

CONHECIMENTOS ECOLÓGICOS NO PROCESSO DE ENQUADRAMENTO DOS RECURSOS HÍDRICOS EM CLASSES DE QUALIDADE

Jamile de Almeida Marques da Silva (UFRJ) • Frederico Meirelles-Pereira (UFRJ)
Reinaldo Luiz Bozelli (UFRJ) • Rosa Maria Formiga-Johnsson (UERJ)

Introdução

A partir de 1960, evidenciou-se que a ciência e a tecnologia, inicialmente tão promissoras e garantidoras da qualidade de vida humana, não conseguiriam livrar-nos de algumas mazelas que nos acometem desde o início de nossa existência. Percebemos que a miséria, as doenças, as guerras, a fome e a pobreza não seriam eliminadas mesmo que houvesse toda tecnologia e ciência disponíveis¹. A promessa de modernidade, iniciada no século XV por meio de um conjunto de transformações culturais, artísticas, políticas, econômicas e filosóficas que se diziam capazes de nos libertar das limitações impostas pelos recursos naturais, simplesmente não se concretizaram na prática. Descobrimos, com o avançar das décadas, que seria necessário rever alguns conceitos civilizatórios que até então eram inquestionáveis e repensar se a ciência e a tecnologia sozinhas seriam suficientes para dirimir as complexas causas das mazelas ambientais.

O cenário descrito acima desafia sobremaneira a capacidade gerencial dos recursos naturais, e em especial dos recursos hídricos. Em 2009, o Ministério do Meio Ambiente (MMA), aplicando o método da Prospectiva Exploratória², elaborou cenários para 2020 considerando três situações: que haverá água para todos, para alguns ou para poucos. Para os cenários propostos pelo MMA, existem algumas condições que não sofrerão variação e precisam ser consideradas qualquer que seja o cenário que venha a se concretizar no futuro. São elas: 1) o crescimento dos problemas de saneamento ambiental; 2) a expansão das atividades rurais (particularmente da irrigação); 3) a implantação de hidrelétricas, ainda que de modo condicionado pelas exigências ambientais, de transporte aquaviário, de múltiplo uso e de respeito às populações atingidas; 4) a necessidade de conservação de aquíferos estratégicos, especialmente o Aquífero Guarani; 5) o perigo de que o Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos (SINGREH) seja

¹ QUINTAS, J.S. Educação no processo de gestão ambiental pública: a construção do ato pedagógico. In: LOUREIRO, C.F.B.; LAYRARGUES, P.P.; CASTRO, R.S (orgs.). **Repensar a Educação Ambiental**: um olhar crítico. São Paulo: Cortez, 2009.

² BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis. **Plano de Águas do Brasil, Águas para o Futuro**. Cenário para 2020. Brasília, 2009.

burocratizado e perca operatividade; 6) a necessidade de conhecimentos, bem como de desenvolvimento e adoção de novas técnicas de utilização dos recursos hídricos e de tratamento de efluentes; e 7) os investimentos para o manejo eficaz dos recursos hídricos.

Em tempos em que a vulnerabilidade ecológica dos recursos naturais aumenta significativamente e, por isso, é reconhecida pelos órgãos gestores, cresce também a demanda pela aplicação prática dos conhecimentos acadêmicos no cotidiano de instituições políticas e colegiados, como os comitês de bacias hidrográficas. A motivação para esta pesquisa, portanto, é a crença de que as instituições acadêmicas, como a Universidade Federal do Rio de Janeiro (UFRJ), devem de fato assumir a responsabilidade de qualificar os recursos humanos dos diversos segmentos da sociedade e não apenas a comunidade escolar. Seu protagonismo deve residir ainda na contribuição para popularizar a importância da implementação do enquadramento dos corpos hídricos enquanto garantidor e restaurador da qualidade ambiental das regiões hidrográficas. Nesse sentido, os autores mostram a relevância desta pesquisa, uma vez que culmina com a caracterização dos conhecimentos ecológicos utilizados para qualificar a gestão dos recursos hídricos, principalmente o processo de enquadramento dos corpos hídricos em classes de qualidade. Propõe-se desenvolver um elo concreto entre a Universidade e a sociedade para a gestão de recursos naturais.

Caracteriza-se este trabalho como uma contribuição ao conhecimento produzido até o momento acerca do enquadramento dos corpos hídricos. Principalmente, porque utiliza a Ecologia como foco para a gestão da qualidade dos ecossistemas aquáticos, assim como fazem os países que se destacam na gestão dos recursos hídricos.

Metodologia

Para caracterizar o pensamento atualmente mais aceito na literatura acerca das bases conceituais utilizadas neste trabalho, foi realizada uma pesquisa documental. Essa pesquisa envolveu a literatura existente sobre o enquadramento dos corpos hídricos em classes de qualidade. Além disso, realizou-se pesquisa documental para caracterizar os conhecimentos ecológicos relacionados ao processo de enquadramento dos recursos hídricos que devem ser compreendidos para possibilitar a participação qualificada na gestão das águas. A Figura 1 representa, esquematicamente, a metodologia utilizada durante a pesquisa.

