



# **GESTÃO SUSTENTÁVEL DE BACIAS HIDROGRÁFICAS: CENÁRIOS DO BRASIL E DA AUSTRÁLIA**



**EDIFSP**

**Organização:  
Vassiliki Boulomytis**

# **GESTÃO SUSTENTÁVEL DE BACIAS HIDROGRÁFICAS: CENÁRIOS DO BRASIL E DA AUSTRÁLIA**

**Organizadora:  
Vassiliki Terezinha Galvão Boulomytis**

**1º Edição**

**2021**

PRESIDÊNCIA DA REPÚBLICA FEDERATIVA DO BRASIL  
MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO  
INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA DE SÃO PAULO - IFSP

Rua Pedro Vicente, 625 – Canindé. São Paulo, SP, CEP: 01109-010  
Telefone +55 (11) 3775-4502  
<https://www.ifsp.edu.br>

**Elaboração, distribuição e informações:**

Editora do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de São Paulo - EDIFSP

**Coordenação:**

Rubens Lacerda de Sá

**Organização:**

Vassiliki Terezinha Galvão Boulomytis

**Autores:**

Vassiliki Terezinha Galvão Boulomytis, Cristina Elsner de Faria, Iara Bueno Giacomini, Janice Peixer, Antonio Carlos Zuffo, Urânia Tuan Cardozo, Luiza Ishikawa Ferreira, David Hamilton, Gabriela Sponchiado Hein, Carmen Regina Mendes de Araújo Correia, Thalita Panegassi Caporali, Ashantha Goonetilleke, Evanilde Benedito, Luciene Pimentel da Silva, Zaki Shubber, Nick R. Bond, André Luís Sotero Salustiano Martim, Andreia Isaac, Denise Maria Elisabeth Formaggia, Giane Cendron, Jaqueline Gil, Karoline Victor Serpa, Larissa Corteletti da Costa, Matheus Maximilian Ratz Scoarize, Rafaela Faria e Yara Moretto

**Revisão:**

Cíntia Zorattini, Luís Cláudio Prudente Cicci e Marcelo Rosa Hatugai

**Tradução:**

Marina Pereira Pires de Oliveira

**Pareceristas:**

Adriana Marques, Bruno Franco de Souza, Ricardo Luiz Mangabeira e  
Ruan Larisson Toninatto Vilela

**Colaboração:**

Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de São Paulo – Câmpus Caraguatatuba,  
Embaixada da Austrália no Brasil e Aliança Tropical de Pesquisa da Água  
(TWRA, do inglês, *Tropical Water Research Alliance*)

**Projeto gráfico, diagramação e finalização:**

Ary Almeida Normanha, Carlos José Takachi e Jun Ilyt Takata Normanha

**Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)**

Elaborada por **Elis Regina Alves dos Santos – CRB 8/8099**

---

Gestão sustentável de bacias hidrográficas : cenários do Brasil e da Austrália [recurso eletrônico] / Vassiliki Terezinha Galvão Boulomytis, organizadora.

São Paulo, SP : EDIFSP, 2021

176 p. : il.

Publicação eletrônica.

ISBN 978-65-5823-072-4

1. Bacias hidrográficas. 2. Sustentabilidade. 3. Gestão dos recursos hídricos.

I. Boulomytis, Vassiliki Terezinha Galvão. II. Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de São Paulo (IFSP)

CDD 551.48

(23.ed.)

---

Este trabalho está licenciado sob uma Licença Atribuição-NãoComercial-SemDerivações 4.0 Internacional  
Para ver uma cópia desta licença, visite <https://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/legalcode.pt>



# SUMÁRIO

PREÂMBULOS	7
INTRODUÇÃO	11
<b>1 ÁGUA E SOCIEDADE</b>	<b>15</b>
1.1 Introdução à gestão dos recursos hídricos no Brasil	
1.2 Importância dos Comitês de Bacias Hidrográficas	
1.3 Panorama dos recursos hídricos no Brasil	
1.4 Estruturação da gestão dos recursos Hídricos no Brasil	
1.5 Participação social na gestão das águas	
1.6 Educação ambiental na gestão das águas	
1.7 Inovação social e trilha para a sustentabilidade	
ESTUDO DE CASO: PROJETOS, PROGRAMAS E SISTEMAS PARA A IMPLANTAÇÃO DA EDUCAÇÃO AMBIENTAL EM SUBSÍDIO À GESTÃO DOS RECURSOS HÍDRICOS NO ESTADO DO RIO DE JANEIRO	
<b>2 PLANOS PARA A GESTÃO DOS RECURSOS HÍDRICOS</b>	<b>36</b>
2.1 Contextualização histórica da gestão hídrica do Brasil	
2.2 Instrumentos de gestão dos recursos hídricos	
2.3 Gerenciamento versus planejamento dos recursos hídricos	
2.4 Estratégias de planejamento dos recursos hídricos	

## 3 GESTÃO DE CONFLITOS PELO USO DA ÁGUA 53

- 3.1 Definição no contexto hídrico
- 3.2 Relevância da gestão de conflitos pelo uso da água
- 3.3 Principais causas de conflitos pelo uso da água
- 3.4 Conflitos como janela de oportunidades
- 3.5 Ciclo de vida dos conflitos
- 3.6 Ferramentas para análise de conflito
- 3.7 Gestão de conflitos na prática
- 3.8 Solução de conflitos pelo uso da água no Brasil
- 3.9 Dicas valiosas para a gestão de conflitos pelo uso da água

### ESTUDO DE CASO: GESTÃO DE CONFLITOS HÍDRICOS NA BACIA DE MURRAY-DARLING, AUSTRÁLIA

- O aumento da demanda da água
- A necessidade de reforma hídrica
- Conflitos atuais na bacia
- Impactos futuros das mudanças climáticas
- Lições aprendidas

## 4 SEGURANÇA HÍDRICA 79

- 4.1 Definição de segurança hídrica
- 4.2 Paradigma do conceito de segurança hídrica
- 4.3 Impactos da escassez hídrica na sociedade
- 4.4 A segurança hídrica e o desenvolvimento social e econômico
- 4.5 Cidadania hídrica
- 4.6 Formas de aprimorar a segurança hídrica
- 4.7 Plano nacional de segurança hídrica

### ESTUDO DE CASO: MODELO DE PRIORIZAÇÃO DE INVESTIMENTO EM INFRAESTRUTURA VERDE DE CAPTAÇÃO DE ÁGUA

## 5 GESTÃO URBANA DAS ÁGUAS 96

- 5.1 Ocupação desordenada e contaminação hídrica
- 5.2 Abastecimento de água para as áreas urbanas
- 5.3 Propriedades da água para cada tipo de consumo
- 5.4 Integração de políticas públicas para gestão hídrica e urbana

ESTUDO DE CASO: MANEJO DE RECURSOS HÍDRICOS URBANOS  
NA AUSTRÁLIA

## 6 ESPÉCIES INVASORAS NOS ECOSISTEMAS AQUÁTICOS 113

- 6.1 Ecossistemas aquáticos
- 6.2 Introdução de espécies
- 6.3 Invasões biológicas
  - 6.3.1 Impactos das espécies invasoras
  - 6.3.2 Ações mitigadoras para a invasão biológica
- 6.4 Preservação e conservação
  - 6.4.1 Ecossistemas terrestres e aquáticos
  - 6.4.2 Recuperação e revitalização
  - 6.4.3 Mata ciliar: importância e revitalização
  - 6.4.4 Ações de revitalização das bacias hidrográficas
  - 6.4.5 Monitoramento
  - 6.4.6 Compromissos assumidos pelo Brasil

## 7 BIOINDICADORES 126

- 7.1 Tipos de bioindicadores
  - 7.1.1 Microrganismos
  - 7.1.2 Protozoários ciliados
  - 7.1.3 Algas
  - 7.1.4 Macroinvertebrados bentônicos
  - 7.1.5 Macrófitas aquáticas
  - 7.1.6 Peixes

## 7.2 Ferramentas de bioindicação

### 7.2.1 Índices

### 7.2.2 Medidas de diversidade funcional

### 7.2.3 Índices multimétricos

ESTUDO DE CASO: COMPREENDENDO A QUALIDADE DA ÁGUA PARA ARMAZENAGEM EM NÍVEIS BAIXOS OU VARIÁVEIS

## 8 ARTICULAÇÃO DE ATORES E COMUNICAÇÃO SOCIAL 139

### 8.1 Análise e categorização de atores políticos

### 8.2 Jogo de interesses nos processos de tomada de decisão

### 8.3 A colaboração e o poder da ação coletiva

ESTUDO DE CASO: ARTICULAÇÃO ENTRE PRODUTORES, UNIVERSIDADES E EMPRESAS EM SHARK BAY NA AUSTRÁLIA

### 8.4 Comunicação e ações conjuntas entre a universidade e a comunidade

ESTUDO DE CASO: COMPARTILHAMENTO DE CONHECIMENTOS PARA A TRANSFORMAÇÃO SOCIAL E AMBIENTAL NO GRUPO SOS RIACHOS

### 8.5 Instrumentos para comunicação – capacitações, cartilhas e mídias sociais

### 8.6 Disseminação de conhecimento e participação da comunidade

ESTUDO DE CASO: PLÁSTICOS DESCARTÁVEIS E SEU IMPACTO NA BIODIVERSIDADE - O TURISMO COMO GERADOR DE POLUIÇÃO OU CATALISADOR DE TRANSFORMAÇÕES PARA A SUSTENTABILIDADE?

ESTUDO DE CASO: MOSTRA ARTÍSTICA VIRTUAL "OLHAR DO JOVEM CUIDADOR DAS ÁGUAS"

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS 158

Referências dos textos e figuras

Referências dos QR codes

## PREÂMBULO PELA COORDENADORIA DE RECURSOS HÍDRICOS DO ESTADO DE SÃO PAULO

O conceito de gestão de recursos hídricos é recente no Brasil e vem sendo consolidado desde meados da década de 1980. Até então, o planejamento se dirigia principalmente às iniciativas setoriais voltadas ao aproveitamento dos recursos hídricos, dando ênfase às audaciosas obras de engenharia.

Neste cenário, a gênese do modelo de gestão vigente no país deu-se a partir de um conflito de uso na metrópole paulista, envolvendo a operação do sistema hidráulico do Alto Tietê, composto basicamente de um reservatório na serra do mar (atual represa Billings) e do canal retificado do rio Pinheiros, que reverte parte da vazão do rio Tietê até a Billings para aproveitar a queda de 700 m, e assim gerar energia na Usina Henry Borden. Por décadas, a oferta de energia garantiu a industrialização e urbanização da região, porém, a ocupação desordenada e a falta de saneamento levaram à poluição acelerada dos rios e da represa Billings em níveis alarmantes nas décadas de 60 e 70.

Este conflito fomentou o Acordo entre o Ministério de Minas e Energia e o Governo do Estado de São Paulo. Inspirado no modelo francês de gestão de recursos hídricos, implantado em 1964, criou o embrião do primeiro Comitê de Bacias do Brasil, em 1976, na região do Alto Tietê. O modelo foi adaptado e replicado em outras bacias e discussões nacionais, em meados dos anos 80, levaram à proposição do Projeto de Lei que originou a Lei nº 9433/1997, consolidando os princípios, diretrizes, instrumentos e arranjos institucionais da moderna política nacional de recursos hídricos, que até hoje segue sendo aprimorada sob a égide da participação, integração e descentralização.

Essa obra faz parte do esforço acadêmico de clarear os conceitos fundamentais para a adequada compreensão da gestão hídrica e se revela como literatura recomendada para aqueles que desejam conhecer ou fazer parte da gestão dos recursos hídricos.

Embora a gestão de recursos hídricos seja, por definição, transversal, implicando na visão holística e na articulação de políticas públicas para garantir o uso sustentável das águas, a adjetivação da gestão como sustentável se justifica por identificar pontos relevantes e atuais, que nem sempre são lembrados nos processos de tomada de decisão.

O esforço dos autores em entregar cuidadosa pesquisa, organizando as informações de forma didática, precisa ser aproveitado, pois a apropriação do conhecimento sistematizado qualifica a participação.

Desejo que todos possam aproveitar os conteúdos do livro, os quais são aplicáveis às diferentes peculiaridades das bacias hidrográficas de nosso país.

Eng. Rui Brasil Assis  
Secretaria de Infraestrutura e Meio Ambiente do Estado de São Paulo  
Coordenador de Recursos Hídricos

## PREÂMBULO PELA ALIANÇA TROPICAL DE PESQUISA DA ÁGUA

Esta obra é fruto do projeto de extensão “Práxis Educativa na Gestão Sustentável dos Recursos Hídricos”, no contexto do Edital IFSP PRX N°196 e da interação de diversos profissionais brasileiros e australianos com apoio da Embaixada da Austrália no Brasil e da Associação Aliança Tropical de Pesquisa da Água.

As reflexões aqui trazidas estabelecem a gestão como a base para a solução de problemas relativos aos recursos hídricos. O Brasil tem notória dificuldade de estabelecer gestões eficientes na iniciativa pública, que pode ser demonstrada pelas diversas “crises hídricas” espalhadas em todo o território, bem como “apagões de luz” decorrentes da matriz energética brasileira ser majoritariamente dependente da disponibilidade hídrica. No entanto, o problema de gestão não é exclusivamente público, basta citar as inúmeras barragens em risco de rompimento em todo o território, que colocam em alerta as nossas bacias hidrográficas, como ocorrido nos acidentes de Brumadinho (Rio Paraopeba - afluente da Bacia Hidrográfica do Rio São Francisco) e Mariana (Bacia Hidrográfica do Rio Doce).

Vale lembrar que o homem, como indivíduo e cidadão, também é responsável por este sistema, e assim, tem a obrigação de cobrar dos responsáveis, cuidar daquilo que lhe compete e compartilhar racionalmente as suas demandas e soluções. No entanto, fica evidente a necessidade de conhecimento e educação da população. Diante disso, a produção deste livro trás inúmeras reflexões constituídas por diversas áreas do conhecimento que qualificam esta obra com uma perspectiva transdisciplinar para a solução dos problemas relacionados à água. Além disso, tentar cumprir a missão de iluminar as mentes para mudar a realidade de nossa sociedade e estimular o aprimoramento do sentimento humano pelo respeito ao bem comum. Assim, um livro construído por muitas mãos guiadas pela troca da experiência e doação de seu saber, leva com generosidade aos leitores, a possibilidade de aprimoramento e o esclarecimento sobre as consequências dos impactos ambientais sobre as bacias hidrográficas. Além disso, aponta caminhos e soluções através do compartilhamento de experiências na tentativa de um diálogo democrático e plural sensibilizando desde crianças aos mais experientes de que não há mais tempo para começar a pensar em novos horizontes.

Em nome de todos os pesquisadores da TWRA parabeno a todos os autores pelo exemplo de coragem, dedicação e amor expressado em cada capítulo deste trabalho, que só traz orgulho e estímulos para novas obras inspiradoras como esta. Que todos os leitores possam se inspirar nos conhecimentos trazidos para transformarmos a nossa sociedade e conseqüentemente, um país mais equilibrado para a construção de um desenvolvimento sustentável.

Prof. Dr. José Francisco Gonçalves Jr.  
Fundador e Presidente da TWRA

## PREÂMBULO PELA EMBAIXADA DA AUSTRÁLIA NO BRASIL

**A** Austrália e o Brasil compreendem a importância da água para garantir a segurança, a prosperidade e o estilo de vida de seus cidadãos. Como grandes produtores de energia, contamos com a água para manter as luzes acesas nas casas e as indústrias em produção. Como grandes exportadores agrícolas, dependemos da água para cultivar grãos, vegetais e proteína animal necessários para colocar alimentos nos pratos de uma crescente população global.

Ambos os países também estão na linha de frente para o enfrentamento das mudanças climáticas. Temos desafios comuns relacionados à água ao lidar com os efeitos de secas, enchentes e outros eventos climáticos extremos. Se quisermos preservar nossos recursos hídricos, e tudo o que deles depende para as gerações futuras, a cooperação internacional e o compartilhamento de conhecimento são essenciais.

Reconhecendo a centralidade de executar ações colaborativas para enfrentar os desafios relacionados aos recursos hídricos, os governos do Brasil e da Austrália renovaram recentemente seu Memorando de Entendimentos bilateral sobre Cooperação na Área de Gestão da Água. O Memorando fornece um arcabouço importante para fomentar a cooperação técnica entre ambos os países em temáticas relacionadas à escassez de água e à gestão eficiente dos recursos hídricos.

O Memorando já trouxe resultados tangíveis, incluindo o apoio para o estabelecimento da Aliança Tropical de Pesquisa da Água (TWRA) no Brasil, com o objetivo de promover conexões entre acadêmicos e pesquisadores brasileiros e australianos. Outro resultado é o projeto “Práxis Educativa na Gestão Sustentável dos Recursos Hídricos” implementado pelo Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de São Paulo (IFSP), Câmpus Caraguatatuba, pelo qual foi ofertado o curso de formação à distância “Problemas e Soluções para Gestão de Bacias Hídricas”. Para a produção e publicação deste livro “Gestão Sustentável de Bacias Hidrográficas”, a participação do IFSP, Câmpus Caraguatatuba, e da TWRA foram fundamentais.

A Embaixada da Austrália no Brasil tem orgulho de apoiar esta iniciativa, motivo pelo qual parabenizo a todos os pesquisadores envolvidos. Seus esforços são uma contribuição importante para aprimorar a gestão dos recursos hídricos em ambos os países e um marco para o relacionamento Brasil-Austrália.

Timothy Kane  
Embaixador da Austrália no Brasil



Foto: TOURISM AUSTRALIA

Rio Burketown e pântanos de Queensland, Austrália.

# Introdução

O presente livro é fruto de um projeto colaborativo desenvolvido entre professores, pesquisadores e demais profissionais comprometidos com a gestão eficiente dos recursos hídricos. O Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de São Paulo (IFSP), com o apoio da Embaixada da Austrália no Brasil e da rede de pesquisadores brasileiros e australianos do *Tropical Water Research Alliance* (TWRA), concebeu em 2020 o projeto de extensão “Práxis Educativa na Gestão Sustentável dos Recursos Hídricos”, no contexto do Edital IFSP PRX Nº196. O projeto foi coordenado pela Profa. Dra. Vassiliki T. G. Boulomytis com a colaboração da equipe formada pela Profa. Dra. Janice Peixer, Prof. Dr. Leandro C. de L. Peixoto, Prof. Me. Marcelo Hatugai, Prof. Me. Mauro R. Chaves, Prof. Esp. Renan Mendes e Profa. Me. Vivian A. de Oliveira. Como alunos e alunas bolsistas do IFSP Câmpus Caraguatatuba (CAR) participaram do projeto: João Victor G. Chagas, Lucas P. Stoppa, Michael P. R. de Souza, Rafael F. de Moraes, Thalita P. Caporali e Urânia T. Cardozo.

Por meio do projeto foram promovidos 13 webinários intitulados “Desafios para a Gestão Sustentável de Bacias Hidrográficas”, que contou com a participação de mais de 50 palestrantes brasileiros e australianos. O ciclo de webinários compôs parte do curso EaD “Problemas e Soluções para a Gestão de Bacias Hidrográficas”, que foi ofertado para 80 alunos, entre eles diversos membros de Comitês de Bacias Hidrográficas (CBHs) de todo o Brasil.

Assim, esse livro sistematiza os principais debates técnicos e as boas práticas de gestão das águas discutidas no projeto. O objetivo é compartilhar boas práticas e disseminar conhecimento para subsidiar os processos de tomada de decisão dos membros de CBHs de forma sustentável e participativa.

## A Água e os Comitês de Bacias Hidrográficas

A água é um recurso essencial para a manutenção da vida. Todavia, equilibrar o uso da água para as diversas finalidades é um grande desafio. Os conflitos decorrentes do uso da água são históricos, porém tornam-se mais evidentes em regiões com menor disponibilidade hídrica e maior desigualdade social.

Uma gestão descentralizada, participativa e representativa é a chave para a o uso consciente da água e para a prevenção e resolução de conflitos. Com o intuito de conceber

um ambiente colaborativo para a formulação de políticas públicas para a gestão dos recursos hídricos, desde a década de 1980 foram criados os CBHs. Os membros dos comitês são responsáveis por discutir e avaliar os reais interesses e demandas pelo uso das águas. Dessa forma, é indispensável conhecer e discutir questões técnicas, sociais, políticas, econômicas, ecológicas e culturais para subsidiar os processos de tomada de decisão.

Conhecer a evolução das ferramentas utilizadas para a gestão dos recursos hídricos; as formas de gerir os conflitos pelo uso da água; os desafios encontrados para obter segurança hídrica, com foco especial para a gestão das águas urbanas; as particularidades dos ecossistemas aquáticos; e as práticas para a condução de diálogos construtivos à rotina dos Comitês de Bacias Hidrográficas são alguns dos assuntos explorados nesse livro.

## Colaboração em Rede e Parcerias Internacionais

Para a implantação do projeto e posterior elaboração do livro, a equipe do IFSP CAR contou com a colaboração de pesquisadores brasileiros e australianos, entre eles muitos membros da TWRA. A TWRA é uma aliança entre pesquisadores, profissionais e acadêmicos do Brasil e da Austrália que visa buscar soluções para os problemas relacionados à água em ecossistemas tropicais.

O projeto também foi apoiado pela Embaixada da Austrália no Brasil que, por meio do *Department of Education, Skills and Employment* (DESE) e do *Department of Foreign Affairs and Trade* (DFAT), dedicou tempo e recursos para a execução das atividades e sistematização dos resultados alcançados. Também é importante ressaltar o trabalho voluntário dos professores, autores, ilustradores e colaboradores, que contribuíram com um olhar crítico sobre os temas analisados e ajudaram na identificação de boas práticas utilizadas no Brasil e na Austrália.

## Apresentação do Livro

O livro “Gestão Sustentável das Bacias Hidrográficas” materializa o conhecimento e a sinergia entre pesquisadores brasileiros e australianos, com o intuito de refletir sobre problemas comuns, causas e possíveis soluções. A proposta é propiciar aos membros dos CBHs o conhecimento básico essencial para participar de processos coletivos de tomada de decisão, representando sua comunidade de forma efetiva, democrática e transparente.

Pensando nas temáticas abordadas pelos CBHs, o livro foi estruturado em 8 capítulos que tratam de assuntos técnicos e metodologias para gestão das águas. O primeiro capítulo discute sobre os conceitos básicos de gestão dos recursos hídricos, a importância dos CBHs para as tomadas de decisão e a necessidade de ações de educação ambiental para disseminação de conhecimento na sociedade. O segundo capítulo contextualiza a história da gestão dos recursos hídricos no Brasil e apresenta os instrumentos a serem utilizados pelos membros de CBHs para fins de gerenciamento e planejamento das águas. No terceiro capítulo são apresentados os desafios para a gestão de conflitos pelo uso da água, com várias técnicas sugeridas para resolução dos mesmos. O capítulo 4 explana sobre a segurança hídrica necessária para o atendimento de todas as demandas ao uso da água. A gestão das águas urbanas é tratada no capítulo 5, mostrando a problemática do uso e ocupação

irregular do solo, além das possíveis soluções para minimizar os impactos no bem estar das comunidades e na qualidade dos ecossistemas aquáticos. Os capítulos 6 e 7 discutem sobre as espécies invasoras e os indicadores biológicos dos ecossistemas aquáticos, respectivamente. Primeiramente, são relatados os tipos das espécies invasoras comumente encontradas nas águas e os impactos que elas podem representar ao meio. No capítulo seguinte, os bioindicadores são apresentados como forma de indicar o padrão de qualidade das águas. No oitavo e último capítulo, são apresentadas diversas formas de promover a articulação entre os diferentes atores, que ocorrem por meio de ações colaborativas e de uma comunicação eficaz para o acesso à informação e sensibilização das comunidades.

O padrão inovador do livro, com o uso de “QR codes” (códigos de resposta rápida, do inglês, *Quick Response*), possibilita ao leitor o acesso a diversos materiais disponibilizados gratuitamente online, de forma a se aprofundarem nos assuntos de maior interesse.

A riqueza de figuras visa mostrar o contexto real de cada um dos assuntos abordados ao longo do livro, além de cenários deslumbrantes do contexto hídrico do Brasil e da Austrália.

A disponibilização do livro digital gratuito nos sites institucionais dos colaboradores é um exemplo de prática sustentável, promovendo também o acesso ilimitado ao conhecimento.

Por fim, esperamos que este livro auxilie no trabalho dos membros de CBH, enriquecendo o debate sobre o uso consciente da água e facilitando o intercâmbio de soluções e boas práticas para a gestão dos recursos hídricos.

Boa leitura!



Foto: Tourism Australia

Horseshoe Bend Strahan, Tasmânia, Austrália.



Foto: Anderson Souza

Barragem de Sobradinho, Sobradinho, BA, Brasil

# Água e Sociedade

Carmen Regina Mendes de Araújo Correia  
Luciene Pimentel da Silva  
Urânia Tuan Cardozo  
Vassiliki Terezinha Galvão Boulomytis

## 1.1 INTRODUÇÃO À GESTÃO DOS RECURSOS HÍDRICOS NO BRASIL

**A** água é um recurso essencial para a manutenção da vida. Por isso, os conflitos pelo uso da água têm sido históricos e mais evidentes nas regiões com maior desigualdade social. Portanto, quanto maior a participação da comunidade, mais igualitária e eficiente será a gestão das águas e a resolução de conflitos.



