dos dados e geração de informação de forma adequada, é necessário sempre se perguntar: quais indicadores se adequam a realidade local? Há disponibilidade de dados para composição dos indicadores considerados? Que tipo de tratamento e divulgação é necessário para que as informações cheguem à sociedade?

O objetivo desse projeto é propor uma reflexão sobre os desafios da utilização de indicadores ambientais, para a tomada de decisão especificamente na gestão de recursos hídricos.

## **METODOLOGIA**

A metodologia utilizada se fundamenta em estudo bibliográfico em artigos científicos, dissertações e dos livros publicados. Apresenta-se, portanto, uma discussão teórica sobre os indicadores, envolvendo definições, tipologias e principais aplicações dos indicadores ambientais sobre recursos hídricos, seus desafios de seletividade, visando a uma de suas principais finalidades que é a tomada de decisão.

## **RESULTADOS E DISCUSSÃO**

### **Recursos Hídricos e Gestão das águas no Brasil**

Recursos Hídricos são considerados as águas superficiais ou subterrâneas disponíveis para qualquer tipo de uso, localizadas nas mais diversas regiões ou bacias. Ao buscar a adoção de procedimentos que permitam aplicar as melhores soluções no uso da água, considerando as mais diversas necessidades e a conservação do meio ambiente, criaram-se mecanismos para a regulação e controle dos recursos hídricos (FARIA, 2018).

A quantidade de água disponível no leito dos rios e aquíferos depende das condições ambientais da bacia, da preservação das condições de infiltração do solo e das áreas de recarga. Então, a gestão dos recursos hídricos pautada na perspectiva do aumento do suprimento, redução da demanda, com medidas estruturais e não estruturais, a fim de atender aos objetivos da Política Nacional de Recursos Hídricos (PNRH), depende das políticas de conservação e da restrição de usos através das áreas protegidas: o uso da terra pode aumentar a demanda por água e, em paralelo, diminuir sua disponibilidade, e vice-versa (FOLETO, 2018).

A gestão dos recursos hídricos, envolvem um conjunto de ações que visam ao aproveitamento múltiplo e racional dos recursos hídricos, com atendimento satisfatório de todos os usos e usuários, em quantidade e padrões de qualidade. (FEHIDRO,2000). Segundo Lanna (1993) O gerenciamento dos recursos hídricos envolve a consideração de uma grande diversidade de objetivos (econômicos, ambientais, sociais, etc.), usos (irrigação, geração de energia, abastecimentos, etc.) e que se diferenciam quanto aos objetivos e abrangência setorial e geográfica.

Assim, o espaço apropriado segundo Raffestin (1993, p.89) conduzido de uma forma precedente para o território: “(...) é resultado de uma ação conduzida por um ator sintagmático (ator que realiza um programa) em qualquer nível. Ao se apropriar de um espaço, concreta abstratamente (por exemplo, pela representação), o ator ‘territorializa’ o espaço”. A água se torna recurso necessário à produção, e assim “a regulação é necessária para o ordenamento territorial, que segue a lógica positiva, à medida que é fundamentada por um discurso hegemônico de desenvolvimento, uma vez que, as inserções e digressões das racionalidades de regulação, no que tange às normas, promovem mudanças no território, e conflitos que só podem ser superados democraticamente, à medida que a sociedade entende o seu papel e participa das decisões. (PEIXOTO,2020. P.77).

A maior importância dos sistemas de informação sobre recursos hídricos está na necessidade de munir a sociedade de informação de qualidade e adequadas. Os indicadores proporcionam informações assertivas sobre as condições ambientais dos recursos hídricos, sobretudo no que tange a apropriação, injustiças, de maneira a visar o equacionamento dos benefícios de seu uso para a sociedade.

### **Indicadores ambientais e suas aplicações na gestão de recursos hídricos**

Para Magalhães Júnior (2014), indicadores são modelos simplificados da realidade com a capacidade de facilitar a compreensão dos fenômenos de aumentar a capacidade de comunicação de dados brutos e de adaptar as informações à linguagem e aos interesses locais dos tomadores de decisão.

A Organização para a cooperação e desenvolvimento econômico (OCDE, 2002), define um indicador como sendo um parâmetro ou valor calculado a partir de parâmetros, fornecendo ou descrevendo as indicações do estado de um fenômeno, bem como do meio ambiente ou de uma zona geográfica, de uma amplitude superior às informações diretamente ligadas ao valor de um parâmetro.

Com a utilização de indicadores ambientais pode-se analisar a sustentabilidade de uma área como um todo e ao mesmo tempo avaliar as partes, ou seja, em qual setor está ocorrendo problemas significativos e direcionar as ações para corrigi-los. Os indicadores devem basear o debate democrático em torno das condições técnicas para a tomada de decisões, visando o desenvolvimento sustentável, e fundamentando a gestão sistêmica moderna dos recursos hídricos.