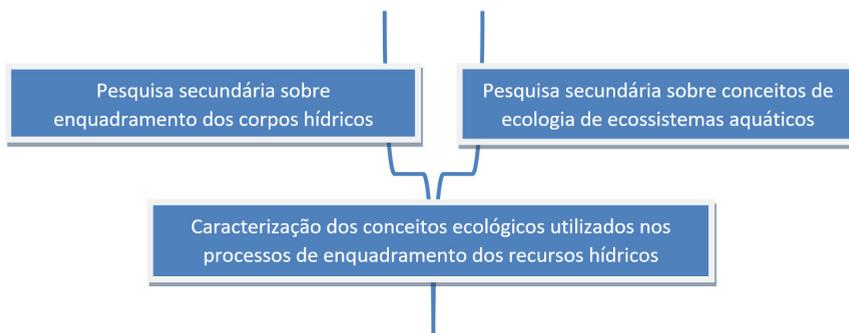


Figura 1 - Representação esquemática da metodologia utilizada durante a pesquisa

Resultado e Discussão

Enquadramento dos corpos d'água em classes de qualidade

O amadurecimento da legislação brasileira com relação à gestão dos recursos hídricos culmina na determinação legal do enquadramento enquanto um dos instrumentos da Política Nacional de Recursos Hídricos (PNRH). Com a institucionalização dessa importante ferramenta, o poder público buscou promover a melhoria e a manutenção da qualidade dos corpos d'água. Portanto, o enquadramento representa um bom indicador da mudança de paradigma ocorrida no modelo de gestão dos recursos hídricos brasileiros. Aplicando o novo modelo de gestão dos recursos hídricos, o Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos (SINGREH) buscou diminuir os custos de combate à poluição utilizando ações preventivas permanentes³. Nesse sentido, o enquadramento é a melhor ferramenta para articular os instrumentos de gestão visando integrar a qualidade e a quantidade dos recursos hídricos⁴. A definição conceitual de enquadramento adotada nesta pesquisa é a mesma apresentada na PNRH, em que o instrumento é descrito como o:

estabelecimento da meta ou objetivo de qualidade da água (classe) a ser, obrigatoriamente, alcançada ou mantido em um segmento de corpo de água, de acordo com os usos preponderantes pretendidos, ao longo do tempo⁵.

A década de 1970 foi importante para a gênese do novo modelo de gestão das águas, uma vez que se iniciaram as discussões sobre a gestão descentralizada dos recursos hídricos. Foi importante também para o enquadramento em âmbito federal em função do Ministério do Interior ter emitido em 15 de janeiro de 1976 a Portaria nº 13. Essa Portaria definia o sistema de classificação da qualidade da água para águas doces de acordo com os usos preponderantes em nível federal, possuindo a finalidade exclusiva de atender padrões de balneabilidade e recreação⁶.

Alguns corpos d'água, como os da bacia dos rios Piracicaba-Capivari-Jundiá (1977), os da bacia do Rio Paranapanema (1980) e os da bacia do Rio Paraíba do Sul (1981), foram enquadrados tendo como base as orientações dessa Portaria.

Em 1981, a promulgação da Política Nacional de Meio Ambiente (PNMA) possibilitou a formulação de novas normativas direcionadas à gestão das águas. Diante de um processo de amadurecimento legal sobre a qualidade dos recursos hídricos, era inevitável a revisão da Portaria nº 13/1976, sendo ela revogada pela resolução do Conselho Nacional de Meio Ambiente (CONAMA)⁷ nº 20, de 18 de junho de 1986.

³ BRASIL. Lei nº 9.433, de 08 de janeiro de 1997. Institui a Política Nacional de Recursos Hídricos. **Diário Oficial da União**, Brasília 1997.

⁴ DINIZ, L.T. et al. Integração da Gestão de Água e o Enquadramento. In: WORKSHOP SOBRE GESTÃO ESTRATÉGICA DE RECURSOS HÍDRICOS, 2006. Brasília: Associação Brasileira de Recursos Hídricos, 2006.

⁵ BRASIL. Lei nº 9.433, de 08 de janeiro de 1997, op. cit.

⁶ DINIZ, L.T. et al. O Enquadramento de Cursos d'Água na Legislação Brasileira. In: SIMPÓSIO DE RECURSOS HÍDRICOS DO SUL-SUDESTE, 1., 27-29 agosto 2006. Curitiba, PR, Brasil. Brasília: Associação Brasileira de Recursos Hídricos, 2006.

⁷ BRASIL. Resolução CONAMA nº 20, de 18 de junho de 1986. Estabelece a classificação das águas, doces, salobras e salinas do Território Nacional. **Diário Oficial da União**, Brasília 1986.

A resolução CONAMA nº 20/1986 estabeleceu novas competências e obrigações aos órgãos ambientais, pois deveriam garantir, então, não só a quantidade mas também a qualidade dos recursos hídricos brasileiros. A resolução propôs nova classificação para as águas doces, salobras e salinas, elevando para nove o número de classes de qualidade de água, e propôs diversos parâmetros de qualidade para auxiliar o processo de enquadramento. Sobre a resolução CONAMA nº 20/1986, Diniz *et al.*⁸ acreditam que a mesma representou um marco no sistema de enquadramento das águas brasileiras, já que pela primeira vez um diploma regulatório nacional conceituou o que seriam os padrões e condições de qualidade da água.