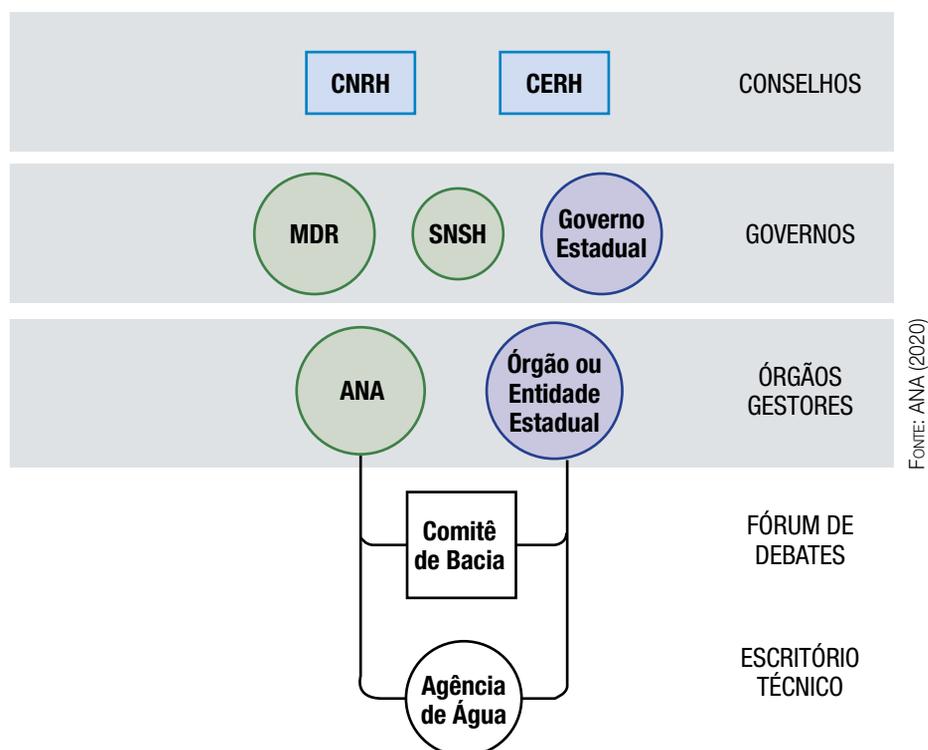
FOTO: ROGÉRIO RIBEIRO MARINHO

Crianças na terra indígena do Alto Rio Negro, São Gabriel da Cachoeira, AM, Brasil.

A Agência Nacional de Águas e Saneamento (ANA) e o Conselho Nacional de Recursos Hídricos (CNRH) integram o Sistema Nacional de Gerenciamento dos Recursos Hídricos (SINGREH). Após o fim do regime militar, a Constituição de 1988 marcou o início dos processos democráticos e participativos no País. Esses processos também sofreram influência de uma tendência internacional no final da década de 1970, o que resultou em avanços nas questões ambientais, inclusive das águas. O SINGREH e a Política Nacional de Recursos Hídricos (PNRH) foram instituídos nesse contexto, com a promulgação da Lei das Águas (Lei nº 9.433/1997) que substituiu o Código das Águas de 1934. A PNRH estabeleceu que a gestão seja realizada por unidades territoriais constituídas por bacias hidrográficas, de forma participativa e integrada, considerando os aspectos de quantidade e qualidade das águas.

A partir da PNRH, o domínio das bacias passou a ser federativo para os casos em que a trajetória dos rios percorresse mais do que um estado, nos quais leis com objetivos semelhantes aos da Lei nº 9.433/1997 foram constituídas. Assim, à semelhança do CNRH, foram estabelecidos os Conselhos Estaduais de Recursos Hídricos (CERHs).

A ANA (antes denominada Agência Nacional de Águas) teve suas competências ampliadas desde 2020. A agência também passou a ser responsável pela instituição das normas de referência para regulação dos serviços públicos de saneamento básico, por meio da Lei nº 14.026/2020, a partir da efetivação do novo marco de saneamento. A ANA é uma autarquia sob regime especial, com autonomia administrativa e financeira. Em 2019, passou a ser vinculada ao Ministério do Desenvolvimento Regional (MDR). O MDR substituiu o extinto Ministério da Integração Nacional a partir de janeiro de 2019 e também agregou o extinto Ministério das Cidades.



Matriz Institucional dos integrantes do SINGREH.

Para a formulação da PNRH, além da ANA, das agências estaduais e dos conselhos, o SINGREH conta também com as agências de bacias hidrográficas e seus respectivos Comitês de Bacia Hidrográfica (CBHs). As agências se articulam com os comitês, que, junto com o CNRH e CERH, constituem os organismos colegiados onde é institucionalizada a participação social. Os CBHs são grupos colegiados formados pelos setores usuários da água, da sociedade civil e do poder público.

QUADRO 1-01

Vídeo "CBH:  
O que é e o  
que faz?"



## 1.2 IMPORTÂNCIA DOS COMITÊS DE BACIAS HIDROGRÁFICAS

Foi estabelecido que os membros dos CBHs devem discutir e avaliar os interesses reais e distintos sobre o uso das águas e têm papel fundamental na elaboração das políticas de gestão hídrica, sobretudo em regiões com problemas de escassez hídrica ou má qualidade da água. Dessa forma, é essencial que os membros dos CBHs tenham conhecimento, sob perspectivas inter e transdisciplinares para a gestão integrada dos recursos hídricos, as quais não se limitam aos aspectos físicos da água (qualidade e quantidade), mas também incorporam e transpassam os aspectos sociais, políticos, econômicos, ecológicos e culturais.



FOTO: TOURISM AUSTRALIA

Lago Eacham, Atherton Table, QLD, Austrália.

Os membros dos CBHs representam o poder público e a sociedade civil, mas nem sempre são especialistas na área de recursos hídricos. Por outro lado, também há membros que são especialistas focados em um único aspecto da água, desconsiderando os demais que são igualmente relevantes para a discussão. Assim sendo, para que ocorra uma gestão participativa eficiente, torna-se necessário que as diferentes áreas de conhecimento, dimensões de gestão e escalas espaço-temporais sejam considera-

das. Além de gerir no âmbito de suas competências e áreas de atuação, os membros dos CBHs devem acompanhar eventos não previstos em seus planejamentos, como por exemplo, as consequências das mudanças climáticas e dos eventos extremos.

O processo de capacitação e atualização direcionado aos membros dos CBHs é totalmente amparado pela importância da sua atuação e pelo impacto que pode ser causado por tomadas de decisão que não considerem a totalidade dos aspectos relacionados aos recursos hídricos. Tomadas de decisão equivocadas podem comprometer a sustentabilidade das bacias hidrográficas e, conseqüentemente, comprometer a implementação da PNRH.

Outro fator importante é que o processo de participação nos CBHs deve ser democrático e, portanto, muito dinâmico, com a possibilidade de atuação de diferentes membros da comunidade ao longo do tempo. Isso justifica a necessidade de uma ampla discussão sobre os desafios referentes à gestão das águas, em um processo de conhecimento colaborativo, articulado, continuado e permanente. Esse processo deve contar com a representação efetiva dos diferentes grupos da comunidade, destacando-se os jovens, que vêm a evidenciar o seu pertencimento na sociedade e potencializar ações positivas de intervenção no ambiente.



FOTO: VASSILIKI TEREZINHA GALVÃO BOULOMYTS

Palestra do IFSP sobre alagamentos para os jovens da zona sul de Caraguatatuba, SP, Brasil.

### 1.3 PANORAMA DOS RECURSOS HÍDRICOS NO BRASIL

O Brasil tem água em abundância. Aproximadamente 12 % das reservas de água do Planeta estão no País. No entanto, processos associados ao ciclo natural da água e as demandas pelo uso da água não são uniformes. Dessa forma, a situação dos recursos hídricos no Brasil vem chamando atenção nos últimos anos pela degradação da qualidade das águas dos rios, sobretudo nas cidades e regiões metropolitanas.

O crescimento desordenado das áreas urbanizadas e de suas populações interfere no ciclo natural da água, devido à ocupação irregular de áreas ribeirinhas, redução das

áreas permeáveis e maior demanda no abastecimento de água. Além disso, o aumento do volume de resíduos e efluentes, nem sempre sujeitos a um tratamento de qualidade ou gestão efetiva das políticas públicas, comprometem ainda mais os ecossistemas.

FOTO: LUCIENE PIMENTEL DA SILVA



Lançamento de esgoto *in natura* no Rio Perequê-Açu, Paraty, RJ, Brasil.

O manejo inadequado das áreas rurais também prejudica a oferta hídrica, devido à compactação do solo e, por consequência, aumento do escoamento superficial, da erosão e da perda de nutrientes dos solos. Esses sedimentos são escoados para as partes mais baixas dos terrenos e para os córregos, rios e lagos, promovendo bloqueios nas calhas e aumento de nutrientes nas águas. Isso acaba potencializando o risco de inundações e de eutrofização. Nos sistemas agropecuários, onde o uso de produtos agroquímicos é intenso, também ocorrem a degradação e poluição dos sistemas hídricos.

QUADRO 1-02

Cartilha "A poluição das águas e as cianobactérias"



FOTO: LUCIENE PIMENTEL DA SILVA



Dragagem das calhas do Rio Perequê-Açu, Paraty, RJ, Brasil.

### QUADRO 1-03

Livro "Nitrato nas águas subterrâneas: desafios frente ao panorama atual"



A eutrofização é a proliferação de algas devido ao aumento da quantidade de nutrientes nos corpos d'água, principalmente nitrogênio e fósforo, que são comuns em produtos agroquímicos ou esgoto. Além de contaminar as águas superficiais, os nitratos também podem impactar as águas subterrâneas, muitas vezes utilizadas para consumo sem qualquer tipo de tratamento nas áreas rurais.

No entanto, a eutrofização também pode ser natural, ocorrendo de forma lenta e espontânea, devido aos próprios elementos da natureza. Ela é muito comum em áreas pantanosas, onde as planícies inundadas têm pequena profundidade, baixa capacidade de escoamento e são cercadas de vegetação densa com grandes porções em decomposição.



Foto: Nick R. Bond

Eutrofização natural nos pântanos das florestas de eucaliptos, Albury, VIC, Austrália.

Os recursos hídricos têm sofrido também com as irregularidades que os eventos de precipitação vêm apresentando nas diferentes regiões do país e do mundo nos últimos anos. Essas ocorrências são descritas pelo Painel Intergovernamental sobre Mudanças Climáticas (IPCC, do acrônimo da língua Inglesa). Os regimes pluviométricos têm se apresentado de forma mais variável, espacial e temporalmente, e interferem diretamente com o ciclo hidrológico.

As interferências das ações antrópicas e os fenômenos das mudanças climáticas nos recursos hídricos desequilibram o ecossistema natural e aumentam os riscos frente aos desastres naturais. As chuvas têm-se apresentado mais volumosas e intensas, tornando mais frequente o fenômeno natural das cheias.

FOTO: ROGÉRIO RIBEIRO MARINHO



Cheia do Rio Negro de 2021 na Vila de Moura, Barcelos, AM, Brasil.

Por outro lado, os períodos de estiagem têm sido mais longos, mesmo durante o verão, quando antes eram esperados os maiores volumes pluviométricos. Com isso, tende a ser observada a ocorrência mais frequente de níveis d'água críticos nos reservatórios brasileiros, levando às crises hídricas, como as de 2014 e 2021 em diversas regiões brasileiras.

A escassez de recursos hídricos também interfere no sistema energético brasileiro, uma vez que a geração de energia depende, predominantemente, das usinas hidrelétricas. Além disso, afeta o agronegócio, pelas demandas crescentes por irrigação e avanço das fronteiras agrícolas, constituindo o chamado nexo água, energia e alimento.

Outro grande problema para a agricultura refere-se ao uso de hidrovias para o transporte de grãos. Quando os níveis d'água estão baixos, as hidrovias tornam-se impróprias para a navegação. Tudo isso faz com que as crises hídricas estremeçam as relações entre os usos sociais e econômicos da água, com potencial de geração de conflitos.

FOTO: VASSILIKI TEREZINHA GALVÃO BOULOMYTIS



Nível baixo da Represa de Igaratá durante a crise hídrica de 2021, SP, Brasil.

QUADRO 1-04

“Relatório de  
Conjuntura dos  
Recursos Hídricos  
no Brasil ”



No Brasil, a evolução da situação dos recursos hídricos é documentada no Relatório de Conjuntura dos Recursos Hídricos. O relatório faz um balanço atualizado da implementação dos instrumentos de gestão, dos avanços institucionais do sistema e da política nacional de gerenciamento dos recursos hídricos. O documento é elaborado pela ANA, conforme consta na Resolução nº 58/2006 do CNRH, e sua primeira versão foi publicada em 2009.

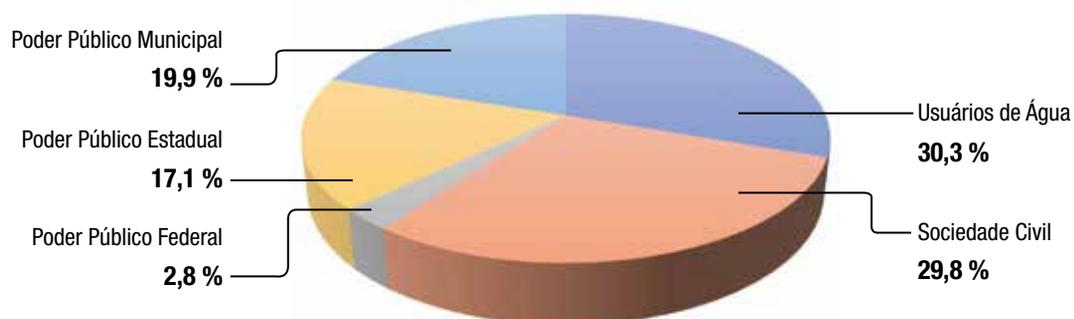
### 1.4 ESTRUTURAÇÃO DA GESTÃO DOS RECURSOS HÍDRICOS NO BRASIL

Os conselhos de recursos hídricos são organismos colegiados consultivos, normativos e deliberativos. O CNRH ocupa a instância mais alta na hierarquia do SINGREH e é constituído por câmaras técnicas que tratam de temas específicos. Em função da mudança da estrutura do SINGREH em 2019, o CNRH passou a ser vinculado à Secretaria Nacional de Segurança Hídrica (SNSH) do MDR. Até dezembro de 2018 o gerenciamento dos recursos hídricos no governo federal era efetuado pela Secretaria de Recursos Hídricos e Qualidade da Água (SRHQ), do Ministério do Meio Ambiente (MMA). A Medida provisória nº 870/2019 criou o MDR, ao qual passaram a ser vinculados a ANA, o CNRH e a Secretaria Nacional de Segurança Hídrica (SNSH).

A atuação dos comitês e das agências está associada às bacias hidrográficas, conforme define a PNRH, estabelecendo as bacias como as unidades territoriais de gerenciamento dos recursos hídricos. Os CBHs constituem os fóruns de debate para a tomada de decisões sobre as questões relacionadas à gestão dos recursos hídricos de uma bacia hidrográfica específica. Até 2019, no âmbito dos Estados havia o total de 223 comitês, registrando assim um crescimento de aproximadamente 643% desde a promulgação da Lei 9.433, em 1997.

Cada CBH possui regimento próprio para definir a atuação e a composição de seus membros. No entanto, todos são regidos por leis nacionais que estabelecem diretrizes gerais à área de atuação, às funções e à composição dos CBHs, conforme o que consta

#### COMPOSIÇÃO DOS COMITÊS INTERESTADUAIS POR SETOR DE REPRESENTAÇÃO



FONTE: ANA (2020)

nos artigos nº 38 e 39 da Lei nº 9433/1997. A Resolução do CNRH nº 05/2000, com vistas a uma representatividade equitativa nos segmentos dos CBH, definiu regras de modo a garantir a participação de todos os atores envolvidos: sociedade civil, usuários de água e poder público.

## 1.5 PARTICIPAÇÃO SOCIAL NA GESTÃO DAS ÁGUAS

No Relatório de Conjuntura dos Recursos Hídricos do Brasil de 2020, entre as principais dificuldades apontadas pelos CBHs interestaduais, destacam-se:

- Baixa prioridade política por parte do Governo (28,3 %)
- Falta de recursos financeiros (17,6 %)
- Reuniões muito esparsas (14,6 %)
- Divergência nas opiniões, dificultando o consenso (11,2 %)
- Excesso de burocracia (9,3 %)

Foi observado ainda que para 6,3 % dos CBHs, há uma limitação de passagens e diárias para participação nas reuniões. Aproximadamente 7 % dos CBHs apontaram a falta de quórum como o principal problema referente à participação efetiva dos membros. O total de 2,9 % relatou que a pauta é disponibilizada com pouca antecedência, o que pode causar certa dificuldade para os membros se inteirarem sobre os assuntos a serem discutidos e decisões a serem tomadas. A pesquisa observou ainda que a área de formação da maioria dos membros (35 %) é a engenharia. Esse percentual significativo pode atribuir um peso maior da visão técnica da engenharia no que se refere à tomada de decisões, e não de forma multidisciplinar, como seria o desejado.

O mesmo relatório trouxe a questão de gênero e revelou que em todos os comitês interestaduais a participação masculina se sobrepõe à feminina. O CBH Verde Grande/MG é o que conta com a maior participação do gênero feminino (44,1 %), e a menor, foi a do CBH Paranapanema/SP (19,1 %).

*“As mulheres, principalmente nas classes sociais mais inferiores, têm protagonismo no manejo com a água. São as que lidam mais diretamente com esse recurso no dia a dia, à medida que são também as que mais sofrem com a falta do recurso. Caso não a tenham em casa, elas a buscam em açudes ou outros mananciais para utilizá-la nas várias atividades domésticas. São estratégicas na promoção da conservação e do uso racional da água” (ANA, 2020, p.72).*

Essa questão, embora gere oportunidade para o protagonismo da mulher na participação social em prol da preservação e conservação das águas, expõe a problemática atual relacionada às questões de gênero, equidade e justiça social. Também ilumina questões sociais de criticidade como a atribuição dos serviços domésticos exclusiva ou majoritariamente às mulheres, sobretudo as mais pobres, e a provável dupla jornada de trabalho.



Foto: ROGÉRIO RIBEIRO MARINHO

Mulheres na terra indígena do Alto Rio Negro, São Gabriel da Cachoeira, AM, Brasil.

Em 2013, a ANA lançou o Programa de Consolidação do Pacto Nacional pela Gestão das Águas (PROGESTÃO) para promover a articulação entre os processos de gestão das águas e de regulação de seus usos, nos níveis estadual e federal, além de fortalecer o modelo de governança das águas, de forma integrada, descentralizada e participativa. Já o Programa Nacional de Fortalecimento dos Comitês de Bacias Hidrográficas (PROCOMITÊS), lançado pela ANA em 2016, visou regular a implementação de ações para fortalecer os CBHs.

A participação é voluntária em ambos os programas, mas é preciso que sejam assumidas metas formais para serem, posteriormente, acompanhadas e auditadas. No último relatório de auditoria, em 2019, foi sugerida a fusão dos dois programas devido às similaridades e superposições. O PROCOMITÊS tem fortalecido a atuação e os meios para reconhecimento dos comitês por parte da sociedade. Esse programa criou também o Cadastro de Instâncias Colegiadas (CINCO), que é um banco de dados com registros da composição dos comitês e de documentos, cujo acesso é compartilhado nacionalmente.

Fundada em 1998, a Rede Brasil de Organismos de Bacias Hidrográficas (REBOB) é uma Associação Civil de pessoa jurídica, sem fins lucrativos, constituída por associações e consórcios de municípios, CBHs, entre outros, com a finalidade de representar, nacional e internacionalmente, os membros dos comitês para a discussão de temas com interesse comum, realizar atividades e apoiar a cobrança pelo uso da água na forma de gestão descentralizada dos recursos hídricos.

### QUADRO 1-05

#### REBOB



## 1.6 EDUCAÇÃO AMBIENTAL NA GESTÃO DAS ÁGUAS

A educação ambiental (EA) é uma parte essencial da educação de toda a sociedade e seus cidadãos. O termo surgiu pela primeira vez em 1965, durante a Conferência em Educação da Universidade de Keele na Grã-Bretanha. O estabelecimento da EA é uma estratégia para propiciar a preservação e a conservação do ambiente. Em 1972, na Conferência da Organização das Nações Unidas (ONU) em Estocolmo, Suécia, foram acordados princípios comuns e uma visão global para a preservação e melhoria do ambiente. Foi então recomendado o desenvolvimento de um Programa Internacional de Educação Ambiental.

Destaca-se também a Carta de Belgrado, de 1975, que foi o resultado do Encontro Internacional sobre Educação Ambiental, realizado na antiga Iugoslávia. Nesse contexto, foram formulados princípios e orientações para o Programa Internacional de Educação Ambiental. Outro marco importante foi a Declaração de Tbilisi, produzida na Conferência Intergovernamental sobre Educação Ambiental, em 1977, que ocorreu em Tbilisi, na Geórgia, uma das Repúblicas da antiga União Soviética. Nessa conferência foram estabelecidos os princípios básicos da EA.

A Carta de Belgrado aborda que a EA deve ser contínua, permanente, interdisciplinar e considerar o ambiente em sua totalidade. Além disso, a EA deve enfatizar a participação ativa na prevenção e na solução dos problemas ambientais. Ela pode ser dividida em duas perspectivas: a **formal**, que se dá nos currículos escolares e na formação superior; e a **não formal**, para jovens e adultos, tanto individual quanto coletiva, de todos os segmentos da população que dispõem ou não de poder. A EA não formal tem foco prioritário naqueles que não foram expostos ao currículo escolar formal.



FOTO: GIOVANI FONSECA FERREIRA

Curso de extensão sobre saneamento ambiental nas comunidades da Bacia do Rio Jacu, SP, Brasil.

QUADRO 1-06

Artigo sobre a transição dos ODMs para os ODS



O desenvolvimento da EA como uma prática educativa no Brasil foi previsto na Política Nacional de Meio Ambiente (PNMA) regulamentada pela Lei nº 6.938/1981). Assim, deve ocorrer em todos os níveis de ensino para que a comunidade participe de forma ativa na preservação do meio ambiente. Posteriormente, a Constituição Federal de 1988 endossou os princípios da PNMA, visando também promover a EA e a conscientização pública para a preservação ambiental.

Em 1992, ocorreu na cidade do Rio de Janeiro, a Conferência das Nações Unidas para o Meio Ambiente e o Desenvolvimento, a Eco-92. Em sua fase preparatória foi estimulado o diálogo entre vários grupos envolvidos com a EA. Isso permitiu o estabelecimento da definição de elementos conceituais e articulações políticas importantes para o desenvolvimento da EA. Nesse evento foi lançada a Agenda 21, que apresentou um programa de ação abrangente e internacional, constituído por 40 capítulos, sendo o 36º dedicado ao ensino, à conscientização social e à capacitação no campo da EA. As propostas da Agenda 21 foram precursoras dos Objetivos de Desenvolvimento do Milênio (ODMs) e dos Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS) da Agenda 2030, sendo ambos elaborados pela ONU.



FONTE: ONU Brasil (2021)

ODS da Agenda 2030.

Os 17 ODS são integrados para promover de forma equilibrada as três dimensões da sustentabilidade: econômica, social e ambiental. Os ODS visam estimular e apoiar ações, as quais são divididas em cinco grandes áreas, também chamadas de 5 Ps da sustentabilidade.

- Pessoas (ODS 1, 2, 3, 4, 5 e 10)
- Planeta (ODS 6, 7, 12, 13, 14 e 15)
- Prosperidade (ODS 8, 9 e 11)
- Paz (ODS 16)
- Parceria (ODS 17)

O ODS 4 refere-se à educação de qualidade, que associada aos ODS do Planeta, abordam os conceitos de EA para a sensibilização da sociedade e preservação do meio ambiente.

QUADRO 1-07

Plano de Ações "Agenda 2030"



FONTE: ONU BRASIL (2021)



5 P's da Sustentabilidade

A Comissão Nacional para os Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (CNODS), criada por meio do Decreto nº 8.892/2016, é o principal mecanismo institucional para a implementação da Agenda 2030, da ONU, no Brasil. A comissão é uma instância colegiada paritária, de natureza consultiva, responsável por conduzir o processo de articulação, mobilização e diálogo com os entes da federação e a sociedade civil, objetivando internalizar, disseminar e conferir transparência à Agenda 2030. Em 2018, a Comissão Nacional para os ODS era composta por 16 membros representantes dos governos federal, estaduais, distrital e municipais e da sociedade civil.

No contexto dos compromissos assumidos pelo Brasil como membro da ONU e dos marcos normativos e legais da Eco-92, foi estabelecida a Política Nacional de Educação Ambiental (PNEA) instituída pela Lei nº 9.795/1999. O enfoque é humanista, holístico, democrático e participativo. A PNEA envolve em suas esferas de ação, órgãos e entidades integrantes do Sistema Nacional de Meio Ambiente (SISNAMA), instituições educacionais públicas e privadas dos sistemas de ensino, órgãos públicos da União, dos Estados, do Distrito Federal e dos Municípios, além de organizações não governamentais com atuação em EA. Na regulamentação da PNEA, está prevista a inclusão da EA em todos os níveis e modalidades de ensino, tendo como referência os Parâmetros Curriculares Nacionais, integrada às demais disciplinas de forma transversal, contínua e permanente.

## 1.7 INOVAÇÃO SOCIAL E TRILHA PARA A SUSTENTABILIDADE

As mudanças climáticas, o crescimento populacional e o aumento da demanda por recursos hídricos, energia e alimento, assim como o aumento dos resíduos e da urbanização, representam um desafio para a garantia de segurança hídrica no futuro. Nos países em desenvolvimento, como o Brasil, ressaltam-se ainda os desafios impostos

pelas questões sociais, entre eles a lacuna na equidade e justiça social. As emergências pandêmicas em 2020 e 2021 evidenciaram a grande lacuna entre os mais pobres e os mais ricos.