Atualmente, diversas nações têm adotado indicadores em suas políticas de água. Na França, cada agência de água elabora e adota, desde o ano 2000, um painel de indicadores no nível da sua bacia (RBRH,2003).

Para que seja possível desenvolver um território de forma sustentável com políticas públicas voltadas para os aspectos de preservação ambiental, social e econômica são necessárias informações geradas a partir de indicadores que reflitam as condições locais, transformando dimensões qualitativas em quantitativas facilitando a compreensão por parte da sociedade envolvida na avaliação (Silva e Lima,2010).

Os indicadores ambientais se constituem como importante ferramenta de auxílio à decisão e cumpre o objetivo de melhorar a comunicação entre pesquisadores, gestores públicos e a sociedade na discussão de temas complexos.

O modelo de indicadores elaborado por Raspport e Friend em 1979, cuja finalidade era um sistema de contabilidade ambiental, foi pensado para descrever o estado do meio ambiente e os processos dinâmicos que o modificam. Como a dinâmica das respostas, esse modelo pressão-resposta inspirou algumas abordagens para a seleção de indicadores ambientais adotadas por vários órgãos internacionais (Branchi, Bruna e Angela.2022).

Enquanto o índice de pressão antrópica proposto por Sawyer (1997) combina dados municipais secundários de dois conjuntos de indicadores para zonas urbanas e rurais. Outro indicador muito utilizado é o índice de pressões de Falkenmark, ele sinaliza a escassez quantitativa de água por meio dos recursos hídricos renováveis per capita/ano, segundo os seguintes limites, em unidades ( $m^3/hab/ano$ ): a) Limite hídrico de stress: abaixo de 1700; b) Limite hídrico de escassez:1700; c) Escassez crônica:1000; d) Escassez crítica:500 (Cosgrove e Rijsberman,2000).

São exemplos de utilização de indicadores no Brasil o projeto ARIDAS, relativo à busca do uso sustentável das águas do semiárido brasileiro, que propôs a utilização de três indicadores chaves: índice de oferta potencial ( $Q_p$ ), índice, índice de oferta disponível ( $Q_o$ ) e índice de demanda ( $Q_d$ ). (RBRH,2003).

### **A função dos indicadores na tomada de decisão**

Administrar implica planejar, organizar, dirigir e controlar o uso dos recursos totais de uma organização a fim de alcançar seus objetivos (CHIAVENATO, 1999). De acordo com Pereira e Fonseca (1997), a decisão é um processo dinâmico, paradoxal e contextual, não podendo ser analisada separadamente das circunstâncias que a envolvem. O conhecimento das características, dos paradoxos e dos desafios da sociedade é essencial à compreensão dos processos decisórios.

Conforme Motta e Vasconcelos (2002), o processo de tomada de decisão, na maioria das decisões nas organizações, envolve os seguintes passos:

- Formulação do problema;
- Estruturação do problema a fim de relacionar suas partes na forma de um modelo;
- Montagem técnico de um modelo;
- Simulação do modelo e das suas possíveis soluções;
- Definição dos controles sobre a situação e a sua delimitação; e
- Implementação da solução na organização.

Gomes e Almeida (2002; p. 12-13) afirmam que: “(...)tomar decisões complexas é, de modo geral, uma das mais difíceis tarefas enfrentadas individualmente ou por grupos de indivíduos, pois quase sempre tais decisões devem atender a múltiplos objetivos, e frequentemente seus impactos não podem ser corretamente identificados”.

Segundo Bazerman (2004), um aspecto fundamental para o gestor público é a tomada de decisão racional é baseado em um conjunto de premissas que determinam como uma decisão deve ser tomada e não como a decisão é tomada. Para Castro (2014) Os indicadores mostram a sua importância quando afirmam que serve para monitorar, estudar, prever ou comparar condições ou tendências, comparar lugares, situações ou alternativas, ou ainda advertir algum impacto/ação ou guiar decisões.

Ademais, é importante ponderar que, o uso de indicadores tem limitações, pois nem sempre são capazes de quantificar recursos, processos, fenômenos, principalmente em se tratando de aspectos subjetivos da realidade, como também indicadores isolados, interpretados de forma fragmentada, podem fornecer falsas imagens da realidade. Além disso, as definições de indicadores e a terminologia usada a área ambiental são confusas, tanto em relação à definição de indicadores quanto a outros conceitos associados como índice, meta e padrão. (VAN BELLEN,2006).