Com a promulgação da PNRH em 1997, da resolução do Conselho Nacional de Recursos Hídricos (CNRH)⁹ no 12/2000 (que dispunha sobre os procedimentos gerais para o enquadramento dos corpos d'água superficiais e subterrâneos) e da resolução CONAMA¹⁰ no 274/2000 (que define critérios de balneabilidade em águas brasileiras), percebeu-se a demanda nacional para a revisão da CONAMA no 20/1986. A nova resolução CONAMA¹¹ no 357 de 17 de março de 2005 revogou a resolução CONAMA no 20/1986 e incorporou aspectos conceituais que não apareciam no marco regulatório anterior¹². A CONAMA no 357/2005 definiu padrões mais protetivos para a qualidade das águas, observando as recomendações feitas pela Constituição Federal de 1988¹³ e pela PNRH, que proibiram o lançamento de efluentes poluidores em níveis considerados nocivos aos seres humanos e a outras formas de vida.

Cada categoria de uso previsto na resolução CONAMA¹⁴ no 357/2005 está condicionada a um conjunto de parâmetros que devem ser respeitados em seus limites máximos. Coube a essa resolução estabelecer, ainda, as condições e padrões de lançamento de efluentes nos corpos d'água. Os padrões de qualidade da água representam limites máximos e mínimos para a emissão de cada substância em cada uma das classes de enquadramento.

As maiores modificações percebidas na resolução CONAMA nº 357/2005 foram com relação aos parâmetros de qualidade química, sendo adicionados dezenove novos parâmetros. Para a readequação dos parâmetros já existentes na CONAMA nº 20/1986, alguns padrões foram utilizados a título de referência. Para padrões mais protetivos e rigorosos, por exemplo, utilizaram-se valores de países como Estados Unidos e Austrália. Para padrões mais próximos à realidade socioeconômica brasileira, adotaram-se valores utilizados em países como a África do Sul¹⁵.

⁸ DINIZ, L.T. *et al.* O Enquadramento de Cursos d'Água na Legislação Brasileira, *op. cit.*

⁹ BRASIL. Resolução CNRH no 12, de 19 de julho de 2000. Dispõe sobre os procedimentos gerais para o enquadramento dos corpos de água superficiais e subterrâneos. **Diário Oficial da União**, Brasília 2000.

¹⁰ BRASIL. Resolução CONAMA no 274, de 29 de novembro de 2000. Define os critérios de balneabilidade em águas brasileiras. **Diário Oficial da União**, Brasília 2001.

¹¹ BRASIL. Resolução CONAMA no 357, de 17 de março de 2005. Dispõe sobre a classificação dos corpos de água e diretrizes ambientais para o seu enquadramento. **Diário Oficial da União**, Brasília 2005.

¹² COSTA, M. P.; BRANDÃO, V. S. Enquadramento dos corpos d'água no Brasil – situação atual e perspectivas. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE RECURSOS HÍDRICOS, 17., 25-29 nov. 2007, São Paulo, SP, Brasil.

¹³ BRASIL. [Constituição (1988)]. **Constituição Federal da República Federativa do Brasil de 1988**.

¹⁴ BRASIL. Resolução CONAMA no 357, de 17 de março de 2005. Dispõe sobre a classificação dos corpos de água e diretrizes ambientais para o seu enquadramento. **Diário Oficial da União**, Brasília 2005.

¹⁵ BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis. **Avaliação dos valores máximos estabelecidos para os parâmetros das classes de água**. Brasília, 2004.

A maioria dos parâmetros, como demanda bioquímica de oxigênio (DBO), pH e oxigênio dissolvido (OD), permaneceram com o mesmo padrão de qualidade definido pela CONAMA nº 20/1986. Em contrapartida, ocorreu aumento de exigência para alguns parâmetros específicos. Para parâmetros microbiológicos, como coliformes termotolerantes, houve alteração em todas as classes e foi exigido aumento no número de coletas com frequência bimestral. Foi eliminada a possibilidade de flexibilizar os valores limite para esse parâmetro sob alegação de dificuldade laboratorial para detecção.

Com relação aos parâmetros biológicos, foi incluída a densidade de cianobactérias em função de sua relevância para a caracterização da condição trófica dos ambientes aquáticos. Percebeu-se a necessidade do desenvolvimento de novos métodos de coleta e análise da água para que os órgãos responsáveis pudessem realizar o monitoramento e o controle da qualidade das águas. O aumento na quantidade de parâmetros de qualidade mostrou-se relevante para corroborar as iniciativas de penalização e/ou embargo das atividades poluidoras.

Diniz *et al.*¹⁶ acreditam que a PNRH trouxe protagonismo ao processo de enquadramento, definindo-o como principal ferramenta de integração entre os demais instrumentos de gestão ambiental e de recursos hídricos. Isso dentro de uma perspectiva de planejamento descentralizado e participativo, adotando a bacia hidrográfica como unidade de planejamento dos recursos hídricos. É de extrema importância ressaltar que, até a promulgação da PNRH, não era prerrogativa legal envolver a população no processo de enquadramento.

As metas progressivas de melhoria da qualidade das águas previstas no processo de enquadramento devem expressar o objetivo de uso público dos recursos hídricos pela comunidade e, por isto, devem dialogar com todos os aspectos que envolvem o cotidiano da população na bacia hidrográfica¹⁷. Ao serem propostas, não podem deixar de salvaguardar aspectos ambientais, técnicos, econômicos, sociais e políticos. Corroborando a constatação de Medeiros *et al.*¹⁸, Costa e Conejo¹⁹ afirmam que o enquadramento é influenciado por questões técnicas, econômicas, sociais e políticas. Portanto, o processo de enquadramento das águas deve considerar todas essas feições para que as metas progressivas de melhoria da qualidade das águas sejam de fato alcançáveis no horizonte de planejamento determinado.