Há um contingente considerável no Brasil que vive em locais degradados, sem garantias das necessidades básicas dos serviços de saneamento e saúde, ou em áreas suscetíveis a desastres naturais. O número de moradias em assentamentos informais quase dobrou entre 2010 e 2019 (IBGE, 2019).



FOTO: GIOVANI FONSECA FERREIRA

Falta de saneamento básico nas comunidades da Bacia do Rio Jacu, SP, Brasil.

A ideia de inovação social tem sido apontada como um dos caminhos para o enfrentamento das questões sociais, promovendo geração de renda, inclusão social e melhoria da qualidade de vida da população mais vulnerável. Assim como as empresas podem inovar com tecnologias, medicamentos e ciência para responder às demandas atuais, cada sujeito pode também responder aos desafios socioambientais e econômicos por meio da mudança de comportamento e da forma como se relaciona com o meio ambiente e a sociedade, ou seja, aderindo à inovação social.

Na questão da água, observa-se a necessidade da mudança de paradigmas e a necessidade de se promover o seu uso racional, o reúso das águas pluviais e de efluentes, a universalização do saneamento básico, assim como a adesão às soluções baseadas na natureza.



FOTO: ROGÉRIO RIBEIRO MARINHO

Sistema de captação de água de chuva nas comunidades do Rio Uaupês, AM, Brasil.

A educação ambiental transversal, participativa e crítica é essencial para a obtenção dessas metas. Dessa forma, torna-se necessário que a sociedade tenha um envolvimento direto com os recursos naturais e o meio na qual ela se encontra. O sentimento de pertencimento faz com que as pessoas se sintam responsáveis pela preservação do meio. Isso também gera maior conhecimento sobre as suas características e discussão sobre os seus problemas, auxiliando na identificação de medidas de adaptação e mitigação às mudanças climáticas.

A PNRH enumera seus objetivos, dispondo sobre a necessidade de assegurar à atual e às futuras gerações a necessária disponibilidade de água, em padrões de qualidade adequados aos respectivos usos, dentro dos princípios da sustentabilidade ambiental. No contexto dos ODS, a água e suas diferentes dimensões estão contidas nas áreas das Pessoas, do Planeta e da Prosperidade, destacando-se os seguintes ODS:

- ODS 1 - erradicação da pobreza
- ODS 2 - fome zero e agricultura sustentável
- ODS 3 - saúde e bem-estar
- ODS 6 - água potável e saneamento
- ODS 11 - cidades e comunidades sustentáveis
- ODS 13 - ação contra a mudança global do clima



FONTE: ANA (2020)

Metas do ODS 6 (Água potável e saneamento).

QUADRO 1-08

Livro "Visão da ANA sobre os indicadores"





FOTO: FLÁVIA DE CAMPOS MARTINS

Dessedentação de animais em lagoa sazonal de Petrolina, PE, Brasil.

QUADRO 1-09



Assistam ao I Webinário IFSP “Água e Agenda 2030: A sociedade na Gestão das Águas”

**I WEBINÁRIO IFSP**  
ÁGUA E AGENDA 2030  
A SOCIEDADE NA GESTÃO DAS ÁGUAS  
24/09

- 18h30 - Abertura**  
Prof. Dra. Vasconceli Boudaryne (IFSP Caraguatatuba)
- 18h40 - Palestra 1: Participação da comunidade na gestão das águas**  
Má. Iara Giacomin (CRH/SP)
- 19h10 - Palestra 2: Hidroética: o homem em sintonia com as Águas**  
Dr. Cesarina Christofide (UNIL/MDG)
- 19h40 - Palestra 3: A experiência australiana na educação para gestão das águas e as oportunidades de cooperação internacional com o Brasil**  
Matthew Jankston (Embaixada da Austrália no Brasil)
- 20h10 - Palestra 4: Missão da TWRA para a implementação da Política Nacional de Recursos Hídricos**  
Dra. Yara Moretto (UFRJ/TWRA)

Convidado

INSTITUTO FEDERAL  
de São Paulo  
Campus Caraguatatuba

CONVÊNIO

TWRA

### ESTUDO DE CASO

## PROJETOS, PROGRAMAS E SISTEMAS PARA A IMPLANTAÇÃO DA EDUCAÇÃO AMBIENTAL EM SUBSÍDIO À GESTÃO DOS RECURSOS HÍDRICOS NO ESTADO DO RIO DE JANEIRO

Por meio da Resolução nº 39/ 2004, o CNRH instituiu a Câmara Técnica de Educação, Capacitação, Mobilização Social e Informação em Recursos Hídricos (CTEM), que visa promover e articular a EA em relação aos RHs.

Entre 2007 e 2018, o Projeto Hidrocidades foi desenvolvido pela equipe da Universidade Estadual do Rio de Janeiro, o qual abordava tópicos relacionados à conservação da água em meios urbanos e periurbanos.



FOTO: LUCIENE PIMENTEL DA SILVA

Campanha de mobilização da comunidade de Vargem Grande, RJ, Brasil.

Foram realizados experimentos e monitoramentos de qualidade da água, incluindo o uso de medidas compensatórias para a drenagem. Ações de conservação da água eram vinculadas ao contexto social das bacias hidrográficas, no intuito de gerar renda e promover a inclusão.



FOTO: LUCIENE PIMENTEL DA SILVA

Agricultura urbana em telhados verdes – Escola Teófilo Moreira da Costa, RJ, Brasil.

As atividades do Projeto Hidrocidades foram desenvolvidas em parceria com os moradores da Vila Cascatinha em Vargem Grande e na Escola Municipal Professor Teófilo Moreira da Costa, da região hidrográfica da baixada de Jacarepaguá, área de expansão da cidade do Rio de Janeiro. Na escola, foram realizados os experimentos com o telhado verde e as ações de EA.

Em 2009, o Programa Agenda Água na Escola foi uma iniciativa da Secretaria de Estado do Ambiente (SEA) do Rio de Janeiro e foi implantada em 24 escolas na Região dos Lagos. O programa foi executado pelo Grupo de Educação para o Meio Ambiente (GEMA). O envolvimento dos alunos, professores e monitores fez com que o projeto fosse um dos mais atuantes do interior do estado do Rio de Janeiro. Além de promover diversas ações de EA, também foi possível levantar um diagnóstico da experiência das comunidades envolvidas.

Já em 2011, o Programa Agenda Água na Escola foi desenvolvido em parceria com o Instituto Estadual do Ambiente (INEA) do Rio de Janeiro e a continuidade do projeto foi aprovada pela Câmara Técnica de Educação Ambiental (CTEA) e recebeu recursos do CBH Lagos São João. No projeto, estudantes e profissionais da educação participaram de expedições ambientais de monitoramento da qualidade da água de rios, próximos à unidade de ensino, e de campanhas de educação ambiental que incentivavam escolas a adotar trechos de rios.

Além da EA formal, que fortalece um engajamento participativo de toda sociedade, é necessário que essas ações sejam discutidas em outros espaços de formação, o que constitui a EA não formal. Essas iniciativas são ainda mais importantes para a população que não frequentou a escola ou que não esteve sujeita a quaisquer outras agendas de EA, cujas iniciativas não formais contam com a participação importante de organizações não governamentais. No entanto, são ações fragmentadas e descentralizadas no País.

O Sistema de Avaliação de Programas/Projetos de Educação Ambiental para a gestão integrada dos recursos hídricos (Sapea-Água) foi proposto por Chacon-Pereira et al. (2020). Essa proposta apoia-se na EA crítica, na gestão integrada dos recursos hídricos e no monitoramento de indicadores socioambientais. O sistema foi constituído em categorias de análise, entre elas, a participação e a comunicação.

Em cada categoria de análise é atribuída uma pontuação de acordo com os meios de verificação de cada indicador da categoria. São 15 indicadores e 43 meios de verificação no total. De acordo com o somatório de pontos, o programa/projeto pode ser classificado como ótimo, bom, regular e insuficiente. A categoria de análise *participação* tem peso 2 no somatório de pontos.

O Sapea-Água também pode ser adotado em termos de referência para o desenvolvimento de programas e projetos de EA, e poderá, a partir da constituição de um banco de dados, favorecer a elaboração de um conjunto de boas práticas para a EA voltada à gestão integrada dos recursos hídricos.

Categorias Comunicação e Participação do Sistema de avaliação de programas e projetos de educação ambiental para gestão de recursos hídricos – Sapea-Água.

COMUNICAÇÃO	
INDICADORES	MEIOS DE VERIFICAÇÃO
Divulgação de informações sobre as ações do programa/projeto e sobre a conservação e gestão dos recursos hídricos locais por meio de diversos meios de comunicação com a finalidade de ampliar a participação da população local em processos decisórios e de controle social dos recursos hídricos locais.	Descreve as ações de comunicação indicando o título, os meios de comunicação, assim como seus períodos de divulgação, finalidade e perfil do público alvo.
	Apresenta materiais textuais, digitais e fotográficos produzidos nas ações de comunicação.
	O número e o perfil do público alvo atingido pelas ações de comunicação estão em consonância com as metas previstas.
Ações de educomunicação, que consistem em aumentar a participação da população local em processos decisórios e de controle social dos recursos hídricos.	Apresenta quantitativo, descrição do perfil, período de realização e contatos dos participantes, assim como registro fotográfico das ações de educomunicação no contexto da gestão de recursos hídricos local.
	Apresenta materiais textuais e digitais produzidos nas ações de educomunicação.
	O número e o perfil do público alvo atingido pelas ações de educomunicação estão em consonância com as metas previstas.
Formação ou fortalecimento de redes sociais vinculadas ao programa/projeto de Educação Ambiental (real ou virtual).	Apresenta quantitativo, descrição de perfil, período de realização e contatos dos participantes, assim como registro fotográfico das redes sociais que interconectam instituições e práticas sociais em torno dos recursos hídricos.
	Apresenta materiais produzidos pelas redes sociais e <i>homepage</i> das redes sociais virtuais.
	O número e o perfil do público alvo atingido através das redes sociais estão em consonância com as metas previstas.

FONTE: CHACON-PEREIRA ET AL. (2020)

PARTICIPAÇÃO	
INDICADORES	MEIOS DE VERIFICAÇÃO
Proposta de ações educativas do programa/projeto com a participação dos atores sociais locais em situação de vulnerabilidade.	Relata as demandas apontadas e negociadas com os atores sociais locais em situação de vulnerabilidade em relação à conservação e à gestão das águas.
	Apresenta quantitativo, descrição do perfil, listagem de presença e contatos dos participantes, assim como registro fotográfico dos encontros para a proposta das ações educativas do programa/projeto.
Capacitação e instrumentalização de atores sociais locais em situação de vulnerabilidade para participação em processos decisórios e no controle social da aplicação dos recursos financeiros arrecadados com a cobrança pelo uso dos recursos hídricos e financiamentos públicos na bacia hidrográfica.	Apresenta quantitativo, descrição do perfil, período de realização, listagem de presença e contatos dos participantes, assim como registro fotográfico das atividades de capacitação e instrumentalização dos atores sociais locais para intervenção qualificada em processos decisórios e no controle social relacionados aos recursos hídricos.
	Apresenta materiais produzidos nas atividades de capacitação, instrumentalização e controle social das comunidades locais.
	O número e o perfil dos participantes nas atividades de capacitação, instrumentalização e controle social estão em consonância com as metas previstas.

FOTO: CHACON-PEREIRA ET AL. (2020)



FONTE: Luciene Pimentel da Silva

Vertentes da bacia hidrográfica do rio Perequê-Açu, RJ, Brasil.



FOTO: VASSILIKI TEREZINHA GALVÃO BOULOMYTIS

Foz do Rio Juqueriquerê, Caraguatatuba-SP, Brasil

# Planos para a Gestão dos Recursos Hídricos

Antônio Carlos Zuffo

Rafaela Silva de Faria

Thalita Panegassi Caporali

Urânia Tuan Cardozo

Vassiliki Terezinha Galvão Boulomytis

## 2.1 CONTEXTUALIZAÇÃO HISTÓRICA DA GESTÃO HÍDRICA DO BRASIL

A gestão dos recursos hídricos no Brasil começou a ser realizada desde os primórdios da colonização portuguesa, mesmo que de forma tímida e não especificamente. Em 1500, na então Ilha de Vera Cruz, o primeiro nome da terra recém-descoberta, vigoravam os mesmos códigos e leis vigentes em Portugal. Nessa época, eram vigentes em Portugal as Ordenações Afonsinas (Rei Afonso V, reinou entre 1438-1481) e as Ordenações Manuelinas (Rei Dom Manuel I, reinou entre 1495-1521). Não existia, porém, um código específico para regulamentar as atividades que utilizavam as águas no País, mas sim, várias ordenações gerais.

As Ordenações Afonsinas formaram o primeiro Código de Leis escrito no continente europeu (1446). Essas ordenações estavam baseadas nos Direitos Canônico e Romano e traziam em seu texto alguns princípios ambientais e sociais. Já as Ordenações Manuelinas (1521) incorporavam o princípio do zoneamento ambiental e vigoraram até o início do Século XVII.

Durante o período em que a Espanha reinou sobre Portugal e suas colônias, conhecido como União Ibérica, o Rei Philippe II da Espanha (Rei Philippe I de Portugal) ordenou que todas as leis portuguesas, que estavam dispersas em vários documentos, fossem atualizadas e reunidas em um único livro e deveriam ser aplicadas exclusivamente em Portugal e suas colônias. A esse compêndio de leis foi dado o nome de Ordenações Filipinas (1603) e vigoraram no Brasil até 1916.

FOTO: JEAN-BAPTISTE DEBRET



Passagem de um rio vadeável do livro “Viagem Pitoresca e Histórica ao Brasil (1834-1839)”

As Ordenações Filipinas previam a determinação de programas de obras públicas para a construção de calçadas, chafarizes e pontes, que definiam as obras públicas. Também apresentavam o conceito de poluição, proibiam que qualquer pessoa jogasse algum resíduo que pudesse provocar a morte de peixes ou sujar as suas águas. Esses códigos foram mantidos nos Códigos Civil e Criminal do Império do Brasil (1824) e somente foram revogados com o advento do Código Civil da República em 1916, como citado anteriormente.

A partir de 1920, surgiram as exigências de medidas reguladoras específicas para a água, pois era cada vez mais necessário o aproveitamento hidroenergético brasileiro, e havia um crescente número de conflitos pelo uso da água. Assim, em 1920, foi criada a Comissão de Estudos de Forças Hidráulicas no âmbito do Ministério da Agricultura, Indústria e Comércio.

Em 10 de julho de 1934 foi promulgado o Decreto nº 24.643, criado como força de lei, que instituiu o Código das Águas, que viria a ser o mais avançado de sua época no que se referia à gestão das águas, pois preconizava alguns dos princípios adotados pelo gerenciamento de recursos hídricos atualmente, como por exemplo:

- O uso direto para garantir as necessidades essenciais à vida.
- Outorga para derivação das águas públicas emitida pelo Estado.
- Responsabilidade penal e financeira para atividades que comprometessem a qualidade dos mananciais hídricos, conceito conhecido atualmente como poluidor-pagador.

A partir da promulgação do Código das Águas, a administração pública no Brasil passa a ter duas políticas distintas: a primeira, foi implementada por meio de programas e projetos voltados principalmente para o semiárido nordestino, priorizando o uso da água para o consumo humano e dessedentação de animais; já a segunda tinha um caráter mais genérico, de efeitos limitados, direcionado principalmente aos aproveitamentos para uso hidroenergético (ZUFFO; ZUFFO, 2016). O uso prioritário dos recursos hídricos no Brasil, durante a vigência do Código das Águas, era para a geração de energia elétrica e a para a gestão dos recursos hídricos.

## QUADRO 2-01

Legislação  
Portuguesa  
no Brasil:  
Ordenações





Foto: JOSÉ AUGUSTO ROCHA MENDES

Pequena Central Hidrelétrica de Poços de Caldas, MG, Brasil.

### QUADRO 2-02

#### "Códigos das Águas"



Em 1972, foi realizada em Estocolmo, Suécia, a Conferência das Nações Unidas sobre o Meio Ambiente Humano. Essa conferência é reconhecida como um marco nas tentativas das Nações Unidas em melhorar as relações do ser humano com o meio ambiente, visando a busca por um equilíbrio entre crescimento econômico e redução da degradação ambiental, em busca de um desenvolvimento sustentável. Ela teve um papel fundamental na inserção das problemáticas ambientais nas agendas dos países, além da conscientização da população. Pela primeira vez, o mundo dirige sua atenção para os problemas relacionados ao crescimento da população mundial absoluta, da superexploração dos recursos naturais e da poluição atmosférica.

Nessa mesma época, com influência da Conferência de Estocolmo, o Brasil criou a Secretaria Especial do Meio Ambiente, vinculada ao Ministério do Interior, que incorporou alguns princípios desta Conferência. A bacia hidrográfica foi então estabelecida como unidade padrão de gerenciamento, pois os limites, definidos pelos divisores topográficos, definem um sistema fechado se considerado o ponto de vista hidrológico, quando focado nos recursos hídricos superficiais (ZUFFO; ZUFFO, 2016).

No final da década de 1980, foram criados os primeiros comitês de bacias hidrográficas (CBHs), como os comitês de bacias dos rios Paraíba do Sul, Paranapanema e Doce. A partir de então, iniciaram-se algumas discussões sobre pontos críticos do gerenciamento dos recursos hídricos no Brasil. Em 1986, foi criado o Conselho Nacional do Meio Ambiente (Conama), que estabeleceu a classificação das águas doces, salobras e salinas, em todo o território nacional, em nove classes, como definido pela Resolução Conama nº 20/1986 (ZUFFO; ZUFFO, 2016).

A partir de 1988, com a promulgação da nova constituição brasileira, foi possível ampliar as formas de negociação social para a resolução de conflitos, adotadas na definição da Política Nacional de Recursos Hídricos. A Constituição modificou alguns aspectos importantes no Código de Águas, até então vigente no País. Essa fixou como competência da União, a instituição de um Sistema Nacional de Gestão dos Recursos Hídricos e definiu aspectos relativos à cobrança e outorga de direitos do uso da água, trazendo ainda o direito legislativo sobre os recursos hídricos para a União (ZUFFO; ZUFFO, 2016).

FOTO: VASSILKI TEREZINHA GALVÃO BOULOMYTIS



Em 1997 é promulgada a Lei nº 9.433, que define a Política Nacional de Recursos Hídricos, também conhecida como Lei das Águas. A partir de então, todos os agentes envolvidos em atividades relacionadas ao gerenciamento de recursos hídricos passaram a gozar de legitimidade necessária para prosseguir em seus respectivos cursos de ação (MORAES, 2009).

Em julho de 2000 é promulgada a Lei nº 9.984, que dispôs sobre a criação da Agência Nacional de Águas (ANA), entidade federal de implementação da Política Nacional de Recursos Hídricos e de coordenação do Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos.

QUADRO 2-03

Sistema  
Nacional de  
Gerenciamento  
de Recursos  
Hídricos



## 2.2 INSTRUMENTOS DE GESTÃO DOS RECURSOS HÍDRICOS

A Política Nacional de Recursos Hídricos (PNRH) é o marco de uma grande evolução institucional e legal no que diz respeito à gestão sustentável de um recurso tão valioso como a água. Vale ressaltar que essa nova lei conduziu o Brasil a um posto de prestígio, pois nesse ponto, o país passou a fazer parte do grupo de nações com a legislação mais avançada e moderna de Gestão dos Recursos Hídricos (GRH).

Dentre as inovações introduzidas pela Lei das Águas, podemos dar ênfase aos seus fundamentos, que rompem com paradigmas enraizados na cultura brasileira quando se trata da água, começando pela constatação que é um recurso natural finito e dotado de valor econômico. Outros fundamentos dessa lei são:

- A água é um bem de domínio público.
- O uso múltiplo das águas.
- A bacia hidrográfica como unidade básica de implementação da PNRH.
- O uso prioritário da água para o consumo humano e a dessedentação de animais.

A gestão de recursos hídricos deve ser descentralizada e deve ter participação do poder público, usuários de água e da sociedade civil.

QUADRO 2-04

Vídeo "Lei das Águas do Brasil"



A gestão dos recursos hídricos no Brasil abrange vários componentes do planejamento e gerenciamento dos corpos d'água no espaço da bacia hidrográfica conjuntamente com a questão política, econômica e social do território. Ela envolve aspectos institucionais como legislação, diagnóstico e planejamento dos usos da água, estratégias e metas de desenvolvimento, preservação e conservação ambiental.

A bacia hidrográfica corresponde à área de drenagem definida pelo divisor topográfico, que capta as águas das chuvas e conduz (a parte que não infiltrou para o subsolo e que não evaporou para a atmosfera), por meio dos cursos d'água até o seu exutório, ou seja, o ponto de cota mais baixa.



ILUSTRAÇÃO: ANTONIO CARLOS ZUFFO

Bacia hidrográfica: Delimitação, cursos d'água, nascentes e exutório.

No Brasil, existem 12 regiões hidrográficas, sendo que cada região pode envolver bacias, sub-bacias ou um grupo de bacias hidrográficas próximas, possuindo características geográficas, sociais e econômicas similares, sendo definidas pelo Conselho Nacional de Recursos Hídricos (CNRH). Essa divisão tem por objetivo orientar o planejamento e o gerenciamento de recursos hídricos no País.

FONTE: SIGRH (2018)



Regiões Hidrográficas Brasileiras

Sabe-se que a água é um elemento fundamental para a vida. Entretanto, a má gestão, o uso inconsciente e as variações climáticas podem provocar eventos hidrológicos críticos, colocando em risco a segurança hídrica. Para evitar um quadro de escassez hídrica, é necessário investir em infraestrutura adequada, no aperfeiçoamento da gestão dos recursos hídricos e, principalmente, na incorporação de medidas para a gestão de riscos em respostas às crises.



FOTO: DAVID HAMILTON

Lago Manchester - Área de abastecimento de Brisbane, QLD, Austrália

Outro ponto importante refere-se aos instrumentos que estabelecem meios de aplicação da gestão de forma a garantir a qualidade e a racionalidade no seu uso, tais como os planos de recursos hídricos, o enquadramento dos corpos de água em classes, a outorga dos direitos de uso destes recursos, a cobrança pelo seu uso e o Sistema de Informações sobre Recursos Hídricos:

- A outorga de direito de uso de recursos hídricos é um instrumento que permite que a administração pública autorize o usuário a utilizar as águas de seu domínio, por tempo determinado e com condições preestabelecidas. Também permite que a administração pública assegure e gerencie a forma que os recursos hídricos são utilizados e, ainda, garante o acesso à água com um controle quantitativo e qualitativo.
- A cobrança pelo uso dos recursos hídricos é um instrumento que busca obter recursos financeiros para o financiamento de programas, intervenções e ações incluídos nos planos de recursos hídricos da bacia geradora. A cobrança tem como finalidade induzir o comportamento da sociedade, por meio da fixação de valores. Nesse caso, visa dar ao usuário a real indicação do valor do recurso e ainda promover o seu uso racional. A cobrança é implementada pelos comitês de bacias, que têm, em seu colegiado, representantes dos poderes públicos, municipal e estadual. Possui o conceito de que a água é um bem público e é necessário incentivar a racionalização dos seus usos. Esses princípios estão fundamentados nos conceitos de usuário-pagador e poluidor-pagador, visando combater a poluição e o desperdício.
- O sistema de informações visa a implantação de um sistema de coleta, tratamento, armazenamento e recuperação de informações sobre recursos hídricos e fatores intervenientes em sua gestão. É de suma importância para a aplicação dos demais instrumentos legais, pois para uma implementação mais eficiente e correspondente à realidade de cada uma das bacias hidrográficas, é essencial a existência de uma base de dados confiável. Há, no Brasil, um grande banco de dados e de informações sobre as águas no país, denominado Sistema Nacional de Informações sobre Recursos Hídricos (SNIRH), que realiza a coleta, a organização e a transmissão de dados e informações para o público em geral.
- O enquadramento dos corpos de água, segundo os usos preponderantes, é um instrumento de planejamento que estabelece o nível de qualidade a ser alcançado ou mantido ao longo do tempo. É responsável pelo planejamento, pois deve adotar os níveis de qualidade a serem mantidos, objetivando compatibilizar o uso sustentável da água com o desenvolvimento econômico de uma bacia hidrográfica. Objetiva garantir a qualidade da água compatível com o uso mais exigente a que for destinada, relacionado à gestão sustentável desse recurso, e, ainda, diminuir os custos de remediação da poluição das águas por meio de ações preventivas. O enquadramento é referência a outros instrumentos (outorga e cobrança) e importante elo entre o SINGREH e o Sistema Nacional de Meio Ambiente (SISNAMA).
- Os planos de recursos hídricos são a ferramenta mais importante da GRH, cujas ações previstas devem ser compiladas em um documento. É um instrumento previsto pela PNRH que define a agenda dos recursos hídricos, incluindo dados sobre obras, projetos, investimentos preferenciais e ações de gestão. Esses planos podem ser estabelecidos em três esferas diferentes: a bacia hidrográfica, a estadual e a nacional, e contam com participação de diferentes instituições relacionadas à gestão de recursos hídricos, órgãos governamentais e da sociedade civil.