## **CONSIDERAÇÕES FINAIS**

Este trabalho ressalta a importância da reflexão sobre aplicação dos indicadores ambientais para gestão de recursos hídricos, o que envolve necessariamente a tomada de decisão. Os desafios para uma tomada de decisão, envolve vários fatores, principalmente o acesso a dados atualizados e confiáveis, sendo que na maioria das bacias brasileiras, a rarefeita aplicação dos instrumentos de gestão de recursos hídricos, no que concerne a composição de sistemas de informação, dificulta aplicação de indicadores aplicados.

É importante observar a necessidade de aperfeiçoamento tecnológico e a formulação de indicadores ambientais condizentes com a realidade local, sobretudo com relação aos sistemas de informação e de controle e monitoramento ambiental, além do aparelhar a infraestrutura públicas para o pleno exercício do planejamento e da gestão integrada, visando a tomada de decisão.

## REFERÊNCIAS

BAZERMAN, M.H. **Processo Decisório: para cursos de Administração, Economia e MBAs**. Rio de Janeiro: Elsevier Editora, 2004.

BRANCHI, Bruna Angela **Sustentabilidade de bacias hidrográficas e índices compostos: Aplicação e desafios** Sociedade e Natureza, vol.34, Editora da Universidade Federal de Uberlândia-EDUFU, 2022.

CASTRO, Leslie Ivana Serino. **Diagnóstico ambiental na sub-bacia do Ribeirão Pouso Alegre com a utilização de um sistema de informação geográfica**. 2014. 133 f. Dissertação Mestrado–Faculdade de Ciências Agrônomicas, UNESP, Botucatu.

CHIAVENATO, Idalberto. **Introdução à Teoria Geral da Administração**. Edição compacta. São Paulo: Makron Books, 1999.

COSGROVE, W. J; RIJSBERMAN, F.R. **World Water Vision- marking water everybody's business**. London: Earthscan publications ltd., World water council, 2000.108 p.

FARIA, Ana Maria Jara Botton. **Gerenciamento de recursos hídricos**. 2018.

FEHIDRO.CBH Tietê-Jacaré. **Relatório zero**. São Paulo. Disponível em: <[http://www.sigrh.sp.gov.br/cgi-bin/sigrh\\_home\\_colegiado.exe?COLEGIADO=FEHIDRO](http://www.sigrh.sp.gov.br/cgi-bin/sigrh_home_colegiado.exe?COLEGIADO=FEHIDRO)>. Acesso em: 07/2024.

FOLETO, Eliane Maria. **O contexto dos instrumentos de gerenciamento dos recursos hídricos no Brasil**. Geoambiente On-line, n. 30, 2018.

GOMES, F. A. M.; GOMES, C. F. S.; ALMEIDA, A. T. de. **Tomada de Decisão Gerencial: Enfoque Multicritério**. São Paulo: Editora Atlas, 2002.

HAMILTON, K. **policy driven indicators for sustainable development Mediterranean blue plan environmental performance indicators workshop**. Damasco, World bank, 1996.

LANNA, A.E.L., DORFMANN, R. **Sistemas de gerenciamento de recursos hídricos: críticas a algumas propostas**. **Administração Pública**, Rio de Janeiro, v.27, n.2, p.63-73, abr./jun., 1993.

**MAGALHÃES JR., A.P. indicadores ambientais e recursos hídricos: realidade e perspectivas para o Brasil a partir da experiência francesa.** Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2014.

**MAGALHÃES, J.A.P.; CORDEIRO NETTO, O.M; NASCIMENTO, N.O. Os indicadores como instrumentos potenciais de gestão das águas no atual contexto legal-institucional do Brasil- resultados de um painel de especialistas. Revista brasileira de recursos hídricos- RBRH, v.8, n.4, p 49-67, out/dez. 2003.**

**MOTTA, Fernando Prestes; VASCONCELOS, Isabella Gouveia. Teoria Geral da administração.** São Paulo: Pioneira Thomson Learning, 2002.

**PEIXOTO, F. S. Por uma Geografia das Águas: ensaio sobre território e recursos hídricos no Nordeste Setentrional.** Curitiba: CRV, 2020, 142 p

**PEREIRA, Maria José Lara de Bretas; FONSECA, João Gabriel Marques. Faces da decisão: as mudanças de paradigmas e o poder da decisão.** São Paulo: Makron Books, 1997

**RAFFESTIN, C. Por uma Geografia do Poder.** Tradução: Maria Cecília França. São Paulo, Ática: 1993.

**SILVA, Christian Luis da; LIMA, José Edimilson de Sousa (ORG). Políticas públicas e indicadores para o desenvolvimento sustentável.** São Paulo: Saraiva, 2010.

**UNESCO- United Nations Educational Scientific and Cultural Organization. Hydro Environmental Indices.** Paris, 1984.

**VAN BELLEN, H.M. Indicadores de sustentabilidade: Uma análise comparativa. 2.ED.** Rio de Janeiro: FGV, 2006.