Sobre as metas de qualidade de água indicadas pelo enquadramento, Costa e Brandão²⁰ acreditam que elas representam a expressão dos objetivos públicos para a gestão dos recursos hídricos, e a velocidade de seu alcance está relacionada com a magnitude do passivo ambiental existente e/ou com a disponibilidade de recursos financeiros para a reversão do impacto ambiental. É importante atentar-se para os efeitos colaterais indesejáveis de se proporem metas muito ambiciosas ou muito modestas para

¹⁶ DINIZ, L.T. *et al.* O Enquadramento de Cursos d'Água na Legislação Brasileira. *op. cit.*

¹⁷ MEDEIROS *et al.* Aspectos legais do enquadramento de águas superficiais e subterrâneas. In: SIMPÓSIO DE RECURSOS HÍDRICOS DO NORDESTE, 10., 16 e 19 nov. 2010, Fortaleza, CE, Brasil.

¹⁸ *Ibid.*

¹⁹ COSTA, M. P.; CONEJO, J. G. L. A. Implementação do enquadramento dos corpos d'água em bacias hidrográficas: conceitos e procedimento. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE RECURSOS HÍDRICOS, 18., 22-26 nov. 2009, Campo Grande, MS, Brasil.

²⁰ COSTA, M. P.; BRANDÃO, V. S. Enquadramento dos corpos d'água no Brasil: situação atual e perspectivas. *op. cit.*

o enquadramento de corpos d'água. Metas muito ambiciosas implicam intervenções de alto custo e de difícil realização. Em contrapartida, metas muito modestas podem tornar irreversíveis algumas condições de degradação qualitativa das águas, impossibilitando os usos múltiplos dos recursos hídricos²¹.

Com relação às metas de enquadramento, Porto²² acredita ser necessário que o Brasil planeje e otimize os investimentos, buscando priorizar corretamente as ações e definir metas realizáveis. É preciso ter em vista que os custos financeiros inerentes à implantação de um amplo programa de gestão de qualidade de água dependem do que se objetiva em termos de qualidade para os recursos hídricos e que o investimento é, em geral, bastante alto.

O processo de enquadramento prevê “ampla participação da comunidade da bacia hidrográfica, por meio da realização de consultas públicas, encontros técnicos, oficinas de trabalho e outros”²³. Mediante informações coletadas na etapa de diagnóstico e os cenários desenvolvidos no prognóstico, são elaboradas as alternativas de enquadramento para os corpos hídricos da bacia.

É importante que nas consultas públicas estejam representados os mais variados integrantes da bacia, como representantes de órgãos públicos, empresas, lideranças municipais, pescadores, organizações não governamentais (ONGs), agricultores e a população em geral (mesmo que não esteja organizada em representações de classe). É fundamental que todos os segmentos tragam para a discussão a forma com que se relacionam (de maneira regularizada ou não) com os recursos hídricos no presente e suas visões de futuro para a bacia. Para que todos entendam claramente o que está sendo posto em debate, os interlocutores das Agências de Bacia, das Delegatárias, dos órgãos de meio ambiente, dos órgãos de recursos hídricos e os pesquisadores precisam ser hábeis em transformar termos técnico-científicos em linguagem acessível ao entendimento do público em geral. Costa e Conejo²⁴ apontam que envolver a participação pública no processo de enquadramento geralmente aumenta o tempo de elaboração da proposta. Em compensação, agrega benefícios importantes, como o apoio público durante o processo de enquadramento e em relação ao resultado final.

O processo de enquadramento configura-se, portanto, em prática decisória e participativa, em que discussões sobre a qualidade das águas, a carga poluidora e os custos para redução dessa carga são realizadas. Nesse contexto, realizam-se reflexões sobre o desejo da população (“água que queremos ter”) e as reais possibilidades de manejo (“água que podemos ter”). Porto²⁵ resume em três itens as características do enquadramento enquanto instrumento de planejamento: 1) força o olhar holístico para a bacia, uma vez que, para a identificação dos usos prioritários por trecho, é necessária a

²¹ COSTA, M. P.; CONEJO, J. G. L. A. Implementação do enquadramento dos corpos d'água em bacias hidrográficas: conceitos e procedimento, *op. cit.*

²² PORTO, M.F.A. **Sistemas de gestão da qualidade das águas**: uma proposta para o caso brasileiro. 2002. Tese (Livre Docência) - Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, SP, Brasil, 2002.

²³ BRASIL. Resolução CNRH no 91, de 05 de novembro de 2008. Institui os procedimentos para o enquadramento dos corpos d'água em classes de uso, *op. cit.*

²⁴ COSTA, M. P.; CONEJO, J. G. L. A. Implementação do enquadramento dos corpos d'água em bacias hidrográficas: conceitos e procedimento, *op. cit.*

²⁵ PORTO, M.F.A. Sistemas de gestão da qualidade das águas: uma proposta para o caso brasileiro, *op. cit.*

compreensão de todo o sistema hídrico em macroescala; 2) faz parte do Plano de Bacia, na tentativa de garantir a integração entre aspectos qualitativos e quantitativos do uso dos recursos hídricos; e 3) simboliza visão de um futuro para a bacia que será alcançada se as metas de qualidade de água forem atingidas no prazo estipulado.