QUADRO 2-05

Sistema Nacional de Informações sobre Recursos Hídricos (SNIRH)



A PNRH também estabelece os membros que são integrantes do SINGREH, sendo eles: o Conselho Nacional de Recursos Hídricos; a ANA; os conselhos de recursos hídricos dos Estados e do Distrito Federal; os CBHs; os órgãos dos poderes públicos federal, estaduais, municipais e do Distrito Federal, cujas competências se relacionem com a gestão de recursos hídricos.

ÓRGÃO	FUNÇÃO
Conselho Nacional de Recursos Hídricos (CNRH)	Desenvolve regras de mediação entre os diversos usuários da água. Aprova e estabelece diretrizes para implementação da PNRH.
Conselhos de recursos hídricos dos estados e do Distrito Federal	Encaminham questões para serem deliberadas pelo Conselho Nacional de Recursos Hídricos. Deliberam sobre assuntos relacionados às acumulações, derivações, captações e lançamentos de pouca expressão, para efeito de isenção da obrigatoriedade de outorga de direitos de uso de recursos hídricos.
Comitês de bacias hidrográficas (CBHs)	Espaço em que representantes da comunidade de uma bacia hidrográfica discutem e deliberam a respeito da gestão dos recursos hídricos.
Secretaria Nacional de Segurança Hídrica (SNRH)	Integração de políticas, sustentabilidade socioambiental e no controle e participação social.
Agência Nacional de Águas e Saneamento Básico (ANA)	Regula o acesso e uso dos recursos hídricos, emite e fiscaliza o cumprimento das normas e elabora ou participa de estudos estratégicos.
Agências de Água	Secretaria executiva do Comitê de Bacia Hidrográfica.

Funções dos órgãos de gestão hídrica

Com base nas atribuições estabelecidas pela PNRH, em parceria com o Ministério de Desenvolvimento Regional, a ANA desenvolveu o Plano Nacional de Segurança Hídrica (PNSH) de forma a garantir ao Brasil um planejamento integrado e consistente de infraestrutura hídrica de forma a reduzir os impactos de secas e cheias. Uma grande inovação relacionada ao PNSH é a apresentação de um índice de segurança hídrica (ISH) que engloba quatro dimensões: ecossistêmica, econômica, humana e de resiliência. Para garantir a segurança hídrica é essencial a atuação de uma gestão integrada dos recursos hídricos, que no Brasil, é norteadada pela PNRH.

A ANA disponibiliza um acervo virtual com cartilhas, livros e vídeos que tratam sobre o Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos e Instrumentos da PNRH. O acervo tem informações detalhadas que incluem desde a definição dos comitês de bacias hidrográficas até os sistemas de informação utilizados na gestão das águas.

QUADRO 2-06

Acervo da ANA



QUADRO 2-07

Cartilha  
"Segurança de  
Barragens  
de Água"



Outra legislação importante para a GRH é a Política Nacional de Segurança de Barragens (PNSB), instituída pela Lei n.º 12.334 de 2010, que tem como objetivos garantir a observância de padrões de segurança; regulamentar as ações de segurança nas fases de planejamento, projeto, operação, construção, desativação, descaracterização e usos futuros. A partir desses objetivos, a lei apresenta as dimensões e características das barragens submetidas à PNSB; os instrumentos, tais como o Plano de Segurança de Barragens e o Sistema Nacional de Informações sobre Segurança de Barragens (SNISB); e as competências, tanto dos empreendedores quanto das entidades fiscalizadoras.

As barragens são estruturas que têm por objetivo a contenção ou acumulação de água para quaisquer usos, por exemplo, para reter rejeitos de mineração, geração de energia (hidrelétricas) e para abastecimento de água (reservatórios). Elas podem ser construídas basicamente com terra, terra e pedra ou em estrutura de concreto.



FOTO: VASSILIKI TEREZINHA GALVÃO BOULOMYTS

Usina Hidrelétrica de Itaipu, PR, Brasil.

### 2.3 GERENCIAMENTO VERSUS PLANEJAMENTO DOS RECURSOS HÍDRICOS

O planejamento muitas vezes é confundido com gerenciamento, ou vice-versa, ou ainda como se fossem sinônimos. Na verdade, são muito diferentes.

Podemos comparar grosseiramente um plano de bacia com uma sinfonia e o maestro com o órgão gestor da bacia. Diferentemente de uma sinfonia, que pode ser composta por um único compositor, o plano de bacia não pode ser concebido por um único profissional, mas é elaborado por um grupo multidisciplinar de profissionais, das mais diferentes áreas do conhecimento. Além do fato que, antes de o plano ser aprovado, ele deve ser apresentado em audiências públicas, com a participação da sociedade que pode decidir por modificações.

Para subsidiar a elaboração do plano de bacias, muitas informações devem ser produzidas a partir de um grande banco de dados. Esse banco de dados possui diferentes

características e, quando detalhado, possibilitará a geração de informações a respeito da bacia, tais como o dos usos preponderantes, da qualidade e quantidade existente dos recursos hídricos, sua variação temporal e espacial, uso e ocupação do solo, vegetação, fauna e flora, poluição, drenagem, taxa de crescimento populacional, taxa de desenvolvimento humano, saúde, educação, diferentes cenários futuros e variações climáticas (não significa mudanças climáticas, mas, sim, uma variabilidade natural do ciclo hidrológico), entre outros.

Porém, o planejamento dos recursos hídricos, por envolver variáveis naturais (clima, temperatura, pressão atmosférica, evapotranspiração, precipitações, ventos etc.) é muito mais complexo que a composição de uma sinfonia, que depende do talento e da genialidade do seu compositor. A composição, uma vez finalizada, pode ser reproduzida em qualquer lugar do nosso mundo e ao longo dos séculos. Um planejamento de recursos hídricos é único porque possui características peculiares locais que o diferem de quaisquer outras bacias. Por isso, a unidade de gestão para o gerenciamento de recursos hídricos é a Bacia Hidrográfica.



FOTO: DAVID HAMILTON

Teste do efeito de diferentes coagulantes para tratamento de lagos com algas Hugh Muntz, Gold Coast, QLD, Austrália.



FOTO: VASSILIKI TEREZINHA GALVÃO BOULOMYTTIS

Réguas linimétricas para leitura do nível d'água do Rio Yarra – Abbotsford, VIC, Austrália

Diferentemente de uma partitura, o plano de bacia tem prazo de validade, uma vez que há a necessidade de atualizações. Uma bacia é dinâmica e o que se busca é o seu desenvolvimento sustentável e integral. O que foi realidade no passado pode não servir no presente, justamente por causa dessa dinâmica.



FOTO: DAVID HAMILTON

Reabilitação do Córrego Laidley para minimizar o efeito das inundações em Brisbane, QLD, Austrália

Uma outra diferença entre o planejamento de recursos hídricos e a composição de uma sinfonia é que, no plano de bacia, o processo de elaboração não termina, é contínuo porque novas informações vão sendo geradas com o passar do tempo e precisam ser incorporadas ao plano. Verificadas, essas informações permitem a manutenção ou indicam a necessidade de alterações desses estudos. Há a necessidade de adaptação, de acompanhamento e de um ordenamento de estratégias definidas para viabilizar um gerenciamento ou uma gestão. O planejamento elabora um plano a ser seguido pelo gerente (ou gestor), para que este exerça sua atividade, da melhor maneira possível, com menores perdas e maior eficiência.

Para promover esse planejamento são criados vários cenários hipotéticos, utilizando muitas ferramentas com a utilização do cruzamento de informações e da elaboração de hipóteses. Enfim, o planejamento é um procedimento organizado que objetiva a escolha de uma melhor alternativa para atingir um determinado objetivo.

O processo de planejamento se desenvolve por meio de uma sequência de etapas. A Lei das Águas, em seu artigo sétimo, estabelece oito etapas com o objetivo de orientar e fundamentar a implementação e o gerenciamento do plano e da política nacional ou estadual de recursos hídricos, as quais são:

- Diagnóstico da situação atual dos recursos hídricos: nesta etapa, é realizado todo o levantamento das condições físicas da bacia, identificando os problemas existentes, a disponibilidade hídrica, a qualidade da água, o uso e a ocupação da

terra, as atividades econômicas desenvolvidas e quais os usos preponderantes, quais os mais impactantes, o nível socioeconômico da região, os planos e os programas existentes.

- Balanço entre disponibilidades e demandas futuras dos recursos hídricos, em quantidade e qualidade, com identificação de conflitos potenciais.
- Análise de alternativas de crescimento demográfico, de evolução de atividades produtivas e de modificações dos padrões de ocupação do solo. Essa etapa é de fundamental importância no processo de elaboração do plano de recursos hídricos, pois serão propostas as intervenções necessárias para sanar os problemas identificados na etapa de diagnóstico, a fim de permitir a proposição de novas ações.
- Metas de racionalização de uso, aumento da quantidade e melhoria da qualidade dos recursos hídricos disponíveis.
- Medidas a serem tomadas, programas a serem desenvolvidos e projetos a serem implantados para o atendimento das metas previstas.
- Prioridades para outorga de direitos de uso dos recursos hídricos.
- Diretrizes e critérios para a cobrança pelo uso dos recursos hídricos.
- Propostas para a criação de áreas sujeitas a restrição de uso, objetivando a proteção dos recursos hídricos.



Reservatório de Hume, NSW, Austrália

Foto: Nick R. Bond

Após a conclusão de todas as etapas, buscando alternativas de melhor compromisso, é possível escolher a estratégia de ação através do plano. A implantação desse plano é seguida por um acompanhamento do processo de gerenciamento para verificar se a estratégia implementada está funcionando de acordo com o esperado ou se ela mostrou-se deficiente.

Nesse último caso, procura-se identificar quais foram os problemas ou limitações observadas, se houve alguma mudança interna ou externa que possa ter alterado as condições inicialmente consideradas. Assim, procede-se a uma reavaliação do plano e estratégias procurando resolver o problema anteriormente identificado, realimentando o processo de planejamento com novas informações decorrentes dessa avaliação inicial, fechando-se o ciclo, que é repetido continuamente e visando sempre o aperfeiçoamento da estratégia de ação e, conseqüentemente, melhorando a gestão.

### 2.4 ESTRATÉGIAS DE PLANEJAMENTO DOS RECURSOS HÍDRICOS

O planejamento dos recursos hídricos é a ferramenta mais importante de gerenciamento, cujas ações previstas devem ser compiladas em um documento chamado de Plano de Recursos Hídricos, o qual deverá ser o norteador da gestão do recurso por um determinado período (compatível com o período de implantação de seus programas e projetos). Os planos devem ser revistos a cada 3 anos, onde devem constar as ações estratégicas, estruturais e não estruturais, previstas para o desenvolvimento da bacia hidrográfica.

As informações que devem constar em um plano de recursos hídricos devem ser, ao menos, demandas atuais e projetadas pelos usos da água por setor. Algumas informações relevantes são: geração de energia, uma vez que sua matriz energética é de hidrogeração; abastecimento público, industrial e agrícola; projeção populacional; estimativa de crescimento industrial; agrícola, por tipo de cultura, por possuírem demandas hídricas distintas; da pecuária, por tipo, (ou seja, bubalino, caprino, bovino, suíno, equino, entre outros); mapeamento dos reservatórios e das infraestruturas hídricas existentes, com respectivas capacidades; informações sobre a quantidade dos recursos hídricos superficiais e subterrâneos; qualidade das águas superficiais e subterrâneas (obtidos por meio de monitoramento); enquadramento dos corpos d'água; outorgas vigentes e prazo de vigências das mesmas. Essas informações são essenciais para o planejamento das ações necessárias para o uso racional dos recursos hídricos, garantindo assim a possibilidade de abastecer as demandas prioritárias.



FOTO: VASSILIKI TEREZINHA GALVÃO BOULOMYTS

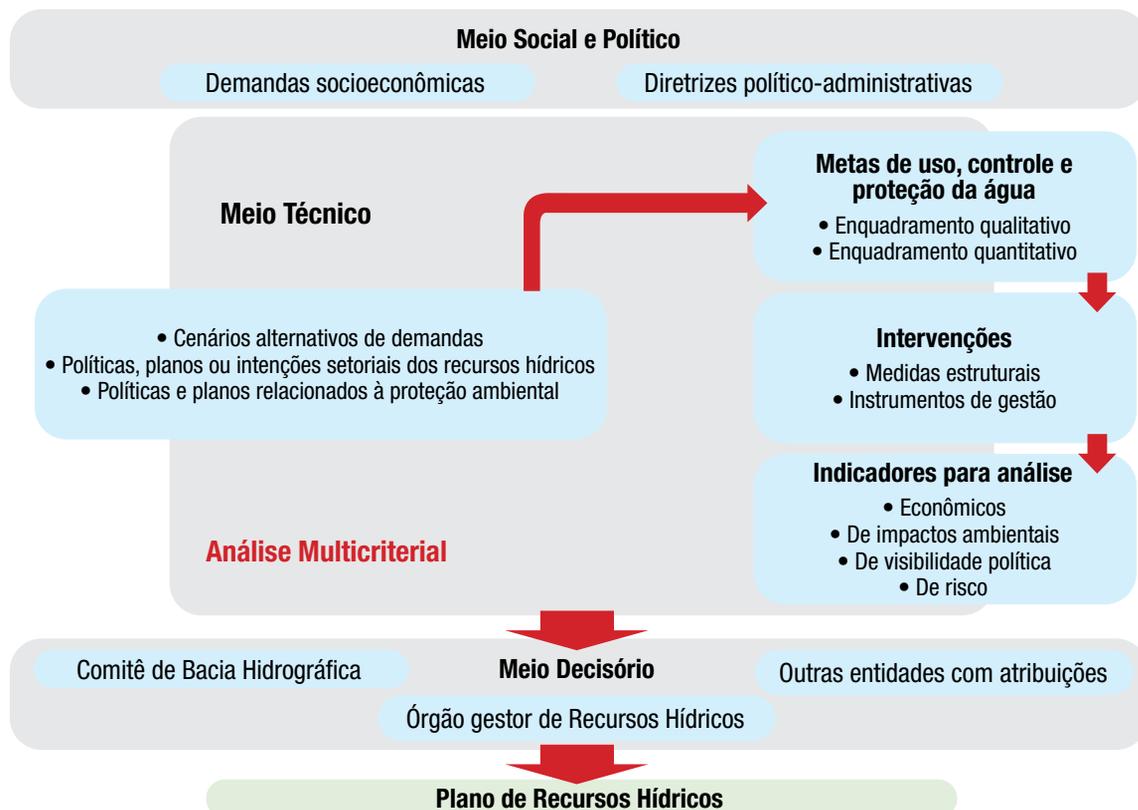
Área Agrícola e açude para dessedentação de animais - Bueno Brandão, MG, Brasil

No Brasil, além das bacias nacionais, existem as bacias estaduais, que podem até mesmo ser interestaduais. Nesse caso, há uma gerência estadual e outra federal. Estas devem ter seus planos elaborados da mesma maneira. Como exemplo, cita-se o Estado de São Paulo, que é composto por 22 bacias, institucionalizadas por 22 unidades de gerenciamento de recursos hídricos (UGRHI). Essas UGRHIs deverão produzir seus planos de bacias individuais, que deverão subsidiar as ações estratégicas previstas no Plano Estadual de Recursos Hídricos, que, juntamente com os outros planos estaduais, nortearão os Planos das Regiões Hidrográficas, que, por sua vez, nortearão o Plano Nacional de Recursos Hídricos. Isso equivale dizer que o planejamento deve partir de um universo micro para um universo macro, pois as partes deverão compor o todo.

BARTH (1987) apresenta uma definição para o planejamento bastante perspicaz, quando diz: *“Planejamento no conceito da ciência econômica, onde é bastante empregado, é a forma de conciliar recursos escassos e necessidades abundantes”*. Assim, o planejamento dos recursos hídricos, considerando a disponibilidade restrita desse recurso, envolve um conjunto de procedimentos organizados que permite a orientação do atendimento das demandas de água.

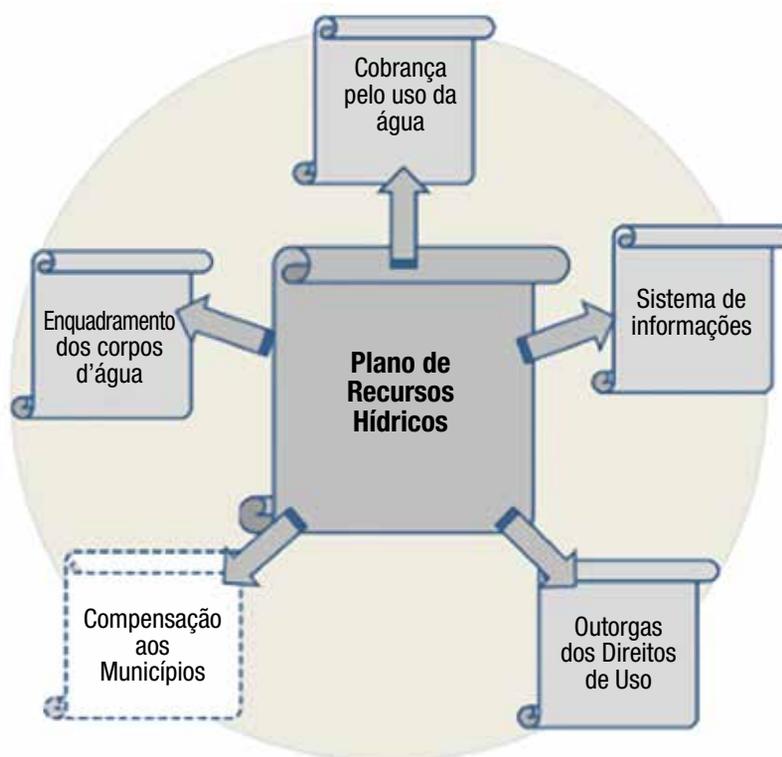
O gerenciamento dos recursos hídricos tem por objetivo assegurar a disponibilidade de água em quantidade e qualidade suficientes e satisfatórias para a atual e as próximas gerações. Para isso, deve ser resultante de um processo de planejamento, fundamental para esse modelo de gerenciamento, que busca o uso racional da água e das medidas necessárias para minimizar problemas relacionados à disponibilidade desse recurso. O processo de planejamento dos recursos hídricos é desenvolvido a partir do meio social e político através dos meios técnicos e decisórios para atender as demandas socioeconômicas, em consonância com as diretrizes político-administrativas.

FONTE: ADAPTADO DE SMAVCEPLEA (2004).



Considerando que o uso da água afeta os padrões quantitativos e qualitativos, o gerenciamento desse recurso deverá ser realizado com base em um plano multisetorial de uso, controle e proteção das águas. O plano deve estabelecer limites aos diversos planos setoriais de uso dos recursos hídricos, ao mesmo tempo em que vincula a si os planos setoriais, estabelecendo diretrizes e restrições gerais. Deve ter em vista a racionalização da apropriação do recurso hídrico e equacionar os potenciais conflitos de usos intersetoriais e dos setores de usuários com o ambiente.

Os planos de recursos hídricos visam orientar a implementação dos instrumentos da Política Nacional de Recursos Hídricos, como também indicar diretrizes de interação e articulação desses instrumentos:



FONTE: ADAPTADO DE MORAES (2009).

Relações entre os instrumentos da Política Nacional de Recursos Hídricos

O espaço decisório para as deliberações setoriais deve ser organizado de forma a assegurar o suprimento aos usos já estabelecidos, de acordo com o previsto por regras pré-estabelecidas, no que se refere à quantidade e à qualidade da água (ANEEL e ANA, 2001).

O conteúdo mínimo previsto na Lei está complementado pelas Resoluções nº 17/2001 e nº 22/2002 do Conselho Nacional de Recursos Hídricos. A primeira estabelece as diretrizes para os planos por bacias hidrográficas, detalhando e recomendando os oito tópicos que o integrarão, além de apresentar um fluxograma do processo de elaboração desses planos.

A segunda resolução diz respeito às diretrizes para inserção dos estudos das águas subterrâneas nos planos de recursos hídricos, incorporando a temática dos usos múltiplos da água, as peculiaridades dos aquíferos e os aspectos relacionados não só em relação à quantidade, mas também à qualidade.

Os planos de recursos hídricos de bacias hidrográficas serão elaborados pelas agências de bacias e submetidos à apreciação e à aprovação pelos respectivos CBHs. Quando não houver agências de água, os planos poderão ser elaborados pelas entidades gestoras detentoras do poder outorgante.

Na inexistência do comitê de bacia hidrográfica, a entidade competente ou o órgão da administração pública deverá elaborar uma proposta de plano, juntamente com a participação dos usuários da água e das entidades civis de recursos hídricos, que deverá incluir, em sua implementação, as ações necessárias à criação do respectivo comitê. O comitê, depois de instituído, será responsável pela aprovação do referido plano.



QUADRO 2-08

Assistam ao II Webinário IFSP "Instrumentos para a gestão integrada dos recursos hídricos"



FOTO: TOURISM AUSTRALIA.

Manning Gorge ao longo do Rio Gibb, Kimberley, Austrália Ocidental.



FOTO: FLAVIA CAMPOS MARTINS

Lagoa sazonal no sertão nordestino, PE, Brasil

# Gestão de conflitos pelo uso da água

Iara Bueno Giacomini  
Zaki Shubber

## 3.1 DEFINIÇÃO NO CONTEXTO HÍDRICO

**D**iplomacia hídrica, hidrodiplomacia ou gestão de conflitos pelo uso da água são termos recentes, oriundos da esfera internacional, que atualmente também se aplicam às esferas regionais para se referir à “ciência e à arte de identificar e prevenir conflitos pelo uso da água, bem como à capacidade de negociar, mediar e resolver conflitos já estabelecidos”.

Ciência e arte se complementam, porquê a hidrodiplomacia por um lado, exige a presença de especialistas hídricos para tratar as questões hidrológicas e hidráulicas presentes na situação. Por outro lado, isso demanda a capacidade dos envolvidos de se conectarem com as necessidades das partes interessadas. Essa capacidade de se conectar é considerada a “arte” da diplomacia.

QUADRO 3-01

Vídeo “Atuando na gestão de conflitos”



FOTO: TOURISM AUSTRALIA.

Cachoeira do Monte Mulligan, QLD, Austrália.

### QUADRO 3-02

#### Vídeo "Poder da Empatia"



Fala-se em “arte” porque vai além da ciência a capacidade de se conectar com os usuários concorrentes, ouvi-los e compreender seus posicionamentos, justificativas e interesses, vislumbrando zonas de possíveis convergências e acordos. Também é uma arte a habilidade de transmitir a própria posição de forma construtiva, permitindo às partes interessadas irem além do conflito para alcançar espaços de busca de soluções (SHUBBER, 2017).

Assim, como ponto de partida para fazer gestão de conflito pelo uso da água é necessário ter um arcabouço de qualificações, técnicas e não técnicas. Isso porque as disputas hídricas geralmente ocorrem entre atores que possuem diferentes:

- Posicionamentos (querem coisas distintas), interesses (por motivos distintos) e valores (baseados em necessidades distintas);
- Entendimentos, conhecimentos e relações com a água;
- Níveis de poder para influenciar a resolução do conflito.

## 3.2 RELEVÂNCIA DA GESTÃO DE CONFLITOS PELO USO DA ÁGUA

Historicamente os sistemas hídricos, ao longo de suas trajetórias, cruzam fronteiras culturais, políticas e administrativas, encontrando diferentes necessidades e interesses (SADOFF; GRAY, 2002). Enquanto as populações humanas eram pequenas e as atividades econômicas estavam restritas aos seus respectivos territórios, a demanda pela água não era uma grande questão. Entretanto, devido ao crescente aumento da população, da agricultura, da urbanização e da industrialização, tanto a demanda pela água como a poluição hídrica têm aumentado significativamente e, conseqüentemente, conflitos e disputas envolvendo o seu uso têm-se tornado mais frequentes.



Irrigação na área rural de Bueno Brandão, MG, Brasil.

FOTO: VASSILIKI TEREZINHA GALVÃO BOULOMYTIIS

Diante desse cenário, é necessário buscar cooperação entre as partes envolvidas para minimizar perdas (MITCHELL; ZAWAHRI, 2015) e aumentar benefícios. Entretanto, estabelecer arranjos de cooperação hídrica, que acomodem os usos competitivos de todos os usuários interessados, não é uma tarefa simples. Por exemplo, apesar da existência de 310 bacias hidrográficas internacionais (transfronteiriças), distribuídas em 148 países, que drenam 80% das águas fluviais do mundo e abastecem 40% da população global (MCCRACKEN et al., 2018a; MCCRACKEN; WOLF, 2019), apenas 140 tratados de rios internacionais (WOLF, 1997) e 119 organizações internacionais de bacias hidrográficas foram formalizados até recentemente (SCHMEIER, 2012).

Entre as complexidades inerentes à gestão e governança da água estão o aumento pela demanda hídrica com padrões mínimos de qualidade, a diminuição da disponibilidade e a escassez de acordos e protocolos de cooperação hídrica. Assim, considerando tais complexidades, incorporar a gestão de conflitos à gestão das águas é uma necessidade urgente. O mesmo ocorre com a capacitação dos representantes dos comitês de bacias hidrográficas (CBHs), dos gestores hídricos e dos tomadores de decisão nessa área do conhecimento.

Segundo Wolf (1997) a gestão das águas é, por definição, gestão de conflitos. As razões dessa afirmação são as seguintes:

- Ao contrário de outros recursos escassos e consumíveis, a água é utilizada para atender uma longa lista de demandas da sociedade, que variam da biologia à economia, da estética à espiritualidade e da ecologia à política (WOLF, 1997);
- A sua administração é geralmente fragmentada e, muitas vezes, está sujeita a princípios legais vagos, misteriosos e contraditórios (WOLF, 1997);
- A água é o único elemento que possui três atributos (mostrados no quadro a seguir) que a caracterizam ao mesmo tempo como bem público, privado e patrimônio de uso comum (VAN DER ZAAG, 2015).

ATRIBUTO	CONSEQUÊNCIA	CARACTERÍSTICA
Recurso essencial à vida, para o qual não há substituto	Confere (alto) valor à água	Bem público: direito de todos
Recurso renovável, porém finito	O uso por um indivíduo pode impedir o uso por outro indivíduo	Bem privado: pode ser adquirido, estocado e apreciado
Recurso fugidio, flui sem controle preciso no espaço e no tempo	Difícil prever a variação no estoque e fluxo bem como definir seus limites	Patrimônio de uso comum: difícil excluir usuários e usos

FONTE: ADAPTADO DE VAN DER ZAAG (2015)

Atributos da água

Assim, não existe gestão da água para um único objetivo. Toda gestão hídrica é multiobjetiva e baseia-se no desenvolvimento de interesses e usos concorrentes, muitos dos quais estão constantemente em desacordo. A inserção de limites regionais, estaduais e internacionais aumenta substancialmente a complexidade para obter soluções mutuamente aceitáveis, devido a um número maior de partes interessadas (MCCRACKEN; WOLF, 2009).

### 3.3 PRINCIPAIS CAUSAS DE CONFLITOS PELO USO DA ÁGUA

Ao observar as causas e os problemas dos conflitos relacionados à água, nota-se que as relações entre os atores e os usos são geralmente moldadas por assimetrias hídricas naturais, proporcionadas pela geografia. Por exemplo: a forma que os usuários à montante utilizam a água, frequentemente gera impacto sobre os usuários que se encontram à jusante, criando disputas entre as partes altas e baixas da bacia.

Outros elementos, como o histórico de ocupação e desenvolvimento da região, as relações das partes interessadas e a cultura que compartilham também podem exercer influência na manutenção, resolução e prevenção dos conflitos hídricos.



FOTO: ANDERSON SOUZA

Riacho Vitória – Petrolina, PE, Brasil, durante o período (a) da seca e (b) das chuvas.

QUADRO 3-03

Filme "Ruivaldo, o homem que salvou a terra"



### 3.4 CONFLITOS COMO JANELA DE OPORTUNIDADES

Se por um lado o uso da água pode gerar conflitos, por outro também pode oferecer benefícios, como melhoria na qualidade do solo, oportunidades de comércio, turismo e recreação, entre outros. Isso significa que o uso da água pode desencadear ambos, conflitos e cooperação, e é a consciência dos potenciais benefícios e oportunidades que determina qual dinâmica prevalecerá (SADOFF; GRAY, 2002).

Para desenvolver essa consciência e identificar potenciais benefícios e oportunidades latentes em uma disputa hídrica (ou em uma ausência de cooperação) é importante entender como a situação se desenvolveu sob diferentes perspectivas. Tendo em mente que na base dos conflitos estão as pessoas, observa-se que a gestão de conflitos vai além das questões técnicas e envolve também aspectos subjetivos das emoções humanas, como: frustração, raiva, ansiedade, expectativa, confiabilidade, desconfiança, rancor, entre muitas outras.

FOTO: VASSILIKI TEREZINHA GALVÃO BOULOMYTIS



Atividades recreativas na Represa de Paraibuna, SP, Brasil.

Dessa forma, os processos de gestão de conflitos são pluralistas, multifacetados e envolvem complexas dimensões dos relacionamentos humanos que vão muito além dos aspectos superficiais do conflito. Por isso, organizar momentos para os atores de um conflito hídrico passarem um período de descontração juntos, de maneira informal (almoços, jogos, *coffee-breaks*, caminhadas etc.), geralmente cria oportunidades para se conectarem de alguma forma, o que consequentemente facilita a negociação.

Assim, soluções técnicas nem sempre são suficientes para encerrar uma disputa ou iniciar uma cooperação. Mágoas históricas, falta de confiança, erros não assumidos e problemas não endereçados são exemplos que podem minar a resolução de um conflito quando ficam de fora das negociações. Nesse contexto destaca-se um conceito central para gestão de conflitos: a percepção. Isso porque os conflitos se desenvolvem muito mais pelas percepções que as partes têm em relação ao problema ou às outras partes envolvidas, do que em relação às atitudes ou comportamentos das partes em si. Essas percepções tendem a ser subjetivas. Isso determina a principal regra da gestão de conflitos: não assumir premissas e sempre perguntar, para validar os entendimentos junto às partes envolvidas.

### 3.5 CICLO DE VIDA DOS CONFLITOS

O ciclo de vida dos conflitos, apresentado por Swanström e Weissmann (2005), evidencia como o fator tempo é importante na gestão de conflitos pelo uso da água, pois a água tende a ser o recurso escasso no centro do conflito. Quanto antes a disputa for gerenciada, maior será a chance de sucesso e cooperação entre as partes. Avaliar o fator tempo e compreender o ciclo dos conflitos é essencial para definir onde e quando aplicar diferentes estratégias de prevenção e gestão.

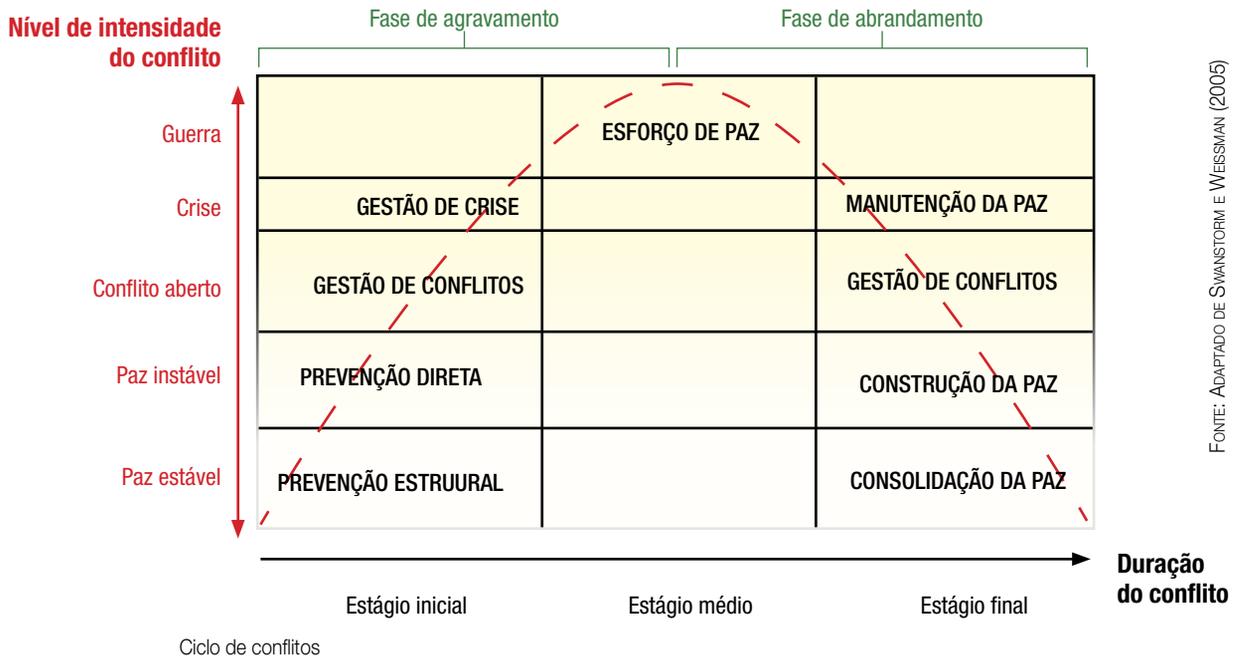
Um conflito não é uma situação estática, mas sim, dinâmica, na qual o nível de intensidade muda ao longo do tempo. Em princípio, a prevenção de conflitos é projetada

#### QUADRO 3-04

Vídeo "Como conviver com as diferenças?"



para as fases iniciais, ou seja, antes que um conflito se instale. As medidas de gestão de conflitos são aplicadas quando ele já se instalou, mas antes que episódios de violência tenham ocorrido. Já as medidas de resolução de conflitos são aplicadas na fase de apaziguamento, após a ocorrência de um conflito violento.



A curva do ciclo de conflitos mostra cinco níveis de intensidade (paz estável, paz instável, conflito aberto, crise e guerra), que correspondem a um total de nove fases cronológicas. O nível de paz estável é uma situação em que a tensão entre as partes é baixa e existem diferentes formas de conexões e cooperação entre elas, incluindo áreas temáticas não sensíveis. Em um período de paz instável, a tensão aumenta, é uma situação em que, embora o cenário seja pacífico, existem graves tensões entre as partes e a paz não está mais garantida. Conflito aberto é definido quando um conflito é instalado e as partes tomam providências para lidar com isso. Na fase de crise, o risco de ações militares é iminente e provável, podendo haver violência esporádica entre as partes. No entanto, não há violência aberta e de forma regular. Na fase de guerra, por outro lado, existe violência generalizada e intensa. Na fase de abrandamento, o padrão é revertido, passando da guerra para a crise, por meio de conflito aberto e paz instável para finalmente alcançar uma situação de paz estável.

É importante ter em mente que, na fase de paz estável, medidas de prevenção estrutural são recomendadas e visam endereçar questões como o desenvolvimento econômico, a participação política ou a autonomia de alguns grupos. O benefício principal das medidas estruturais, em um estágio inicial de prevenção de conflitos, é simplesmente que a aceitação de medidas preventivas tende a ser maior na ausência de disputas e de desconfianças, ou seja, é a fase mais fácil de atuar. Em adição, a implementação de medidas estruturais em estágios iniciais de prevenção de conflitos diminui a probabilidade do conflito se estabelecer. Quanto mais pronunciado um conflito se torna, mais as medidas estruturais perdem importância como estratégia e mais necessárias são as medidas específicas. No dito popular, é na fase da lua de mel que se deve decidir quais

são as regras para as fases de desentendimentos. São exemplos de medidas de prevenção estrutural de conflitos: o estabelecimento de instituições, o desenvolvimento da confiança, a criação de oportunidades de cooperação.

Na fase de paz instável, as medidas preventivas diretas são direcionadas a problemas com um objetivo de curto prazo em mente, ou seja, de reduzir a tensão e criar confiança entre os atores. Simultaneamente, a janela de oportunidade para iniciativas de longo prazo, como a construção de instituições, desaparece lentamente e a solução do conflito torna-se mais específica e mais cara em termos financeiros e políticos. Medidas preventivas diretas podem, por exemplo, ser dinâmicas de grupo formais ou informais, lidando com possíveis questões do conflito e utilizando técnicas de comunicação não violenta.

## QUADRO 3-05

Audio do livro  
"Comunicação  
não violenta"



Rio Hodgkinson com vista para o Monte Mulligan, QLD, Austrália.

FOTO: TOURISM AUSTRALIA.

A gestão de conflitos e a gestão de crises, por outro lado, envolvem táticas que são aplicadas quando um conflito com violência é considerado provável (gestão de conflitos violentos) ou iminente (gestão de crises), mas antes de se transformar em uma guerra (ápice). As medidas de gestão de conflitos podem ser aplicadas tão logo um conflito seja identificado pelos atores, como um esforço para reduzir a tensão e evitar mais escaladas. Medidas diretas como facilitação, mediação, negociação e intervenção de terceiros (formal e informal), podem ser utilizadas para lidar com o conflito e reverter um comportamento destrutivo, em construtivo.

As medidas de gestão de crises precisam ser empregadas em curto intervalo de tempo, antes de uma guerra irromper, cenário que ocorre quando o conflito aumenta rapidamente e o tempo para gerenciamento das medidas é limitado. Esse período é caracterizado por uma escassez de tempo e de outros recursos para enfrentar a situação, bem como por informações inadequadas. Ele envolve medidas mais drásticas, que visam conter a eclosão de conflitos militarizados com todos os meios disponíveis. Exemplos de tais medidas incluem a intervenção formal de atores externos, como mediadores ou negociadores.

As fases da construção da paz e da reconciliação da paz costumam ser dispendiosas, requerendo enormes compromissos políticos e econômicos, compromisso da comunidade, bem como dos atores envolvidos. Isso sem falar nos custos econômicos e sociais

que afetam a população em geral, mas especialmente as camadas mais vulneráveis da sociedade. Desse modo, o investimento em medidas preventivas de gestão de conflitos, bem como os esforços para apaziguar conflitos, o mais breve possível, são fortemente recomendáveis.



ILUSTRAÇÃO: SHUTTERSTOCK

Esforços para apaziguar conflitos

### 3.6 FERRAMENTAS PARA ANÁLISE DE CONFLITO

Para analisar e entender um conflito pelo uso da água é necessário um conjunto de ferramentas cujos resultados integrados geram uma visão abrangente dos conflitos latentes ou instalados. Existem diversas ferramentas que auxiliam na identificação da causa e da natureza dos conflitos e cada uma delas fornece pistas de como lidar com eles em determinados aspectos. Não existe uma ferramenta que forneça todas as informações necessárias de uma única vez. Portanto, ignorar a complementariedade dessas ferramentas pode culminar na negligência de fatores-chave de um conflito, dificultando a tomada de decisão de forma efetiva, o consenso, ou o avanço das negociações. Algumas ferramentas são descritas a seguir.

**Escuta ativa** – Escutar de forma ativa é diferente de ouvir. É o modo de entender e tentar mudar algo em função daquilo que se escuta. Ou seja, é entender porque certas coisas são ditas de um jeito e porque há outras que não são ditas. Na escuta ativa observa-se a linguagem corporal e o lugar. O tempo e o ritmo de fala do outro são respeitados. A possibilidade de escutar o outro parte do princípio que o nosso conhecimento sobre qualquer situação é incompleto, que existe parte do enredo que desconhecemos e que, portanto, devemos aprender com o outro. Essa aprendizagem pode ser difícil,

já que é necessário entender o conhecimento do outro. Também implica compreender que buscar soluções por meio da perspectiva do outro é uma das ferramentas mais promissoras que existem na resolução de conflitos (BOAVENTURA, 2015).

Para praticar o processo de resolução de conflitos, devemos abandonar completamente o objetivo de levar as pessoas a fazerem aquilo que nós queremos. **Marshall Rosenberg (1934-2015)**

QUADRO 3-06

Vídeo  
"A escuta ativa"



**Dinâmica de conflito** - Essa ferramenta contribui na identificação das causas do conflito em diferentes momentos, da manifestação ao escalonamento, e permite checar possíveis pontos de intervenção. Ela vislumbra três tipos de causas:

- Causas estruturais (básicas)** – fatores-chave de tensão que levam ou podem levar a conflitos, como a exclusão socioeconômica ou o protagonismo de instituições fracas.
- Causas circunstanciais** - desencadeiam maior escalonamento do conflito, como eleições ou alto índice de desemprego.
- Causas gatilho** - imediatamente após o escalonamento do conflito, facilitam a manifestação externa do conflito ou aumentam a sua intensificação, como a violência ou a depredação de estruturas, que podem potencializar o conflito.

**Árvore de conflito** – Essa ferramenta contribui com a identificação de sinais que vão além dos sinais visíveis do conflito, possibilitando identificar suas causas primárias (raiz do problema), suas manifestações (tronco) e suas consequências diretas (galhos) e indiretas (frutos). Consequentemente, ela permite decidir se é mais eficiente agir nas causas do conflito ou nas suas consequências. É útil também para separar as pessoas dos problemas e ajudar os envolvidos a relacionar causas e efeitos. É possível definir estratégias de ação direcionadas para as causas e para os efeitos, por meio de soluções e não de culpados. O fator limitante dessa ferramenta é que ela não permite visualizar diferentes perspectivas sobre a mesma disputa.

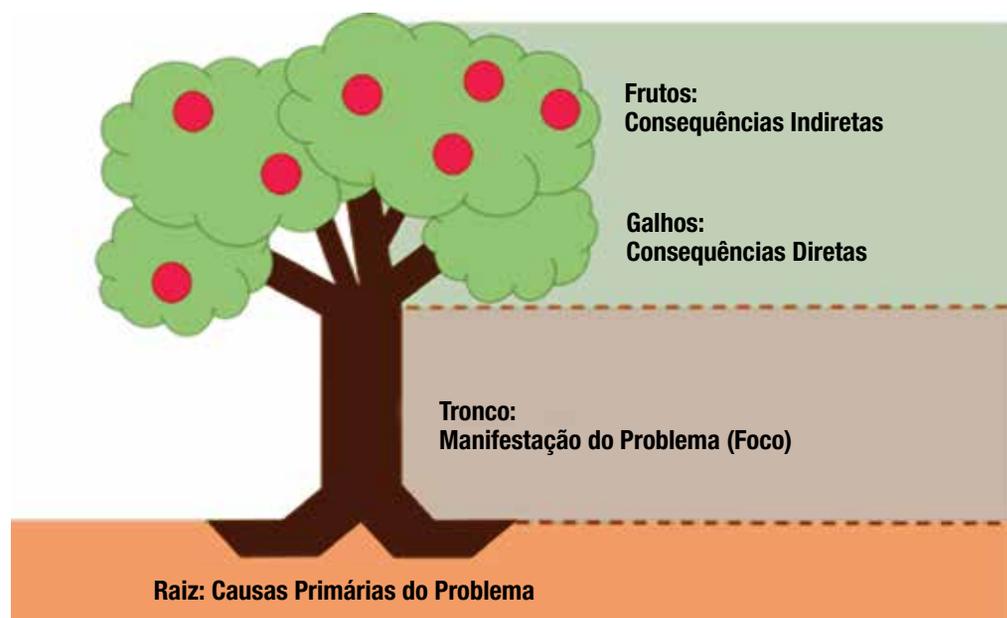
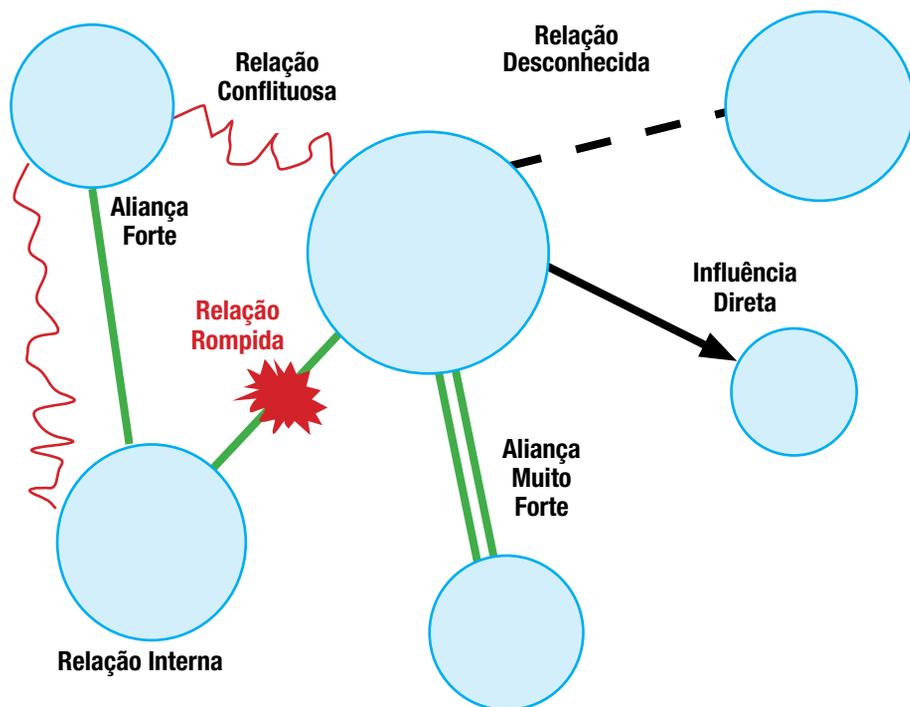


ILUSTRAÇÃO: IARA BUENO GIACOMINI

Árvore de problemas

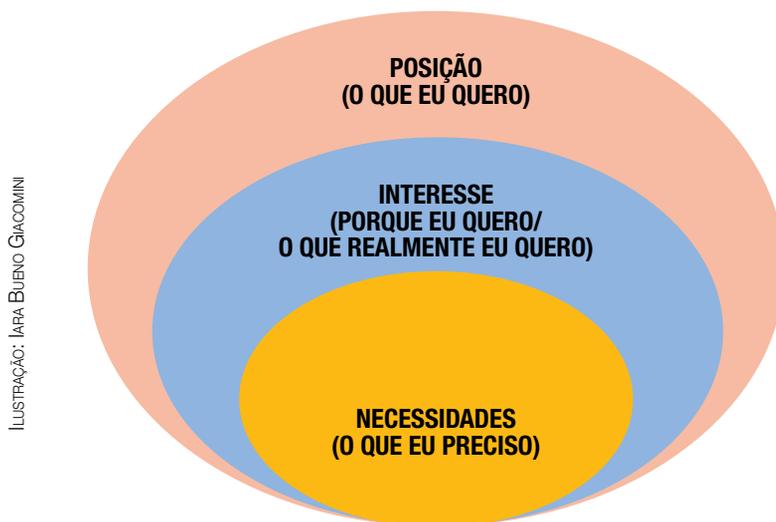
**Linha do tempo** – Essa ferramenta que oferece a representação dos eventos distribuídos ao longo do tempo, lista as datas e os eventos em ordem cronológica, evidencia as diferentes perspectivas das partes envolvidas e considera o contexto histórico dos acontecimentos. É útil para esclarecer e compreender a percepção de cada parte envolvida ao longo dos eventos. Também auxilia a identificar quais eventos são mais relevantes para cada parte e permite desenvolver percepções comuns, destacando as percepções divergentes. No entanto, não apresenta os nexos causais e nem a relação entre os atores envolvidos.

**Mapa de conflito** – Essa ferramenta auxilia na identificação dos tipos de relação existentes entre os atores envolvidos no conflito, ou seja, se são aliados, se um tem influência sobre o outro, se as relações estão rompidas e assim por diante. Dessa forma, norteia as melhores estratégias de comunicação e ação para avançar rumo às soluções.



Mapa de conflitos

**Técnica da cebola** – Permite aprofundar o entendimento em relação às demandas do conflito a partir da analogia de uma cebola e suas camadas. As camadas superficiais da cebola representam o que as partes envolvidas dizem que querem. Conforme são aprofundadas as análises e os diálogos, identificam-se os interesses por trás das posições, ou seja, os motivos pelos quais se almeja algo. Os interesses seriam as camadas intermediárias da cebola, que só podem ser encontradas quando as camadas superficiais são removidas. Aprofundando-se ainda mais nas análises e nos diálogos, encontram-se as necessidades reais que estão por trás do interesse, ou seja, o porquê daquilo ser, de fato, importante. Frequentemente as necessidades estão relacionadas com os valores pessoais ou institucionais das partes envolvidas. Essa ferramenta não vislumbra a questão temporal ou a relação entre os envolvidos, mas permite identificar se existe algum ponto de convergência entre os atores.



Técnica da cebola

**Toda violência é a manifestação trágica de uma necessidade não atendida.**  
**Marshall Rosenberg (1934-2015)**

**Entrevistas** – Permite dialogar com as partes envolvidas ou com os especialistas nas causas do conflito. Consequentemente, pode-se esclarecer dúvidas e narrativas que tenham ocorrido ao longo da utilização das ferramentas anteriormente mencionadas. Para a aplicação de entrevistas é importante estar atento ao princípio de confidencialidade, haja vista que algumas questões sensíveis podem ser mencionadas.

**Siga a água** – Ferramenta que faz analogia ao fluxo da água, na forma como ele ocorre, identificando quem tem e quem não tem acesso à mesma, bem como quem determinou e como determinou essa distribuição. Auxilia na identificação dos atores envolvidos na disputa, dos níveis de influência que esses atores exercem e do nível de interesse que possuem em administrar o conflito (ZWARTEVEEN, 2017).

### 3.7 GESTÃO DE CONFLITOS NA PRÁTICA

Conflitos pelo uso da água são contextos específicos, ou seja, são lapidados e influenciados por circunstâncias regionais e temporais de forma que não existe uma receita única para lidar com eles. Cada conflito tem sua especificidade e peculiaridade. Cabe aos gestores combinarem a experiência e o conhecimento dos atores envolvidos com experiências bem sucedidas de gestão de outros conflitos, com ferramentas de resolução de conflitos e comunicação não violenta a fim de moldar uma estratégia viável para a situação que se apresenta.

Uma das abordagens disponíveis para gerir conflitos hídricos é chamada de “3 passos da diplomacia hídrica” (SHUBBER; CAUWENBERGH, 2017), e pode ser utilizada tanto para a gestão de conflitos pelo uso da água quanto para a cooperação. Essa abordagem foi desenvolvida com base em práticas reconhecidas e amplamente utilizadas de análise de conflito, diplomacia da água e planejamento de recursos hídricos. A sua aplicação é recomendada devido à versatilidade de adaptação aos diferentes contextos e situações, respeitando, portanto, a pluralidade inerente dos conflitos hídricos. Os três passos são descritos a seguir.

#### QUADRO 3-07

Notícia “Crescem conflitos devido ao uso da água no Brasil”



### Passo 1: Antes de resolver o problema, é preciso entender o problema

É fundamental identificar todos os atores envolvidos e analisar a situação a partir de diferentes perspectivas, sob a ótica do próprio recurso hídrico, dos atores e das instituições envolvidas, da legislação, da história, da hidrologia, da fisiografia, da cultura, da política, dos aspectos sociais, ecológicos e biofísicos, das diferentes áreas do conhecimento e assim por diante.