Apesar de todo esforço legislativo para conceber normatizações processuais e parâmetros de qualidade da água, existem limites impostos à recuperação dos ecossistemas aquáticos e ao alcance da meta final de enquadramento. Portanto, a distância entre a “água que queremos ter” e a “água que podemos ter” é fruto desses limites. Essas restrições são de cunho principalmente político, uma vez que a efetiva operação desse instrumento de planejamento não está sendo priorizada pelos órgãos gestores de recursos hídricos brasileiros. Outra limitação é de cunho técnico. Como exemplo, citamos a constatação do Plano Estratégico de Recursos Hídricos das Bacias Hidrográficas dos Rios Guandu, da Guarda e Guandu Mirim²⁶, que evidenciou essa limitação quando concluiu ser impossível manter o Rio Guandu enquadrado em Classe 2 em 100% do tempo, ainda que todo o esgoto lançado atualmente nesse rio recebesse nível terciário de tratamento e fosse mantido nível máximo de eficiência na operação e manutenção das Estações de Tratamento de Efluente (ETE). Portanto, alcançar a meta final de enquadramento não é tarefa trivial. Ainda que haja vontade política, dependendo do estado de degradação ambiental do corpo hídrico, as soluções técnicas tornam-se extremamente caras ou infelizmente impossíveis.

As limitações político-institucionais também podem gerar uma eventual impossibilidade de efetivação do enquadramento desejado, uma vez que o alcance das metas finais não depende apenas de uma boa articulação entre o setor de saneamento e os Comitês de Bacias Hidrográficas (CBH). Levando-se em consideração que os efluentes orgânicos *in natura* são o maior contaminante das águas brasileiras, é evidente e extremamente importante que os dois entes citados tenham articulação bem-sucedida. No entanto, a problemática do enquadramento é bastante complexa, e seu sucesso exige mais do que uma boa relação entre os CHB e o setor de saneamento. O sucesso do enquadramento perpassa, também, pelo engajamento das políticas nacionais, estaduais, dos órgãos gestores de meio ambiente e de recursos hídricos.

No estado do Rio de Janeiro, por exemplo, houve avanço na questão de saneamento graças a uma conjuntura política favorável que vislumbrou o saneamento ambiental como tema importante e merecedor de investimentos federais por meio do Programa de Aceleração do Crescimento (PAC), criado em 2007. Os investimentos do PAC no estado do Rio de Janeiro mudaram uma realidade de, aproximadamente, dez anos sem aporte federal no setor e refletem uma tendência mundial, em que se observa que as questões vinculadas ao saneamento ambiental só avançam mediante subsídio do governo central devido aos altos custos envolvidos.

²⁶ AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS. **Plano Estratégico das bacias dos rios Guandu, Guarda e Guandu mirim**: relatório síntese. Brasília, DF, 2009.

Portanto, promover o enquadramento exige um enorme esforço político-institucional que envolve os diversos integrantes do SINGREH em suas diferentes esferas de atuação. Nesse contexto, é desejável que os Comitês de Bacias Hidrográficas possuam grande poder de articulação e fomento. O Comitê de Bacia Hidrográfica Lagos São João, por exemplo, é protagonista da recuperação ambiental da Região Hidrográfica VI (RH VI), logrando ser um importante agente articulador entre empresas privadas, empresas públicas, recursos estaduais e federais com o objetivo de recuperar os corpos d'água da região²⁷.

Ecologia dos ecossistemas aquáticos

O enquadramento dos corpos hídricos e o conhecimento ecológico estão intrinsecamente relacionados, uma vez que a classificação dos corpos d'água em categorias de usos preponderantes ocorre em conformidade com diretrizes ambientais formuladas a partir de consulta ao acervo técnico-científico. As diretrizes ambientais consistem em parâmetros de qualidade da água cientificamente mensuráveis, como por exemplo: oxigênio dissolvido (OD), demanda bioquímica de oxigênio (DBO), pH, coliformes termotolerantes, cor, sólidos sedimentáveis e temperatura. Cada classe de uso é delimitada por padrões. Ou seja, valores limite adotados como requisito normativo de um parâmetro de qualidade de água ou efluente. Ao exceder o valor limite da classe, a água passa a ser enquadrada na classe seguinte.

O conhecimento ecológico deve auxiliar o poder público, os usuários e a sociedade civil a compreender os motivos que fazem os corpos hídricos serem enquadrados em certa classe e não em outra. Portanto, foram caracterizados treze conceitos chave pertencentes à ecologia dos ecossistemas aquáticos indispensáveis para o enquadramento dos recursos hídricos em classes de qualidade. As definições desses conceitos encontram-se descritas no Quadro 1.

Conceitos ecológicos utilizados no processo de enquadramento dos recursos hídricos	
Conceito	Definição
Espécie	Populações ou um grupo de populações cujos membros têm características similares e podem se reproduzir entre si, mas não com indivíduos de outro grupo ²⁸ .
Abundância	Número de indivíduos, quantidade de biomassa, de produtividade ou de outras indicações de importância de uma espécie encontrados em uma determinada área ^{29,30} .

Quadro 1 - Conceitos chave pertencentes à ecologia de ecossistemas aquáticos indispensáveis para o enquadramento dos recursos hídricos em classes de qualidade (continua)

²⁷ BIDEGAIN, P. **Planejamento Territorial e dos Recursos Hídricos da Região Hidrográfica Lagos São João**. Proposta Técnica. Canadá, 2011.