Esse primeiro passo fornece uma visão geral dos diferentes elementos relativos à situação. Ele, conseqüentemente, influencia a percepção e as emoções de todos os envolvidos, além de permitir a identificação dos tópicos convergentes e das zonas de possíveis acordos e intervenções, as quais podem ser propostas e implementadas. Negligenciar alguns atores pode ser uma tentativa para economizar o tempo investido na descrição e na análise da situação, mas compromete seriamente o desenvolvimento dos próximos passos, o que vem a demandar ainda mais tempo. Mais adiante serão apresentadas ferramentas para o desenvolvimento desse estágio.

Para iniciar essa etapa, é fundamental conversar com os envolvidos, buscar reportagens na mídia e ler artigos científicos que tratem sobre a região do conflito.

#### QUADRO 3-08

Vídeo "Agressivo, passivo ou assertivo?"



### Passo 2: Negociação e tomada de decisão

Com base na análise da situação são determinadas as estratégias de negociação adequadas e os possíveis processos de intervenção para enfrentar a situação. É nesse estágio que as cartas são postas na mesa e que todos os envolvidos negociam as soluções. Também é importante que as posições e interesses estejam claros. A clareza na comunicação é imprescindível nesse momento.

### Passo 3: Implementação

Após a tomada de decisão, é fundamental que as partes envolvidas reflitam sobre a realidade do local e sobre o momento ideal para que a tomada de decisão seja implementada. Ou seja, é necessário identificar os desafios e as oportunidades de se colocar em prática as decisões tomadas anteriormente. Esse exercício ajuda a moldar o resultado final do processo, pois considera de forma antecipada as potenciais sinergias e limitações dos aspectos práticos e das soluções propostas. Ao focar nos desafios e oportunidades de se colocar em prática as decisões negociadas, as partes envolvidas também antecipam e previnem possíveis conflitos futuros (medidas de prevenção estrutural). Esse passo também pode influenciar nas negociações em andamento, pois soluções previamente concebidas podem precisar de adaptações para lidar com questões que surgem apenas na execução das ações.

O foco explícito na tomada de decisão e implementação dessa abordagem pode facilitar o alinhamento de diferentes políticas para prevenir ou evitar conflitos ou, ainda, estabelecer cooperações. Nesse contexto, uma atenção especial deve ser dada ao alinhamento dos objetivos intersetoriais, pois eles geralmente apresentam interesses divergentes, os quais se caracterizam como possíveis fontes de conflito.

Por fim, essa abordagem deve ser vista como um processo interativo, haja vista que raramente os três passos ocorrem perfeitamente um após o outro. Por exemplo: pode haver sobreposição se novos elementos do conflito forem descobertos, o que deman-

dará revisão na análise da situação (Passo 1) e consequente ajuste nas negociações e nas tomadas de decisão (Passo 2). Ou então, novos desafios podem surgir durante o processo de implementação das decisões (Passo 3), o que por sua vez, demandarão novas discussões e acordos por meio da retomada do processo de negociação e de tomada de decisão. Portanto, deve-se agir de forma flexível para a condução dos trabalhos da gestão de conflitos.



FOTO: TOURISM AUSTRALIA.

Rio Coomera, Gold Coast, QLD, Austrália.

### 3.8 SOLUÇÃO DE CONFLITOS PELO USO DA ÁGUA NO BRASIL

No Brasil, a Lei nº. 9.433/1997, instituiu a Política Nacional de Recursos Hídricos e criou o Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos. Nessa lei estão previstos três dispositivos para arbitrar os conflitos:

- **Art. 32.** Fica criado o Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos, tendo como um dos objetivos arbitrar administrativamente os conflitos relacionados com os recursos hídricos;
- **Art. 35.** Compete também ao Conselho Nacional de Recursos Hídricos arbitrar, em última instância administrativa, os conflitos existentes entre Conselhos Estaduais de Recursos Hídricos;
- **Art. 38.** Aos Comitês de Bacia Hidrográfica, no âmbito de sua área de atuação, compete também arbitrar, em primeira instância administrativa, os conflitos relacionados aos recursos hídricos.

#### QUADRO 3-09

Livro "Solução de conflitos pelo uso da água"



De acordo com publicação da Agência Nacional de Águas e Saneamento Básico (ANA), arbitrar conflitos hídricos significa construir pactos com a participação do governo, dos usuários de água e da sociedade civil. Esses pactos devem:

- Definir prioridades de uso e grau de atendimento das demandas hídricas;
- Limitar a demanda, ampliar a oferta hídrica e gerir o risco;
- Escolher e promover ações que maximizem o bem-estar da coletividade;
- Garantir a manutenção e a preservação dos ecossistemas.

Em 1991, a Política de Recursos Hídricos do Estado de São Paulo instituiu os primeiros Comitês de Bacias Hidrográficas (CBHs) no Brasil, e em 1997, a Política Nacional de Recursos Hídricos instituiu os CBHs nacionalmente, determinando que nestes fóruns sejam tratados, administrativamente e em primeira instância, os conflitos pelo uso da água em sua área de atuação.



FOTO: ANDERSON SOUZA

Transposição do Rio São Francisco – Reservatório Negreiros, Salgueiro, PE, Brasil: (a) em construção e (b) depois de construído.

### QUADRO 3-10

#### A Experiência de Alocação de Água no Ceará



Apesar da previsão legal, a necessidade de rapidez e efetividade na busca de soluções em torno de diversos conflitos pelo uso da água exigiu a criação de outros agrupamentos, permanentes ou provisórios, para auxiliar na resolução dos conflitos. Por exemplo, o Estado do Espírito Santo, que possui 13 comitês de bacias hidrográficas e criou o Comitê Hídrico Governamental para enfrentar a crise hídrica que assolou o Estado no biênio 2015–2016. Esse comitê era composto pelos representantes de diversas entidades:

- Companhia Espírito-Santense de Saneamento
- Secretaria de Estado da Agricultura, Abastecimento, Aquicultura e Pesca
- Secretaria de Estado de Saneamento, Habitação e Desenvolvimento Urbano
- Instituto Estadual de Meio Ambiente e Recursos Hídricos
- Instituto de Defesa Agropecuária e Florestal
- Instituto Capixaba de Pesquisa
- Assistência Técnica e Extensão Rural

- Agência Estadual de Recursos Hídricos
- Prefeituras dos municípios de Colatina, Santa Maria de Jetibá, Cachoeiro de Itapemirim e Domingos Martins.

Outro exemplo é o caso da bacia do Rio Paraíba do Sul, cuja grave escassez hídrica demandou a formação de um grupo formado pela ANA, o Departamento de Águas e Energia Elétrica do Estado de São Paulo, o Instituto Mineiro de Gestão das Águas e o Instituto Estadual do Ambiente do Rio de Janeiro. Essas entidades se reuniram e coletivamente editaram a Resolução ANA 1.382/2015, que determina as condições de operação no sistema hidráulico (reservatórios) e da transposição do sistema Guandu na bacia. Esse acordo para a gestão compartilhada da bacia do Paraíba do Sul foi homologado pelo Supremo Tribunal Federal.

### 3.9 DICAS VALIOSAS PARA A GESTÃO DE CONFLITOS PELO USO DA ÁGUA

Como foi dito anteriormente, não existe uma receita pronta de técnicas que atenda de forma satisfatória e adequada as peculiaridades de todos os conflitos pelo uso da água. Por essa razão, foi apresentada uma visão geral sobre a gestão de conflitos, no contexto geral e hídrico. Foram indicadas ferramentas e abordagens para a gestão de conflitos com o intuito de que o leitor, ao participar de uma disputa hídrica, possa avaliar quais são mais adequadas para serem aplicadas no momento a partir de sua experiência e conhecimento.

Para sintetizar, são apresentadas 13 recomendações básicas para a gestão de conflitos pelo uso da água. Apesar de parecerem simples, determinam impacto positivo significativo quando são utilizadas.

1. **Ambiente:** o recebimento de uma reunião para lidar com o conflito hídrico de forma presencial requer a preparação de um ambiente acolhedor e agradável para receber os atores. As características do local são importantes porque os atores precisam sentir-se confortáveis e seguros para abordar questões sensíveis. A recomendação é manter as cadeiras em forma de U ou em círculo, pois facilitam a comunicação e diminuem os constrangimentos das diferentes escalas de poder das partes envolvidas.
2. **Transparência:** manter quadro branco, lousa ou *flipchart* para registrar os encaminhamentos em tempo real e deixá-los visíveis durante todo o tempo. Isso confere transparência e participação ao processo. Também auxilia o grupo quando questões já definidas voltam à pauta.
3. **Regras de conduta:** no início do primeiro encontro é fundamental convidar os atores presentes a definirem regras de conduta das reuniões e discussões. Essa prática é muito valiosa para gerir momentos de falas acaloradas ou de desentendimentos. Exemplos de regras de conduta são: tempo de fala, todas as opiniões

QUADRO 3-11

E-book  
"Construindo  
pactos pelo uso  
da água"



QUADRO 3-12

Vídeo "Exemplos  
de alocação  
de água para  
gestão de  
conflitos"



são bem-vindas, confidencialidade, desrespeito não será tolerado, pontualidade, intervalos, guardiões do tempo, dentre outros. As regras de conduta devem ser escritas em letras grandes e devem ficar visíveis para todos, durante todo o tempo. Essa conduta ajuda a manter o bom desenvolvimento das discussões.

4. **Nunca assuma premissas, pergunte:** premissas assumidas unilateralmente são equivocadas na maioria das vezes e, frequentemente, geram atritos, atrasam ou paralisam as negociações. Valide seus entendimentos junto às partes envolvidas perguntando clara e objetivamente se o seu entendimento sobre determinada questão está correto. Essa prática, além de trazer clareza ao processo, ajuda no desenvolvimento da confiança entre as partes e, conseqüentemente, cria um ambiente mais propenso à cooperação. Uma maneira simples de validar seu entendimento é confirmar isso com a outra parte: "Eu entendi que ... Esse entendimento está correto?"
5. **Conceitos importam:** é crucial verificar se os atores envolvidos têm o mesmo entendimento sobre os conceitos das palavras-chave envolvidas na disputa hídrica ao iniciar qualquer discussão. Isso evita conflitos desnecessários e permite ganhar tempo nas negociações. Se os conceitos forem distintos, é fundamental investir tempo para encontrar o consenso e só a partir dele avançar nas discussões.
6. **O ótimo é inimigo do bom:** quando os recursos (tempo/dinheiro) forem escassos é relevante perguntar: qual é a quantidade mínima de dados necessários para uma decisão razoavelmente boa? A gestão da água é um tema bastante complexo. Trabalhar com poucos dados e conseguir algum avanço é melhor do que trabalhar com muitos dados e não produzir os avanços esperados.
7. **A solução sempre vem de dentro:** é extremamente relevante engajar atores e considerar os conhecimentos dos que vivem no local ao longo das tratativas dos conflitos. As tomadas de decisão mais efetivas e estáveis ao longo do tempo são aquelas que envolvem as pessoas que vivem o conflito e suas conseqüências no dia a dia.
8. **Conhecer uns aos outros:** a promoção de situações nas quais os representantes das partes envolvidas possam se conhecer e conversar de forma descontraída e informal, como *coffee-breaks*, almoços e intervalos de reuniões, permite o desenvolvimento de relações pessoais que geralmente facilitam as negociações formais.
9. **Escutar os outros:** é preciso ser um bom ouvinte para ser um bom mediador/facilitador de conflitos. É válido investir em capacitação de escuta ativa ou profunda, comunicação não violenta, mediação e facilitação para desenvolver e aprimorar as habilidades de ouvir.
10. **Conhecer os seus gatilhos:** é comum ao longo das tratativas dos conflitos pelo uso da água que algumas falas ou comportamentos tragam à tona emoções fortes, experimentadas pelos envolvidos, de forma emocional e descontrolada. Ao participar do gerenciamento de um conflito, é recomendável que tanto os atores envolvidos quanto os mediadores identifiquem questões sensíveis que possam ativar os seus gatilhos emocionais (ataques de raiva ou de choro, ou impaciência, por exemplo), para minimizar mal-entendidos, falhas de comunicação e atrasos no andamento das discussões.

QUADRO 3-13

Vídeo "Como aprender a escutar o outro?"



Nós nunca ficamos com raiva por causa do que os outros dizem ou fazem. É o nosso pensamento que nos deixa com raiva. **Marshall Rosenberg (1934-2015)**

11. É na lua de mel que se definem as regras do divórcio: a precaução sugere não esperar um conflito se configurar para então definir as regras de conduta que serão adotadas. O mais prudente e vantajoso, em qualquer situação que envolva duas partes ou mais, é prever, logo de início, os mecanismos e ferramentas que serão utilizados em caso de disputa.
  12. Judicializar é difícil, caro e lento: é mais fácil, barato e rápido negociar e gerenciar conflitos hídricos nos comitês e fóruns locais do que apostar em ações na justiça. A judicialização de conflitos, além de demandar grande aporte financeiro para as despesas administrativas e contratação de advogados, retira as partes envolvidas da tomada de decisão e pode implicar em atraso até a sentença final. Se não houver êxito na busca pelo consenso, é recomendável a contratação de mediadores especializados em conflitos pelo uso da água para ajudar no desenvolvimento e no encaminhamento das discussões
- O significado da água: lembrar que quando um rio atravessa fronteiras ou limites, transporta mais que volumes de água. Ele transporta valores, tradições, cultura, religiosidade e práticas ancestrais. Reconhecer, validar e respeitar esses aspectos durante a gestão de conflitos hídricos faz jus a premissa dos usos múltiplos da água, garante a participação social e, geralmente, aumenta a vida útil das soluções encontradas



FOTO: TOURISM AUSTRALIA

Rio Babinda, QLD, Australia

IV Webinário IFSP  
Gestão de águas superficiais e subterrâneas, interestaduais e transfronteiriças. Gestão de conflitos quanto ao uso da água

INSTITUTO FEDERAL DE SÃO CARLOS

Programação

15/10

18h30 - Abertura  
Prof. Dr. Leonardo Pereira (IFSP Cataguás/RS)

18h35 - Palestra 1: Gestão de águas e gestão de conflitos  
Má. Tereza Guaraná - (IFRR/MS)

19h00 - Palestra 2: Gestão de conflitos em recursos hídricos no zona costeira  
Prof. Dra. Debora Freitas (Instituto de Biociências UFRJ/Páris)

19h30 - Palestra 3: Recursos hídricos em área de fronteira: gestão, usos e conflitos no MS  
Prof. Dr. Maria Helena de Silva Andrade (UFPA/UFPA)

20h00 - Palestra 4: Crises hídricas e as grandes cidades  
Prof. Dr. Sérgio Carlos Zullo (Departamento de Recursos Hídricos - Faculdade de Engenharia Civil/UNICAMP)

Assistam ao IV Webinário IFSP "Gestão de águas superficiais e subterrâneas, interestaduais e transfronteiriças"

QUADRO 3-14



**ESTUDO DE CASO**

## **GESTÃO DE CONFLITOS HÍDRICOS NA BACIA DE MURRAY-DARLING, AUSTRÁLIA**

Nick R. Bond

### **O aumento da demanda da água**

A Bacia de Murray-Darling é a maior e mais importante região agrícola da Austrália, cobrindo mais de 1 milhão de quilômetros quadrados (km<sup>2</sup>) com áreas irrigadas produzindo o equivalente a AU\$ 8 bilhões por ano. Aproximadamente 2 milhões de pessoas vivem ali, sendo 8 % da população local composta por povos nativos da Austrália.

A Bacia de Murray-Darling é composta por diversos sistemas e ecossistemas aquáticos: rios, áreas alagadas e várzeas, incluindo 16 áreas de importância internacional, reconhecidas como Pântanos de Ramsar (BOND et al. 2021). Embora seja muito variada, do ponto de vista geográfico, a bacia apresenta pluviosidade relativamente baixa (média anual de 457 mm), sendo que o volume total de chuva varia consideravelmente de um ano para o outro com ciclos de seca muito frequentes.



Foto: Nick R. Bond

Áreas pantanosas na Bacia de Murray-Darling em VIC e NSW, Austrália

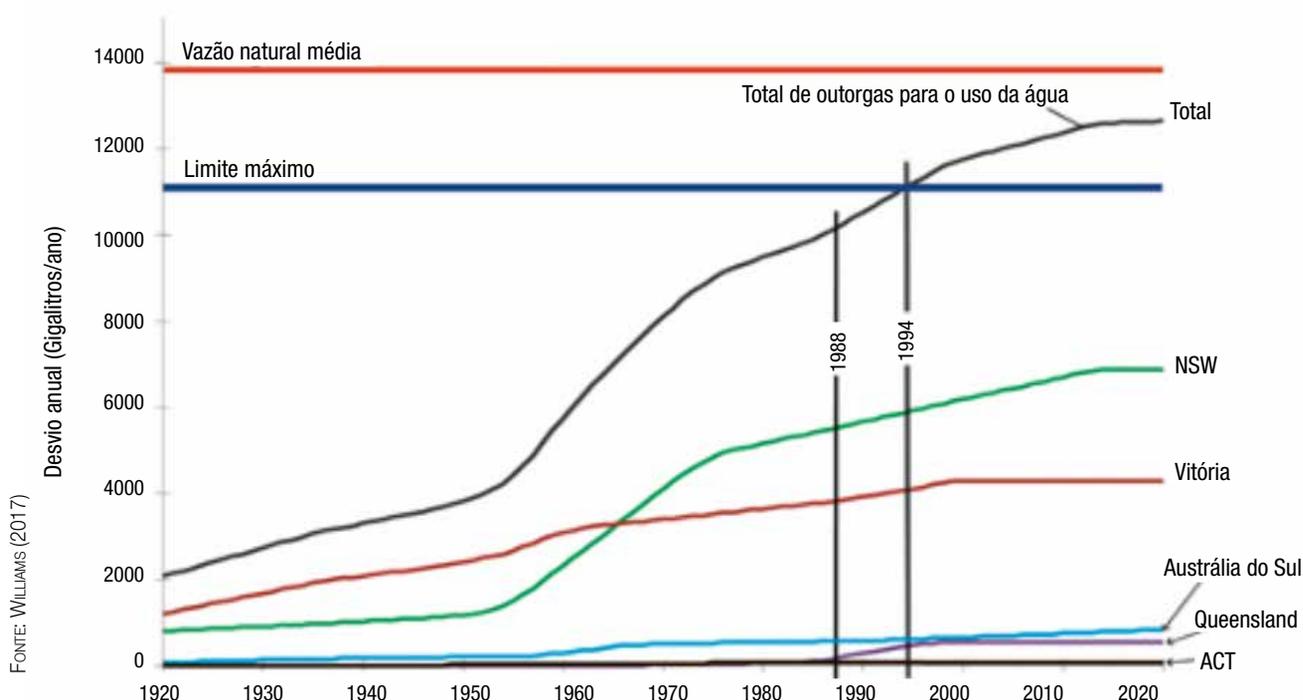
A irrigação desempenhou papel importante para viabilizar a produção agrícola na região desde o final do século 19, mas devido à grande variação da precipitação, a segurança hídrica do setor agrícola tornou-se um grande desafio. Ocorreu então, entre 1950 e 1960, a construção de grandes reservatórios de água, que por sua vez fomentou significativamente a expansão de áreas irrigadas. O resultado dessa dinâmica é o aumento dramático do uso da água para fins de irrigação no período seco.

QUADRO 3-15

Mapa da bacia de Murray-Darling



A figura a seguir apresenta o crescimento da demanda hídrica na Bacia de Murray-Darling no período de 1920-2020, o uso total de água e também os limites desse uso (teto) estabelecido em 1994 como o primeiro passo para reduzir o declínio da saúde dos rios (WILLIAMS, 2017).

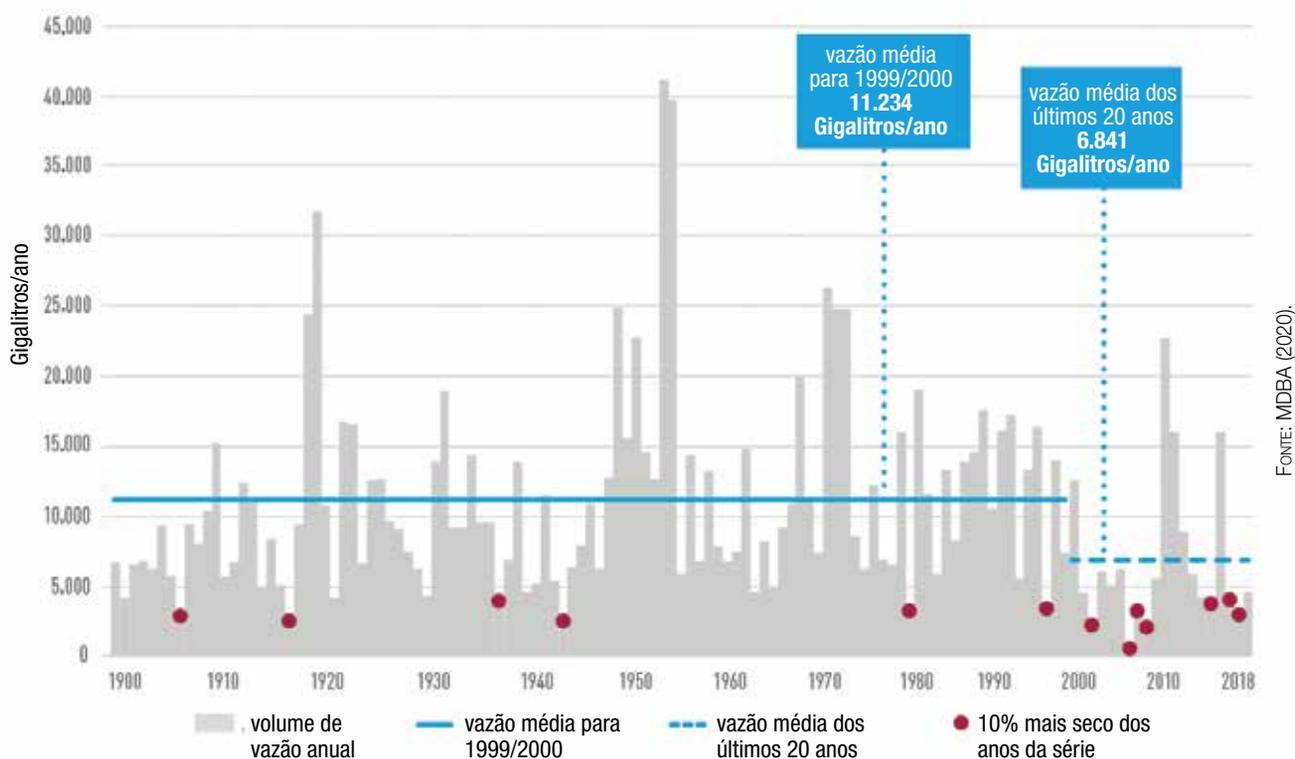


Crescimento uso da água na Bacia de Murray-Darling no período de 1920-2020

Os tipos de uso da água variam entre as partes norte e sul da bacia. A maior parte das grandes represas para armazenamento de água estão no sul, que mantém a água nas cabeceiras dos rios, liberando os fluxos de forma controlada para o atendimento das demandas de irrigação da horticultura, cultura de vegetais e produção de laticínios. Em contraste, na região norte da bacia, a maior parte da água utilizada na agricultura é bombeada diretamente dos rios ou capturada em sistemas de armazenamento nas planícies de inundação, sobretudo durante as enchentes, para serem utilizadas principalmente no cultivo de algodão. Nas duas regiões, o aumento da estocagem de água e os padrões de uso alteraram significativamente o volume e o fluxo dos rios. Isso causou uma série de impactos negativos ao ecossistema de rios e várzeas, que dependem de enchentes sazonais para a manutenção de seus processos (BOND et al. 2021) e os conflitos pelo uso e qualidade da água apareceram.

### A necessidade de reforma hídrica

Na década de 90, surge a consciência crescente de que a saúde dos rios na bacia de Murray-Darling estava declinando em função dos níveis de extração de água praticados. Em 1991, registrou-se uma das maiores proliferações de cianofíceas (algas azuis) observadas na região, cobrindo uma extensão superior a 1.000 km do Rio Darling (DONNELLY et al. 1997). A constatação de que os volumes captados haviam se tornado insustentáveis inaugurou, assim, o período da “Reforma Hídrica”, que continua até hoje. Como primeiro passo, um limite máximo (teto) foi estabelecido em 1994, com o objetivo de limitar o uso futuro da água (HART et al. 2021). Pouco tempo depois, as “Secas do Milênio” (1997-2009) reduziram drasticamente o volume de água dos rios da bacia. Os volumes se mantiveram baixos nos anos posteriores, mesmo naqueles de alta pluviosidade, como foi o caso de 2010. Desde o ano 2000, a média da vazão dos rios da bacia estão quase 50 % abaixo da média histórica de longo prazo. A média de vazão da bacia Murray-Darling de 2000 até 2020 foi de 6.841 Gigalitros/ano comparado com 11.234 Gigalitros/ano de 1900 até 2000 (MDBA, 2020). Adicionalmente, espera-se uma redução contínua da vazão em função dos impactos das mudanças climáticas.



Crescimento da demanda hídrica na Bacia de Murray-Darling no período de 1920-2020

Em 2007, como resposta ao declínio constante da saúde dos rios da bacia de Murray-Darling, o Parlamento Australiano aprovou, com apoio dos governos dos estados localizados na bacia de Murray-Darling, o Ato da Água de 2007 (*Water Act 2007*), cujo objetivo era melhorar os resultados da gestão de água na região.