²⁸ CAIN, M.L.; BOWMAN, W. D.; HACKER, S. D. **Ecologia**. Porto Alegre: Artmed, 2011. 640 p.

²⁹ ODUM, E.P. **Ecologia**. Rio de Janeiro: Ed. Guanabara, 1983.

³⁰ CAIN, M.L.; BOWMAN, W. D.; HACKER, S. D. **Ecologia**, op. cit.

Conceitos ecológicos utilizados no processo de enquadramento dos recursos hídricos	
Conceito	Definição
Preponderância	A superioridade numérica de uma espécie ou grupo sobre outros em uma comunidade ou associação ³¹ .
Espécie rara	Espécie que é incomum, escassa ou pouco encontrada ³² .
Espécie comum	Espécie que é frequentemente encontrada ³³ .
População	Grupo de indivíduos da mesma espécie que vivem dentro de uma determinada área e que interagem uns com os outros ³⁴ .
Comunidade	Inclui todas as populações que ocupam uma dada área ³⁵ .
Equabilidade	Medida de homogeneidade entre as abundâncias relativas das espécies de uma comunidade ³⁶ .
Riqueza de espécies	Número de espécies presentes em uma unidade geográfica definida (em uma comunidade) ³⁷ .
Diversidade de espécies	Medida que combina tanto o número de espécies (riqueza de espécies) em uma comunidade quanto a abundância relativa de cada espécie (equabilidade de espécies) ³⁸ .
Metabolismo aquático (produção, consumo e decomposição)	O movimento dos nutrientes entre os compartimentos bióticos e abióticos e o fluxo de energia, indicando forma, eficiência e integridade ecológica do seu funcionamento ³⁹ .
Fator limitante	Fator que possui papel central na limitação da produtividade de uma comunidade ⁴⁰ .
Eutrofização	A eutrofização pode ser natural ou artificial. Quando natural, é um processo lento e contínuo que resulta do aporte de nutrientes trazidos pelas chuvas e pelas águas superficiais que erodem e lavam a superfície terrestre. A eutrofização natural corresponde ao que poderia ser chamado de “envelhecimento natural” do lago. Quando é induzida pelo homem, a eutrofização é denominada de artificial, cultural ou antrópica. Nesse caso, os nutrientes podem ter diferentes origens. Esse tipo de eutrofização é responsável pelo “envelhecimento precoce” de ecossistemas lacustres ⁴¹ .

Quadro 1 - Conceitos chave pertencentes à ecologia de ecossistemas aquáticos indispensáveis para o enquadramento dos recursos hídricos em classes de qualidade (conclusão)

³¹ RICKLEFS, R. E. **A Economia da Natureza**. 5ª. ed. Rio de Janeiro: Guanabara-Koogan, 2003. 503 p.

³² ODUM, E.P. **Ecologia**. *op. cit.*

³³ *Ibid.*

³⁴ CAIN, M.L.; BOWMAN, W. D.; HACKER, S. D. **Ecologia**. *op. cit.*

³⁵ ODUM, E.P. **Ecologia**. *op. cit.*

³⁶ CAIN, M.L.; BOWMAN, W. D.; HACKER, S. D. **Ecologia**. *op. cit.*

³⁷ BEGON *et al.* **Ecologia**: de indivíduos a ecossistemas. 4 ed. Porto Alegre: Artmed, 2007.

³⁸ CAIN, M.L.; BOWMAN, W. D.; HACKER, S. D. **Ecologia**. *op. cit.*

³⁹ ESTEVES, F.A. *et al.* **Fundamentos de Limnologia**. 3 ed. Rio de Janeiro: Interciência, 2011a.

⁴⁰ BEGON *et al.* **Ecologia**: de indivíduos a ecossistemas. *op.cit.*

⁴¹ ESTEVES, F.A. *et al.* **Fundamentos de Limnologia**. *op. cit.*

Os treze conceitos listados acima foram categorizados em três grupos: 1) metabolismo aquático (produção, consumo, decomposição e fator limitante); 2) eutrofização; e 3) caracterização e estrutura da comunidade aquática (espécie, abundância, preponderância, espécie rara, espécie comum, população, comunidade, equabilidade, riqueza de espécies e diversidade de espécies). Os conceitos referentes ao metabolismo aquático foram definidos tendo como base os parâmetros prioritários de qualidade de água utilizados no processo de enquadramento de corpos d'água e sua relação com os usos múltiplos realizados (Quadro 2).

Usos da água e principais parâmetros relacionados	
Usos múltiplos	Principais parâmetros relacionados
Proteção das comunidades aquáticas, inclusive em terras indígenas; preservação do equilíbrio natural das comunidades aquáticas; preservação dos ambientes aquáticos em unidades de conservação de proteção integral	Oxigênio dissolvido, demanda bioquímica de oxigênio, pH, temperatura da água, nutrientes (nitrogênio e fósforo), amônia, algas, clorofila, turbidez, substâncias tóxicas (metais, agrotóxicos, entre outros), coliformes termotolerantes, sólidos em suspensão.
Abastecimento para consumo humano	Oxigênio dissolvido, demanda bioquímica de oxigênio, pH, temperatura da água, nutrientes (nitrogênio e fósforo), amônia, algas, clorofila, turbidez, substâncias tóxicas (metais, agrotóxicos, entre outros), coliformes termotolerantes, sólidos em suspensão, cloreto, patógenos, potencial de formação de trihalometanos, sólidos totais.
Dessedentação de animais	Nitratos, sulfatos, sólidos totais dissolvidos, metais, poluentes orgânicos (ex.: agrotóxicos), patógenos e algas.
Harmonia paisagística	Materiais flutuantes, espumas não naturais, odor, aspecto da água.
Aquicultura e pesca	Oxigênio dissolvido, pH, temperatura, nutrientes (nitrogênio e fósforo), algas, turbidez, substâncias tóxicas (metais, agrotóxicos, entre outros), poluentes que se acumulam ao longo da cadeia alimentar (POPs).