Os elementos-chave desse ato incluíam a elaboração do Plano da Bacia, a determinação formal do volume permitido de captação para uso na irrigação e o estabelecimento de duas novas agências do governo: 1) Agência ....Authority), que ajuda a coordenar...da bacia; 2) Suporte Ambiental... CEWH), que atua como gestor das outorgas de uso da água com a missão de maximizar os resultados ambientais oriundos do manejo hídrico na bacia (HART et al. 2021). Ao mesmo tempo, um pacote financeiro de AU\$ 10 bilhões foi anunciado para ajudar a restaurar a segurança hídrica na região por meio da recuperação da qualidade e quantidade da água da bacia em áreas superexploradas, nas quais os níveis de uso ultrapassavam o limite sustentável.

Em meados de 1980, o setor agrícola precisava de um mecanismo para transferir os direitos da água de um usuário para outro, e junto com alguns formuladores de políticas, defenderam a separação dos direitos de uso da água dos direitos de uso da terra. Criou-se então o mercado de água, o qual permite que outorgas de direito de uso da água fossem negociadas, por meio de contratos de compra e venda, entre usuários da água, de acordo com seus interesses. Isso ajudou a sociedade aceitar a separação dos direitos de uso da água e da terra (AUSTRALIA, 2021).

### Conflitos atuais na bacia

Mesmo com tantos esforços e regulações, concordar e restaurar os níveis adequados para o equilíbrio entre o uso da água para irrigação e as necessidades do meio ambiente têm sido motivo de muita polêmica e discussões, altamente politizadas, na região da bacia de Murray-Darling.

O Plano de Bacia tornou-se efetivo em 2012 e, entre outros elementos, estabeleceu metas claras para a recuperação da vazão ecológica, restringindo a captação de água de importantes rios da bacia para uso na irrigação. Como os irrigadores precisavam de um mecanismo para transferir os direitos da água de um usuário para outro, surgiu a demanda de separação dos direitos de uso da água dos direitos da terra.

Nesse sentido, visando poupar as águas superficiais da bacia, o governo incentivou a renovação das outorgas de direito (ou seja, a recompra) de uso da água para poços e para outras formas de captação ligadas à agricultura. Apesar dos embasamentos técnicos, essa política foi muito polêmica, devido aos possíveis impactos sociais e econômicos que a restrição de uso da água poderia causar para agricultura.

Como resultado, a política governamental tem evitado comprar outorgas de uso da água, passando a investir em medidas de aumento de eficiência hídrica, como a redução de perdas físicas de água sem diminuir o volume total utilizado na irrigação. Até 2021, aproximadamente AU\$ 6 bilhões foram gastos na recuperação de 70 % do volume de água necessário para a manutenção da sustentabilidade hídrica, a qual foi prevista no Plano de Bacia de Murray-Darling (GRAFTON; WHEELER, 2018).



Foto: Nick R. Bond

Florestas de Eucalyptus ao longo do Rio Murray, Victoria, Austrália.

Até o momento as metas do Plano de Bacia de Murray-Darling para recuperação da disponibilidade hídrica não foram plenamente atingidas. Primeiramente, porque muitas das metas para melhoria dos ecossistemas precisam de tempo para se tornarem evidentes. Um exemplo disso é o prazo para o repovoamento das populações ripárias. E também porque as condições de extrema seca, que persistem desde 1997 na região, anularam parte dos esforços realizados.

Nesse sentido, desde 2014 têm sido realizados investimentos significativos no monitoramento das alterações dos padrões da hidrologia para acompanhar a disponibilidade hídrica e dos ecossistemas ripários para verificar a evolução da sua saúde (HALE et al. 2020). Além disso, tem-se focado no uso adaptativo de princípios de manejo para melhorar os resultados ambientais obtidos ao longo do tempo, os quais demonstram como os ecossistemas respondem às mudanças hidrológicas dos rios e várzeas (HALE et al. 2020). Um resultado relevante é que as reduções catastróficas da saúde das matas de várzea, verificadas durante o período das “Secas do Milênio”, nunca mais ocorreram. E ainda existem fortes evidências de aumento de segurança hídrica, particularmente em algumas regiões de várzea da bacia de Murray-Darling.

A recuperação da disponibilidade hídrica é apenas um dos fatores que afetam as comunidades da bacia. Os mercados de água aumentaram efetivamente a produção econômica geral na região, apesar da vazão decrescente nos rios nos últimos 20 anos. No entanto, isso aconteceu com o prejuízo de algumas indústrias em relação a outras, como por exemplo, a irrigação de pastagem para gado leiteiro ao invés das plantações de amêndoas. Tais resultados foram consequência do lucro relativo de diferentes commodities como resultado do aumento do preço da água.

Outras questões referentes à gestão dos recursos hídricos na bacia de Murray-Darling estão relacionadas a outras indústrias (como as do ecoturismo e da pesca, por exemplo). Agora elas reconhecem que a conservação das águas e dos ecossistemas dos rios pode trazer benefícios econômicos significativos (AUD 8 bilhões/ano). Também há um entendimento crescente da relação entre a saúde humana e ambiental que, embora seja ainda muito incipiente, segue um conceito de “Saúde Holística”. Não menos relevante, existe o reconhecimento do grande valor cultural da água para as populações nativas da região e da ausência de voz dessas populações, no passado, em relação à gestão de recursos hídricos na bacia. Algo que só agora começa a ser corrigido e que se configura como uma temática relevante para desenvolvimento de futuras políticas no âmbito da reforma hídrica.

Finalmente, cabe mencionar que a flutuação nos preços das commodities e a mecanização da agricultura também são fatores indutores de conflitos na bacia, pois, apesar de impactarem a sociedade de maneira geral, esses fatores normalmente são ignorados nos debates públicos no âmbito do Plano da Bacia de Murray-Darling.

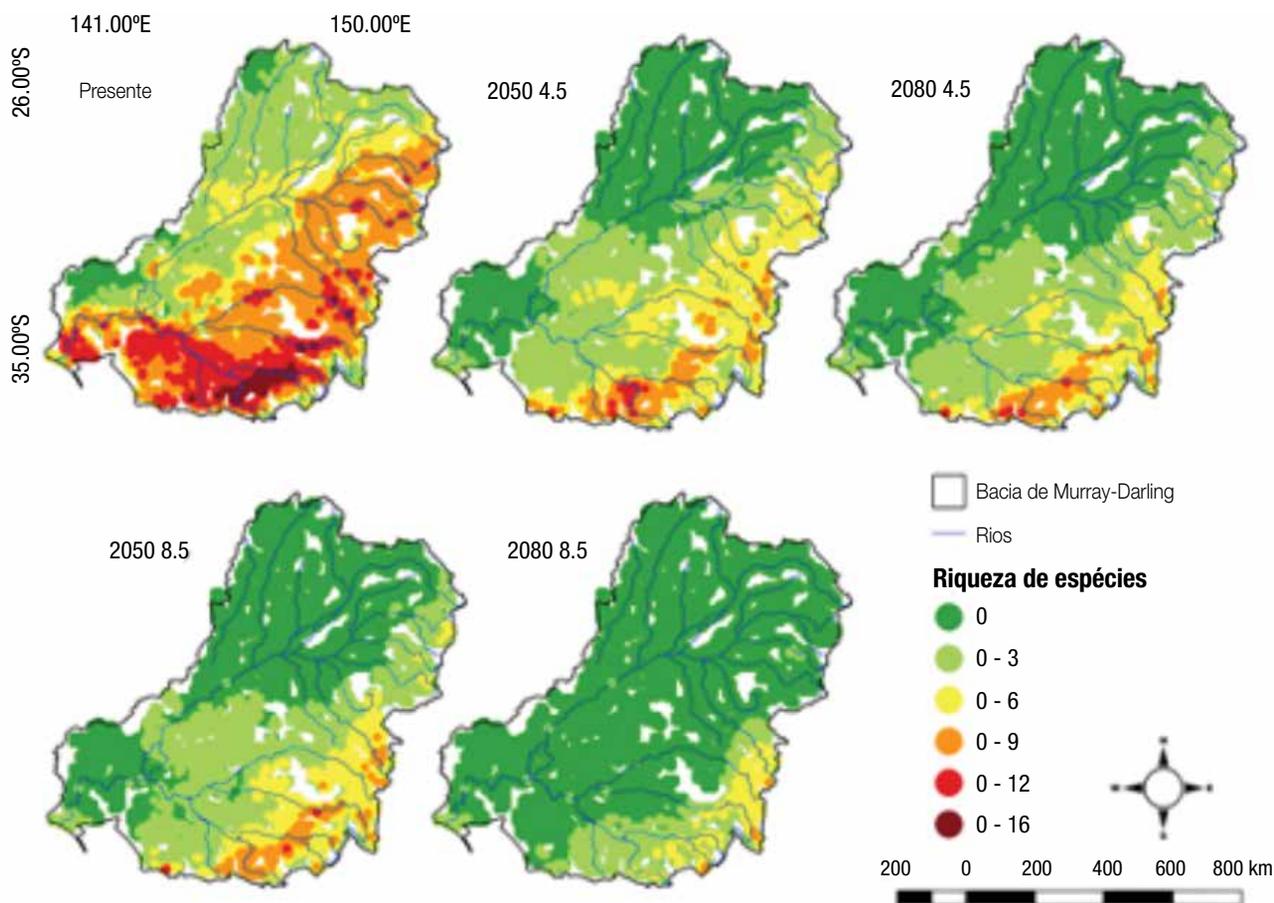


FOTO: TOURISM AUSTRALIA

Peixe Barramundi do Extremo Norte de Queensland, Austrália.

## Impactos futuros das mudanças climáticas

A baixa vazão dos rios da bacia de Murray-Darling desde o início dos anos 2000 exemplificam os desafios futuros trazidos pelas consequências das mudanças climáticas. Modelos preditivos atuais apontam para a redução significativa da disponibilidade hídrica na bacia (CSIRO, 2008). A tendência é de que seja cada vez mais difícil, e em alguns pontos da bacia praticamente impossível, sustentar valores econômicos, sociais, culturais e ambientais praticados no passado, haja vista que alguns modelos preveem perdas significativas de espécies de peixe de água doce devido às reduções na vazão dos rios e ao aumento da temperatura das águas (OLIVEIRA et al. 2020).



FONTE: OLIVEIRA ET AL. (2020)

Mudanças previstas na riqueza de espécies de peixes de água doce na bacia Murray-Darling entre 2050 e 2080, com cenário intermediário (RCP4.5) e de alta emissão (RCP8.5)

QUADRO 3-16

Vídeo "Investigation of the causes of mass fish kills"



Além da possibilidade de perda da biodiversidade na ictiofauna, outros modelos indicam que algumas culturas agrícolas também passarão por declínio significativo devido à baixa disponibilidade de água e ao custo crescente da água (ABARES, 2018). A morte trágica de peixes no baixo Rio Darling em 2018 e 2019 (VERTESSY et al. 2019), mostrada no noticiário internacional, é um exemplo que bem ilustra como algumas previsões catastróficas tendem a se confirmar na medida que as condições climáticas se tornam mais severas.

### Sumário e lições

Em resumo, as políticas hídricas e a tomada de decisão em regiões com estresse hídrico, como a bacia de Murray-Darling, são complexas e desafiadoras. O processo é polêmico e muito contestado na esfera setorial, pública e política, e geralmente favorecendo um setor em detrimento de outro. Todavia, em nível institucional, os arranjos para a gestão dos recursos hídricos da bacia se tornaram bastante sofisticados, com modelos de governança bem desenvolvidos e arcabouços regulatórios estabelecidos que subsidiam a tomada de decisão.

A principal lição aprendida com o caso de Murray-Darling é que, uma vez que um sistema hídrico é superexplorado, restaurar seu equilíbrio ecológico por meio da redução das atividades econômicas intensivas se torna difícil e custoso. Assim, é recomendado que a partir da premissa dos usos múltiplos, sejam definidos e escalonados, de forma descentralizada e participativa, os níveis, fluxos e volumes sustentáveis dos corpos hídricos. E ainda estabelecer os monitoramentos quantitativo dos corpos hídricos para evitar que esses limites sejam atingidos. Em outras palavras, é identificar a vazão necessária para sustentar o ecossistema ribeirinho (ARTHINGTON et al. 2018), vulgo vazão ecológica. Ao mesmo tempo, é importante estabelecer regras claras para determinar como as concessões e outorgas de direito pelo uso da água podem ser adaptadas às mudanças de longo prazo da disponibilidade hídrica.

Por fim, o caso evidencia uma tendência recente da necessidade de abordagens cada vez mais holísticas para reconhecer e validar os múltiplos valores associados à água, incluindo aqueles de natureza cultural, social e ambiental, que vão além dos valores econômicos e materiais, nos quais as discussões do passado estiveram focadas. Apesar de esse reconhecimento ter ampliado a complexidade da gestão e políticas hídricas, ele possibilita reparar injustiças, entregar mais benefícios para a comunidade, e diminuir as contestações entre os diversos usuários do mesmo sistema hídrico.



Foto: Nick R. Bond

Encostas do Rio Murray com Eucalyptus, Victoria, Austrália.



FOTO: JOSÉ AUGUSTO ROCHA MENDES.

PCH Engº Pedro Afonso Junqueira, Poços de Caldas, MG, Brasil

# 4 Segurança hídrica

Antonio Carlos Zuffo

Denise Maria Elisabeth Formaggia

Iara Bueno Giacomini

Vassiliki Terezinha Galvão Boulomytis

## 4.1 DEFINIÇÃO DE SEGURANÇA HÍDRICA

O conceito de segurança hídrica surgiu em 2013, quando a Organização das Nações Unidas (ONU) sugeriu ao seu Conselho de Segurança, que o incluísse na agenda com a seguinte definição:

"Segurança hídrica é a capacidade de uma população salvaguardar o acesso sustentável às quantidades adequadas de água e de qualidade aceitável para sustentar a subsistência, o bem-estar humano e o desenvolvimento socioeconômico, para garantir a proteção contra a poluição hídrica e desastres relacionados à água e para preservar os ecossistemas em um clima de paz e estabilidade política".

Os principais impulsionadores do surgimento do conceito de segurança hídrica foram o crescimento populacional, a urbanização, a industrialização e a poluição hídrica. Esses fatores vêm reduzindo a disponibilidade *per capita* de água em diversas regiões do Brasil e do mundo, configurando-se como uma das maiores ameaças tangíveis para a manutenção da sociedade moderna. Atualmente, a segurança hídrica integra a agenda dos grandes desafios do século XXI, demandando esforços sólidos para garantir que a utilização da água e dos serviços ecológicos associados, sejam técnica, econômica e socialmente eficazes.

Durante a gestão da escassez hídrica, que assolou diversas regiões do Brasil entre 2014 e 2015, o termo começou a ser utilizado pelos órgãos gestores nacionais e estaduais, sendo oficializado pela Agência Nacional de Águas e Saneamento (ANA) em 2019, por meio do Plano Nacional de Segurança Hídrica.



FOTO: VASSILIKI TEREZINHA GALVÃO BOULOMYTIS

Rio das Antas na área urbana de Bueno Brandão, MG, Brasil.

## 4.2 PARADIGMA DO CONCEITO DE SEGURANÇA HÍDRICA

Apesar da ANA ter adotado a mesma definição proposta pela ONU, muitos acadêmicos e gestores afirmam que o termo “segurança hídrica”, abrangente e complexo, ainda está em desenvolvimento, podendo incluir novos aspectos.

As relações entre o meio e a sociedade vêm sendo enfatizadas, cada vez mais, com a segurança humana. A escassez de água de boa qualidade, como recurso crucial e relativamente raro, pode ser definida de duas formas: escassez física – que é estabelecida pela circulação atmosférica em que as zonas de alta pressão definem as regiões secas e as zonas de baixa pressão definem as que são úmidas; escassez econômica – que é decorrente da falta de recursos financeiros para possibilitar a construção da infraestrutura hídrica adequada para a captação, armazenamento, tratamento e distribuição da água.

Sua inter-relação com outras demandas de segurança lhe dão um caráter primordial e exclusivo. A água é tão importante para a sociedade moderna que as crises hídricas afetam diretamente outras áreas também sensíveis à sobrevivência humana.

Os debates sobre o conceito de segurança hídrica são baseados nas características intrínsecas da água por ser um recurso essencial à vida, não ter substitutos, requerer grandes recursos para ser armazenada em quantidades e por permear todas as atividades e áreas da sociedade. Logo, a segurança hídrica não deve estar compartimentada apenas na subsistência de grupamentos populacionais, mas no contexto de nações inteiras. Este é o paradigma, pois a segurança é definida pelas necessidades dos indivíduos e não pela dos Estados.

Seguindo esta linha de raciocínio, é importante destacar que as relações entre o meio e a sociedade vem sendo cada vez mais reconhecidas, evidenciando a dependência que a qualidade de vida da sociedade humana tem em relação à água. Essa dependência se caracteriza não apenas em relação à sobrevivência humana, mas também à manutenção da sociedade, com suas atividades e serviços, o que confere à água um caráter ainda mais primordial e exclusivo.

### 4.3 IMPACTOS DA ESCASSEZ HÍDRICA NA SOCIEDADE

A escassez hídrica pode afetar diversos setores que se relacionam à sobrevivência da sociedade humana, alguns deles são apresentados a seguir.

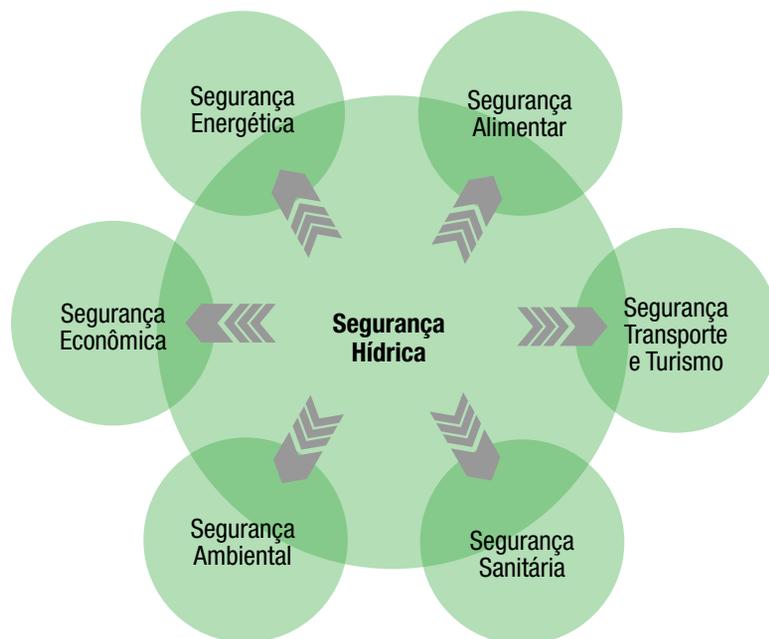


ILUSTRAÇÃO: ANTONIO CARLOS ZUFFO

Interconexões entre segurança hídrica e as demais seguranças.

- A falta de água **impacta a produtividade agropecuária**, diminuindo a oferta e aumentando os preços dos alimentos ao consumidor. A redução das precipitações e a ocorrência de secas prolongadas diminuem a umidade ideal do solo. Assim, a produtividade das espécies cultivadas diminui, especialmente daquelas que contêm maiores valores agregados de água. As produções de carne e leite também são prejudicadas, pois o gado é dependente do pasto e das rações produzidas a partir do trigo, milho e algodão. Os registros acerca das recorrentes secas no sertão nordestino, nos quais o gado morre de fome e sede, são históricos, como já descrito nas músicas de Luiz Gonzaga (Asa Branca) e de Carlinhos Brown (Segue o seco), além das literaturas consagradas de Graciliano Ramos (Vidas Secas) e João Guimarães Rosa (Grande Sertão Veredas).
- Um dos impactos mais imediatos sentidos em uma crise hídrica, especialmente no Brasil, é a **redução da produção de energia** hidrelétrica. Mesmo antes de afetar o abastecimento público ou a produção agrícola a escassez hídrica afeta a estabilidade energética impactando diversos setores econômicos. Atualmente, 63,8% da energia elétrica produzida no Brasil é obtida a partir da ativação das turbinas das usinas hidroelétricas, de forma que a segurança energética nacional é dependente de uma complexa rede de estruturas e infraestruturas hídricas. Desta rede se destacam os grandes reservatórios acumuladores de água, que ao mesmo tempo que promovem a regularização de vazões dos rios, também produzem energia nas usinas hidrelétricas (UHEs) ou pequenas centrais hidrelétricas (PCHs). Em cenários de escassez hídrica, não existe água em quantidade suficiente para manter a pro-

dução hidrelétrica e atender as demandas da sociedade moderna, pois os usos são conflitantes entre si. Para poder atender a demanda de eletricidade de forma controlada e em grande quantidade, a única alternativa disponível é o acionamento das usinas termoeletricas (UTES). Estas usinas utilizam carvão, óleo combustível ou gás para a geração de vapor d'água, que irá acionar as turbinas geradoras de eletricidade. Como a geração de energia termoeletrica utiliza combustível fósseis para aquecer a água, o custo de produção da energia é mais caro, não renovável e poluente. Dessa forma, o aumento das tarifas de energia ao consumidor também eleva o preço dos bens de consumo. Além disso, a produção de energia termoeletrica pode causar a diminuição da qualidade do ar, o impacto à saúde pública, o aumento da emissão de gases de efeito estufa e a intensificação das chuvas ácidas.

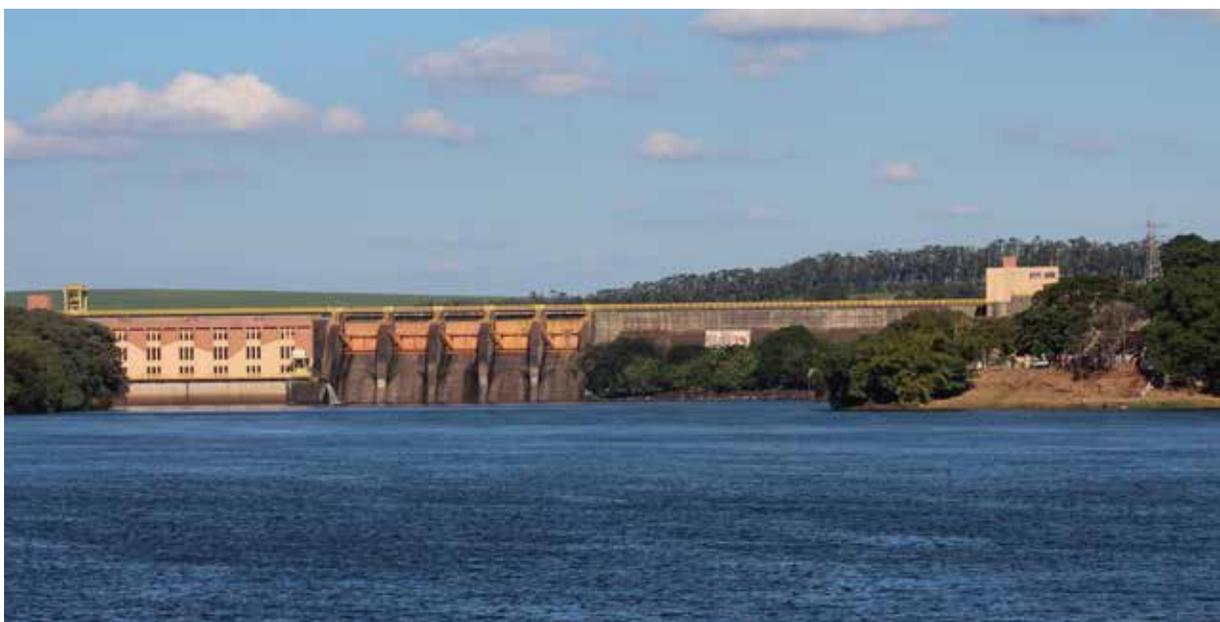


Foto: JOSÉ AUGUSTO ROCHA MENDES.

Usina Hidrelétrica de Barra Bonita, São Paulo, Brasil

### QUADRO 4-01

Vídeo "Baixa histórica do Rio Paraná amplia debate sobre privatização"



- A restrição de acesso à água pode comprometer e até interromper a produção industrial. Com isso, pode ocasionar o aumento do preço dos bens e serviços e também colocar em risco o emprego dos trabalhadores.
- A redução das vazões dos rios leva ao aumento da concentração de contaminantes, provenientes do lançamento dos efluentes domésticos e industriais, devido à menor diluição desses contaminantes nas águas, comprometendo a saúde dos ecossistemas e dos mananciais. O nível d'água baixo nos rios também inviabiliza o transporte fluvial, já que a profundidade da calha passa a não ser suficiente para o calado das embarcações, impossibilitando assim o seu deslocamento.
- A escassez hídrica afeta o setor do turismo, uma vez que inviabiliza as atividades recreativas nos rios e os passeios de barco. Conseqüentemente, o setor hoteleiro é afetado, haja vista que deixa de oferecer os principais atrativos aos seus clientes e, nessa reação em cadeia, o setor dos transportes também tem suas atividades reduzidas.

FOTO: TOURISM AUSTRALIA.



Cânion Nitmiluk, Território Norte, Austrália.

- Em longos períodos de seca a vazão dos sistemas hídricos é reduzida, podendo ultrapassar os limites mínimos necessários para a manutenção do equilíbrio ecológico. Em outras palavras, não ocorre a manutenção da vazão ecológica, que consequente **acarreta prejuízos para a biodiversidade e para os serviços ecossistêmicos**. A vazão ecológica pode ainda ser impactada pela ação do homem, para regular o nível dos reservatórios ou para a produção de energia hidrelétrica, de forma a maximizar a vazão que passa pelas turbinas. As atividades relacionadas à pesca e aquicultura ficam inviabilizadas e suas matrizes reprodutivas correm risco de vida.