Quadro 2 - Usos da água e a relação com os principais parâmetros de análise de qualidade previstos na resolução CONAMA⁴² no 357/2005 (continua)

⁴² BRASIL. Resolução CONAMA no 357, de 17 de março de 2005. Dispõe sobre a classificação dos corpos de água e diretrizes ambientais para o seu enquadramento, op. cit.

Usos da água e principais parâmetros relacionados	
Usos múltiplos	Principais parâmetros relacionados
Recreação de contato primário e secundário	Coliformes termotolerantes, algas, óleos e graxas, turbidez.
Navegação	Sólidos em suspensão, materiais flutuantes, espumas não naturais, odor, aspecto da água.
Irrigação	Coliformes termotolerantes, sólido totais dissolvidos, cloretos, sódio, pH, potássio, cálcio, magnésio, condutividade elétrica.
Diluição de poluentes	pH, temperatura, materiais sedimentáveis, óleos e graxas, óleos minerais, óleos vegetais e gorduras animais, nitrogênio amoniacal total.

Quadro 2 - Usos da água e a relação com os principais parâmetros de análise de qualidade previstos na resolução CONAMA⁴² no 357/2005 (conclusão)

Fonte: Costa e Conejo⁴³

Os conceitos ecológicos descritos no Quadro 1 relacionam-se com os parâmetros prioritários para o enquadramento dos corpos hídricos previstos pela resolução CONAMA nº 357/2005, entendidos pela Agência Nacional de Águas como relevantes para a gestão dos recursos hídricos (Quadro 3).

Parâmetros prioritários para o enquadramento	
Parâmetro prioritários	Justificativa
Matéria orgânica biodegradável	Ocasiona o consumo de oxigênio dissolvido; tem como origem mais comum o esgoto doméstico.
Nutrientes (ex.: fósforo e nitrogênio)	Causam a eutrofização do corpo d'água.
Organismos patogênicos	Causam as doenças de veiculação hídrica.
Substâncias orgânicas (ex.: agrotóxicos)	Provocam efeito tóxico nos organismos aquáticos e podem se acumular em seus tecidos.
Sólidos em suspensão	Aumentam a turbidez da água afetando a biota aquática e causando assoreamento do corpo d'água.

Quadro 3 - Parâmetros prioritários para o enquadramento dos corpos d'água em classes de uso de acordo com a Agência Nacional de Águas⁴⁴

No Quadro 4, relacionam-se os conceitos ecológicos chave com os principais parâmetros de qualidade da água utilizados no enquadramento, considerando a proteção das comunidades aquáticas, a recreação e o abastecimento humano.

⁴³ BRASIL. Resolução CONAMA no 357, de 17 de março de 2005. Dispõe sobre a classificação dos corpos de água e diretrizes ambientais para o seu enquadramento, *op. cit.*

⁴⁴ COSTA, M. P.; CONEJO, J. G. L. A. Implementação do enquadramento dos corpos d'água em bacias hidrográficas: conceitos e procedimento, *op. cit.*

Relação entre conceitos ecológicos e os principais parâmetros de qualidade da água utilizados no enquadramento considerando a proteção das comunidades aquáticas, recreação e abastecimento humano	
Conceitos ecológicos	Principais parâmetros
Metabolismo aquático	Oxigênio dissolvido (OD), algas, clorofila, substâncias tóxicas, turbidez e pH.
	Substâncias tóxicas, sólidos em suspensão, óleos e graxas e turbidez.
	Nutrientes, turbidez e pH.
Eutrofização	Demanda bioquímica de oxigênio (DBO), coliformes termotolerantes, turbidez, pH e patógenos.
Caracterização e estrutura da comunidade aquática	Clorofila.

Quadro 4 - Relação entre conceitos ecológicos e os principais parâmetros de qualidade da água utilizados no enquadramento, considerando a proteção das comunidades aquáticas, a recreação e o abastecimento humano

No Quadro 5, relacionam-se os conceitos ecológicos caracterizados no estudo com o detalhamento conceitual que pode ser realizado a partir dos conceitos mapeados nesta pesquisa.

153

Conceitos ecológicos	Detalhamento conceitual
Metabolismo aquático	Produtividade primária, contribuição alóctone, pH e ciclagem de nutrientes (nitrogênio e fósforo).
Eutrofização	Diferencial entre eutrofização natural e artificial. Causas e consequências da eutrofização artificial.
Caracterização e estrutura da comunidade aquática	Comunidade, população, cadeia trófica e causas para a variação dos parâmetros.

Quadro 5 - Detalhamento dos conceitos ecológicos caracterizados no estudo

Acredita-se que, para alcançar de fato a gestão participativa e efetiva dos recursos hídricos, é preciso que o uso do conhecimento técnico-científico se dê de forma transparente e acessível a todos os integrantes dos organismos de bacia⁴⁵. Diante disso, a caracterização dos conhecimentos ecológicos utilizados para o enquadramento dos

⁴⁵ LEMOS, M.C.; NELSON, D.R.; JOHNSON, R.M.F. Uso de conhecimento técnico-científico e democratização da gestão das águas no Brasil: análise preliminar do survey Marca d'Água. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE RECURSOS HÍDRICOS, 17., 25-29 nov. 2007, São Paulo, SP, Brasil.

recursos hídricos é uma colaboração da academia no sentido de estruturar a discussão e contribuir para o aprofundamento de elementos relevantes à gestão dos recursos hídricos. Acredita-se que, com o maior entendimento sobre a dinâmica ecológica natural e não natural dos ambientes, o poder público, os usuários e a sociedade civil desenvolvam propostas de enquadramento mais realistas e exequíveis.

Participação Cidadã na Gestão dos Recursos Hídricos

O avanço no arcabouço legal brasileiro legitimou a participação popular na gestão dos recursos hídricos do país. No entanto, é comum perceber que muitos desconhecem os mecanismos e organismos de participação que foram instituídos ao longo das últimas décadas, como os Comitês de Bacias Hidrográficas. Popularizar o conhecimento ecológico é, portanto, uma maneira de auxiliar na reversão do quadro de esvaziamento percebido em muitos colegiados que se dedicam à gestão participativa dos recursos hídricos.

Pensando no modelo de participação proposto por Arnstein⁴⁶, no qual a participação cidadã é didaticamente esquematizada em formato de escada, em que cada degrau representa diferentes níveis de participação na tomada de decisão (Quadro 6), percebe-se que o acesso ao conhecimento técnico-científico representa apenas o terceiro nível na escada em direção ao último degrau. Por esse motivo, além de informar os integrantes do SINGREH por meio da discussão dos conhecimentos técnico-científicos, as práticas educativas precisam incorporar atividades que provoquem o questionamento do *status quo* e qualifiquem as instituições e seus membros para evitar “participações vazias”. Para Arnstein⁴⁷, a participação sem redistribuição de poder permite àqueles que o têm argumentar que todos foram ouvidos, mas favorecer, realmente, apenas alguns.

Escada de Participação		
1	Manipulação	Não participação
2	Terapia	
3	Informação	Níveis de concessão mínima de poder
4	Consulta	
5	Pacificação	
6	Parceria	Níveis de poder cidadão
7	Delegação de poder	
8	Controle cidadão	

Quadro 6 - Oito degraus da participação cidadã (Extraído e modificado)

⁴⁶ ARNSTEIN, S. Uma escada da participação cidadã. Tradução Markus Brose. Título original: A ladder of citizen participation. **Journal of the American Planning Association**, v. 35, n. 4 p.216-224, Jul. 1969.

⁴⁷ *Ibid.*

Conclusão

Analisando a trajetória de países como Holanda, Estados Unidos, Canadá e França na implementação de políticas públicas que estimulam a participação popular, percebe-se que a missão brasileira de aplicar com sucesso a Política Nacional de Recursos Hídricos (PNRH) será igualmente árdua e longa. Após 20 anos da promulgação da PNRH, muitos integrantes do Sistema Nacional de Gestão dos Recursos Hídricos (SINGREH) possuem pouco domínio dos cinco instrumentos de gestão das águas. Embora tenha sido criado arcabouço legal e espaços institucionais para a gestão dos recursos hídricos, Lemos *et al.*⁴⁸ acreditam que a promoção de uma gestão efetivamente participativa, tanto em termos de resultados (gestão mais eficiente), quanto de processo (gestão mais democrática, representativa e transparente), vai além da instituição dos elementos citados anteriormente e será alcançada apenas se a utilização do conhecimento técnico-científico for feita de forma transparente e democrática nos processos decisórios.

O esforço despendido nesta pesquisa buscou sistematizar o que a ecologia pode oferecer de melhor para a sociedade e mostrar que, ao encarcerá-la em um espaço limitado de atuação, perde-se a oportunidade de gerenciar os recursos naturais com maior clareza e efetividade⁴⁹. A utilização da ecologia no cotidiano de diversas instituições ligadas ao gerenciamento dos recursos hídricos pode auxiliá-las na definição de áreas prioritárias de conservação dos recursos hídricos e no planejamento do correto gerenciamento de toda a região hidrográfica.

Espera-se que a caracterização de conhecimentos ecológicos ligados ao enquadramento das águas contribua para que os integrantes do SINGREH tenham melhor domínio sobre os conhecimentos ecológicos que auxiliam na gestão dos recursos hídricos. Com esta pesquisa, a academia pretende contribuir para o processo de participação qualificada na gestão das águas brasileiras e estimular o envolvimento dos CBH no enquadramento dos corpos d'água ainda não contemplados.

Agradecimentos

Agradecemos aos organizadores pela oportunidade, ao Comitê de Bacia Lagos São João, ao Consórcio Intermunicipal Lagos São João e ao CNPq pela concessão de bolsa de pesquisa.

⁴⁸ LEMOS, M.C.; NELSON, D.R.; JOHNSSON, R.M.F. Uso de conhecimento técnico-científico e democratização da gestão das águas no Brasil: análise preliminar do survey Marca d'Água, *op. cit.*

⁴⁹ HENRY, R. **O diagnóstico da qualidade das águas do rio Guareí, Angatuba, SP:** uma cooperação Ensino Superior – Educação Básica. Botucatu: FUNDIBIO, 2012.