FOTO: LUIZA ISHIKAWA FERREIRA



Jacarés no bioma do Pantanal

QUADRO 4-02



Assistam ao “VI Webinário IFSP: Escassez Hídrica e reúso de água em áreas rurais. Contaminação das águas por agroquímicos”

O aumento dos preços dos alimentos, dos bens e dos serviços, associado à instabilidade econômica, à falta de saneamento e ao aumento da taxa de desemprego em diversos setores da economia cria e sustenta um ciclo de pobreza generalizado, que resulta em maiores índices de violência. As populações tradicionais são particularmente afetadas nesses cenários, pois geralmente não dispõem de outras atividades geradoras de renda além daquelas conectadas com a água. Mas como não tem poder para influenciar as decisões e negociações, raramente são convidadas para participar da busca por soluções.

Quando a transversalidade da água é levada em consideração, fica evidente que as situações de escassez hídrica prejudicam toda a sociedade, direta e indiretamente. Para lidar com os tensos cenários de estiagem e garantir segurança hídrica aos indivíduos da bacia hidrográfica é necessário adotar a gestão integrada dos recursos hídricos e a diplomacia hídrica como pilares básicos da governança.



Atividades de aquíicultura na represa de Paraibuna, SP, Brasil.

## 4.4 A SEGURANÇA HÍDRICA E O DESENVOLVIMENTO SOCIAL E ECONÔMICO

Apesar da água ser a substância mais abundante no planeta, ocupando 2/3 da área da Terra somente 2,5% da água são constituídos por água doce, dos quais 68,7% encontram-se nas geleiras e calotas polares; 30,1% são águas subterrâneas e apenas 1,2% estão na superfície. Desse 1,2%, 69% encontram-se em solos congelados (permafrost); 20,9% em lagos; 3,8% na umidade do solo; 3,0% na umidade da atmosfera; 2,6% nos pântanos e brejos; 0,49% nos rios; e 0,26% na biomassa dos seres vivos.

A água é essencial para as atividades humanas e a manutenção dos ecossistemas. Os grandes centros urbanos, a agricultura e a indústria necessitam desse recurso natural para sua existência e atividades. Necessitamos da água para nossa saúde física e mental, para a produção de bens e serviços, ou seja, para a manutenção da vida.



FOTO: TOURISM AUSTRALIA

Lago Dobson, Parque Nacional Mount Field, Tasmânia, Austrália

A ocorrência da água, assim como sua variabilidade no tempo e no espaço, costumam ser definidas pelo clima de uma região. Essa regularidade entretanto é frágil, e é comum que sofra variações bruscas e inesperadas, provocando excesso ou carência de água em diferentes regiões. Essas variações não são somente sazonais (que ocorrem ao longo das estações do ano), mas podem ocorrer em qualquer intervalo de tempo (semanas ou anos), com características cíclicas ou quase cíclicas, que vão se intercalando em seqüências não regulares.

As variações climáticas sempre atingiram a humanidade, que nunca conseguiu prever variações bruscas do clima e sofreram suas mais nefastas conseqüências, como a fome, as guerras e as epidemias, responsáveis pelas migrações de populações inteiras, como relata a história.

QUADRO 4-03

Artigo  
“Segurança  
hídrica em  
tempos de  
pandemia de  
COVID-19”



A falta de planejamento limita ações institucionais coordenadas e de investimentos em infraestrutura hídrica e saneamento são grandes responsáveis pelos cenários de insegurança hídrica. O conhecimento dos fatos passados nos possibilitam entender o presente e nos preparar para o futuro. O banco de dados de variáveis climáticas, hidrológicas, ambientais e socioeconômicas são a base para a construção de soluções para problemas futuros, que muitas vezes ocorreram no passado e ceifaram milhares de vidas.

Para estimar a disponibilidade hídrica em uma bacia hidrográfica, o monitoramento e a coleta de dados pluviométricos (de chuva) e fluviométricos (de vazão) são imprescindíveis. A indisponibilidade desses dados aumenta as incertezas nos cálculos, dificultando o processo de tomada de decisão e a destinação dos recursos financeiros. Nesse sentido, a utilização de séries hidrológicas confiáveis, representativas e consistentes e com longos períodos de dados são determinantes no planejamento da segurança hídrica.



Medição de vazão no Rio Juqueriquerê, Caraguatatuba, SP, Brasil.

FOTO: VASSILIKI TEREZINHA GALVÃO BOULOMYTI

QUADRO 4-04



Assistam ao “XI Webinário IFSP:  
Tecnologias e metodologias de apoio à  
Gestão Integrada dos Recursos Hídricos”

**XI Webinário IFSP:  
Tecnologias e metodologias de  
apoio à Gestão Integrada dos  
Recursos Hídricos**

**Programação**  
03/12

**18h30 - Abertura**  
Prof. Dr. Leandro Feresco (IFSP Caraguatatuba)

**18h35 - Painel 1:** Ferramentas e informações digitais disponíveis para implementação de projetos de recursos hídricos  
Dr. Marcos Antônio Gonçalves (EASA - Recursos Hídricos e Segurança Hídrica)

**19h00 - Painel 2:** Uso de geotecnologias para a gestão de recursos hídricos na Bacia do Alto Paranaíba  
Dr. Carlos Roberto Paduan (EMBRAPA Pantanal)

**19h30 - Painel 3:** Sala de situação PCJ como suporte à gestão de recursos hídricos  
Dr. José Roberto Masetti (Diretor/Diretoria de Bacia do Médio Taquari - SMT/DABE)

**20h00 - Painel 4:** Estrutura conceitual para gestão de risco e impacto de eventos de desastres  
Dra. Liane O. Anderson (CEMADEN)

INSTITUTO FEDERAL DE SÃO PAULO IFSP

86

## 4.5 CIDADANIA HÍDRICA

A segurança hídrica procura garantir o acesso sustentável à água, em quantidades e qualidade adequadas ao desenvolvimento socioeconômico e bem-estar humano, mesmo nos períodos mais adversos, ou seja, visa diminuir vulnerabilidade da sociedade humana a esses eventos.

O aumento desordenado da população humana e da urbanização tem ameaçado o balanço hídrico, e conseqüentemente, a segurança hídrica da humanidade e ecossistemas, pois estes fatores estão relacionados com o atual uso e ocupação do solo (desmatamento, impermeabilização, retificação de rios dentre outros) e com as grandes emissões de gases de efeito estufa.



FOTO: ANDERSON SOUZA

Presença de lixo no Rio Ipanema em trecho urbano, Batalha, AL, Brasil.

O crescimento econômico acelerado tem ampliado na mesma proporção a demanda pelo uso da água. Apesar dos desenvolvimentos tecnológicos em busca de maior eficiência hídrica serem bastante animadores para os mais diferentes setores, eles não estão disponíveis para todos os usuários, devido principalmente a questões econômicas e políticas. Dessa forma, enquanto algumas regiões dispõem de segurança hídrica, outras não têm a mesma possibilidade, deixando de ter acesso à cidadania hídrica.

A cidadania hídrica é uma forma de pertencimento à sociedade, determinada pela possibilidade de acesso à infraestrutura de água, que por sua vez depende dos fluxos inconstantes e mutáveis da água, das relações sociais através das quais as reivindicações são reconhecidas, e das infraestruturas que permitem aos indivíduos terem acesso à água de boa qualidade (ANAND, 2011).

## 4.6 FORMAS DE APRIMORAR A SEGURANÇA HÍDRICA

QUADRO 4-05

Livro  
"A crise hídrica  
na Região  
Metropolitana  
de São Paulo  
em 2013-  
2015: Origens,  
impactos e  
soluções"



As crises de escassez hídricas têm se mostrado cada vez mais complexas de serem gerenciadas, representando desafios hercúleos aos gestores, formuladores de políticas e de agências governamentais.

A incorporação de análise e gestão de riscos (conhecimento aprofundado da vulnerabilidade e da exposição do ambiente a eventos de diferentes magnitudes) na gestão das águas permite minimizar a insegurança hídrica enquanto aumenta a resiliência dos sistemas hídricos.

As medidas de adaptação “sem arrependimento” (no regrets) promovem a adaptação e resiliência aos impactos causados pelos eventos extremos para o aprimoramento da segurança hídrica. Ou seja, enfrentando-se os problemas atuais, aumenta-se a capacidade da sociedade e da economia de lidar com as alterações esperadas. As medidas de adaptação incluem:

- Adoção de um sistema flexível de alocação de água para prever formas ágeis de realocação em anos secos.
- Adoção de um sistema de oferta hídrica que disponha de mananciais e sistemas alternativos.
- Fomento ao reúso da água.
- Recuperação e conservação da qualidade das águas.
- Aprimorar a capacidade de transporte da água disponível.
- Aprimorar os sistemas de operação de reservatórios incorporando as incertezas oriundas da variabilidade e mudança climática.
- Identificar e recuperar áreas de recarga hídrica em áreas rurais e no perímetro urbano, de forma a diminuir a velocidade do escoamento superficial da água pluvial, retardando e minimizando alagamentos.
- Desenvolver estratégias que integrem princípios da engenharia civil com soluções baseadas na natureza.
- Em síntese, o cenário ideal de segurança hídrica dispõe de infraestrutura bem planejada, dimensionada, implementada e adequadamente gerida, permitindo a manutenção do equilíbrio entre a oferta e a demanda da água, mesmo em situações críticas e adversas.

Assim, as soluções devem compreender a sinergia entre as medidas estruturais e não estruturais, por meio da implementação de políticas públicas e da participação da sociedade, devidamente sensibilizada sobre o problema e potenciais soluções.

FOTO: ANDERSON SOUZA



Agricultura irrigada às margens do Rio São Francisco, Sobradinho, BA, Brasil.

Sob a ótica da oferta, a ANA recomenda que investimentos em infraestrutura com foco na ampliação da capacidade de reservação e de adução de água, incluindo redundância de fontes de abastecimento devem ser priorizados. Ações de conservação de mananciais também são medidas de aumento da resiliência dos sistemas hídricos, que permitem maior segurança na oferta de água. Em relação à demanda, bons resultados poderão ser obtidos a partir da adoção de soluções locais, como o reúso da água e o aproveitamento da água de chuva, mas principalmente, pela redução de perdas nos sistemas de distribuição, pela diminuição no desperdício e de hábitos de consumo.

## QUADRO 4-06

Livro "Segurança hídrica: novo risco para a competitividade"



## 4.7 PLANO NACIONAL DE SEGURANÇA HÍDRICA

O Plano de Segurança Hídrica faz parte de um arcabouço institucional que visa atingir os objetivos da Política Nacional de Recursos Hídricos. Desse arcabouço destacam-se também o Plano de Recursos Hídricos e o Plano de Segurança da Água. Apesar desses três planos terem relação entre si e serem elaborados de acordo com a legislação, metodologia e fóruns específicos de discussão, aprovação e implementação próprios, é importante entender a diferença entre eles para que as respectivas implementações sejam otimizadas.

- Plano de Recursos Hídricos: constitui um dos instrumentos preconizados para a gestão desses recursos conforme determina a Política Nacional de Recursos Hídricos (lei nº 9.433/1997), em conjunto com o enquadramento dos corpos de água

em classes segundo os usos preponderantes da água; a outorga dos direitos de uso de recursos hídricos; a cobrança pelo uso de recursos hídricos; a compensação a municípios e o Sistema de Informações sobre Recursos Hídricos.

- Plano de Segurança da Água: documento que identifica e prioriza riscos potenciais que podem ser verificados em um sistema de abastecimento, incluindo todas as etapas do processo, desde o manancial até à torneira do consumidor. Estabelece medidas de controle para reduzir ou eliminar riscos, além de constituir processos para verificar a eficiência da gestão dos sistemas de controle e a qualidade da água produzida.
- Plano de Segurança Hídrica: instrumento de tomada de decisões para manter e aprimorar a segurança hídrica. Materializado por meio de um programa de investimentos, apresenta intervenções selecionadas que foram objeto de análise criteriosa quanto à sua relevância, prioridade e efeito sobre os principais problemas de segurança hídrica do País. É considerado um novo marco na política pública, mas que demanda o engajamento das demais esferas de governo e da parceria fundamental dos Estados no direcionamento dos esforços requeridos para a sua implementação.

QUADRO 4-07

### Plano Nacional de Segurança Hídrica



O Plano Nacional de Segurança Hídrica busca, em síntese, traçar o caminho para a segurança hídrica do Brasil priorizando a resolução dos problemas mais latentes. Também aborda sobre os passos necessários e indispensáveis para a efetividade das intervenções recomendadas e o acesso à água como condição essencial à manutenção da vida e das atividades produtivas. Todavia, o Plano ressalta que não há como gerenciar a infraestrutura e os recursos hídricos, enquanto persistirem os problemas estratégicos no território, que impõem riscos de desabastecimento ou de perdas humanas e econômicas derivadas de eventos de secas e cheias. Nesse sentido, a premissa básica do Plano está em consonância com a meta global do acesso à água da Agenda 2030 para que “ninguém seja deixado para trás”, ao priorizar o atendimento às demandas efetivas como condição essencial ao desenvolvimento sustentável.



Dimensões da Segurança Hídrica.

QUADRO 4-08

Nesse sentido, cabe destacar que o sistema de governança de recursos hídricos no Brasil, ainda está se apropriando do conceito de segurança hídrica, bem como de suas ferramentas de planejamento e gestão. Da mesma forma, ele também está se adequando ao próprio Plano Nacional de Segurança Hídrica. Para que isso ocorra de forma adequada é necessário que haja a integração dos princípios norteadores do Plano Nacional de Segurança Hídrica, do Plano Nacional de Recursos Hídricos e do Plano de Segurança da Água. O caminho para a integração desses planos é uma tarefa complexa, que demanda esforços da sociedade civil, dos estados, dos municípios e dos usuários de recursos hídricos. Alguns desafios-chave da integração são apresentados a seguir:

- Compreender a dinâmica que rege o sistema climático responsável pelos períodos de chuvas e secas nas bacias hidrográficas no âmbito Nacional, Estadual e nas microbacias, ou seja, do macro ao micro;
- Conhecer o balanço hídrico das bacias hidrográficas;
- Utilizar ferramentas que possibilitem mensurar e estimar o impacto das alterações climáticas nos ambientes aquáticos;
- Possibilitar que os comitês de bacia participem da elaboração dos Planos de Segurança da Água;
- Sensibilizar os gestores hídricos sobre a interdependência desses Planos;
- Sensibilizar os gestores municipais sobre a necessidade de conhecer a situação de segurança hídrica do município e sua relação com os Planos Diretores Municipais e os Planos de Saneamento, visando conhecer as limitações no desenvolvimento urbano impostas pela disponibilidade hídrica existente;
- Inserir as universidades e demais órgãos de pesquisa aplicada que desenvolvem trabalhos na área de segurança hídrica para que possam fornecer subsídios na elaboração de planos de recursos hídricos de forma integrada;
- Conscientizar a população sobre os mecanismos existentes para a gestão dos recursos hídricos e os meios existentes para a participação efetiva da comunidade.

Em 2013, a ANA criou o Sistema de Acompanhamento de Reservatórios (SAR) com o intuito de conceber um sistema operacional que reunisse e organizasse os dados operacionais dos reservatórios do Brasil. O SAR consiste em uma plataforma web que permite, de maneira simples, o acompanhamento da operação dos principais reservatórios do Brasil. Ele está dividido em três módulos: (i) Sistema Interligado Nacional – SIN; (ii) Nordeste e Semiárido; e (iii) Outros Sistemas Hídricos.

Nesse sentido, é possível observar que o aumento da segurança hídrica é um desafio complexo, para o qual não existe solução simples. A busca por resultados efetivos passa por diversas áreas das ciências exatas, sociais e biológicas, além de demandar articulação política e controle social. Construir pontes entre tantos atores e áreas do conhecimento torna-se, portanto, a ação principal rumo ao aumento da segurança hídrica.

Vídeo “Conheça o Plano Nacional de Segurança Hídrica – PNSH”



QUADRO 4-09

Site do “Sistema de Acompanhamento de Reservatórios”





Foto: Vassiliki Terezinha Galvão Boulomytis

Nível baixo na represa de Paraibuna: crise hídrica de 2021 - SP, Brasil

QUADRO 4-10



Assistam ao “V Webinar IFSP: Plano Nacional de Segurança Hídrica, Plano nacional de Recursos Hídricos e Política Nacional de Segurança de Barragens”

### ESTUDO DE CASO

## MODELO DE PRIORIZAÇÃO DE INVESTIMENTO EM INFRAESTRUTURA VERDE DE CAPTAÇÃO DE ÁGUA

David Hamilton

A resiliência hídrica é a habilidade das áreas alagadas de manterem funções críticas atribuídas tais como biodiversidade, funções de ecossistema e regulação de inundações, em face do aumento de pressões externas. Muitos mananciais pelo mundo afora encontram-se ameaçados face ao declínio das disponibilidades hídricas, como consequência da capacidade limitada de resistência às pressões das mudanças climáticas e de uso do solo. Modificações nas margens, uso excessivo do pasto pelo gado nas cabeceiras, desvios de curso de água e incêndios têm impactado negativamente a disponibilidade e a qualidade da água, resultando em eventos como secas e enchentes

e reduzida resiliência hídrica. Há um reconhecimento crescente sobre a necessidade de investir em projetos de remediação na captação de água como parte de uma abordagem de longo prazo na gestão desse tema.

Em Queensland, na Austrália, duas enchentes ocorridas nos anos 2000 resultaram em dano substancial ao meio ambiente, devido à perda de solo por erosão, e consequentemente à infraestrutura regional. Houve perda significativa do solo de melhor qualidade utilizado pela agricultura, além dos sedimentos afetarem a operação das estações de tratamento de água. Grandes volumes de sedimento se depositaram em reservatórios, reduzindo a capacidade de armazenamento, e obstruíram áreas costeiras, atracadouros e baías, fechando canais de transporte e secando várzeas produtivas.



FOTOS: DONGHWAN KIM

Tributários alagados do Riacho Laidley no sudeste de Queensland, Austrália aumento de volume em função da falta de gestão da vegetação ribeirinha e comprometimento da infraestrutura (março de 2021).

Essa catástrofe fomentou o desenvolvimento do Projeto de Fortalecimento da Resiliência Hídrica, que resultou no desenvolvimento de um modelo de priorização que disponibiliza ferramentas de visualização para guiar decisões de investimento e maximizar benefícios de mananciais e suas estruturas de captação de água. O modelo leva em consideração variáveis relacionadas à mitigação de enchentes, à manutenção da biodiversidade, à manutenção da qualidade da água (mais especificamente no que diz respeito a sedimentos e nitrogênio) e à contenção de enchentes. Essas ferramentas possibilitam aos gestores checar o alcance de medidas diversas de proteção e restauração ambiental, e assim selecionar aquelas mais efetivas em termos de ação, localização e escala do investimento.

Estudos anteriores identificaram os problemas-chave de ocorrência mais comuns em pontos de captação de água e essas informações foram utilizadas para o desenvolvimento desse modelo de priorização de ação, que permite otimizar benefícios em termos de valores ambientais e a efetividade dos custos.

A interface de visualização do modelo permite aos usuários explorar as sinergias e opções representadas pelas diferentes propostas de ação, refletindo prioridades voltadas a minimizar custos, depósitos de sedimentos, de nitrogênio e ocorrência de enchentes.

O modelo está sendo utilizado para fornecer subsídios à priorização de investimentos na captação do manancial de Laidley, no Sudeste de Queensland e que é o ponto focal de investimento e de ações de gestão para mitigação dos danos causados pelas enchentes de 2011 e 2013.

Esse manancial possui grande parte de sua vegetação ribeirinha em estado de conservação variando entre moderado e ruim, trechos com alta concentração de sedimentos e nutrientes, e trechos com acentuada perda de sedimento. Os gestores locais afirmam que, devido a relevância do manancial para o abastecimento de água, todo esforço para a restauração de sua resiliência hídrica é necessário, especialmente para lidar com os eventos extremos do clima, esperados com frequência crescente no futuro.

O Projeto de Fortalecimento da Resiliência Hídrica é pluri-institucional, liderado pelo Instituto de Rios Australianos da Universidade Griffith e apoiado pela Universidade de Tecnologia de Queensland que também é a responsável pela interface de visualização. O projeto conta com o financiamento da Fundação Ian Potter, com aporte direto de fundos por parte do governo, da indústria e de parceiros de pesquisa, incluindo: Governo do Estado de Queensland, Water Technology, Serviços Urbanos de Queensland, Seqwater, Porto de Brisbane, Organização Healthy Land and Water, Conselho de Prefeitos do Sudeste de Queensland e Conselho Regional do Vale de Lockyer.



Exemplo de modelagem no Projeto de Fortalecimento da Resiliência Hídrica

Foto: DAVID HAMILTON

QUADRO 4-11



Assistam ao “X Webinar IFSP: Mitigação, adaptação e resiliência aos eventos extremos e mudanças climáticas”

**X Webinar IFSP: Mitigation, adaptation and resilience to extreme events and climate change**

*Programação*

**26/Nov**

**18h30 - Abertura**  
 Dra. Yasutaka Botelho (Coordenadora de Engenharia Civil e Professora/IFSP Campus Cordeópolis, SP, Brasil)

**18h35 - Painel 1: Understanding water quality risks under low and variable water level conditions in dams and reservoirs**  
 Dr. David Hamilton (Vice-diretor e professor/Australian Rivers Institute, Griffith University, Nathan Campus, QLD, Australia)

**19h00 - Painel 2: Building catchment resilience**  
 Dr. Stuart E. Bunn (Diretor e Professor/Australian Rivers Institute, Griffith University, Nathan Campus, QLD, Australia)

**19h30 - Painel 3: Climate change and water stress in Australia's Murray Darling Basin**  
 Dr. Nick Bond (Diretor e Professor/Centro de Ecossistemas de Água Doce, La Trobe University, Albany/Rudolfs Campus, VIC, Australia)

**INSTITUTO FEDERAL**  
 Rio Paulo  
 Centro de Capacitação



Foto: VASSILIKI TEREZINHA GALVÃO BOULOMYTS

Lago do Taboão na área urbana de Bragança Paulista, SP, Brasil

# Gestão Urbana das Águas

André Luis Sotero Salustiano Martim  
Vassiliki Terezinha Galvão Boulomytis

## 5.1 OCUPAÇÃO DESORDENADA E CONTAMINAÇÃO HÍDRICA

Nas áreas urbanizadas de forma desordenada é muito comum verificar a ocupação predial nas margens dos corpos hídricos. Além da instabilidade das margens e possíveis riscos de desabamento, também passa a ser maior a ocorrência de inundações. Isso ocorre porque as áreas, que antes serviam de forma natural para amortecer as cheias, tornaram-se, reduzindo as taxas de infiltração e aumentando o escoamento superficial.



Ocupação nas margens dos cursos d'água da área urbana de Munhoz, MG, Brasil.

FOTO: VASSILIKI TEREZINHA GALVÃO BOULOMYTIS.

Com o fluxo intenso das águas de chuva nas áreas urbanas impermeáveis, os sedimentos ou resíduos são lançados diretamente para os corpos hídricos ou por meio das galerias de drenagem. Assim, além dos efluentes clandestinos (como esgotos domésticos ou industriais), os rios também recebem as águas de chuvas contaminadas por sedimentos e resíduos.



FOTO : ANDRÉ LUIS SOTERO SALLUSTIANO MARTIM

Escoamento de efluentes para os corpos hídricos.



FOTO: GIOVANI FONSECA FERREIRA

Quando os corpos hídricos urbanos se tornam alvos para atividades clandestinas de despejo de resíduos e lançamento de esgotos domésticos, as águas passam a ter odor indesejado e propagação de vetores, comprometendo drasticamente a saúde pública da comunidade.



FOTO: AMANDA CRISTINA GONÇALVES.

Contaminação hídrica nas margens do Rio Jacu, SP, Brasil.

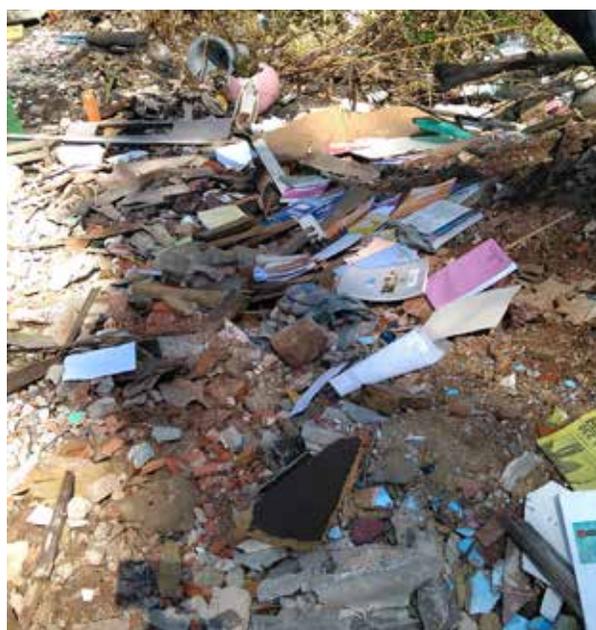


FOTO: GIOVANI FONSECA FERREIRA.

Vale a pena lembrar que, o lançamento de resíduos ou efluentes domésticos nos corpos hídricos ocorre em função da falta de esgotamento sanitário que ainda advém dessas áreas urbanizadas. O déficit no saneamento brasileiro é abordado pelo Plano Nacional de Saneamento Básico (Plansab). Esse plano é o principal instrumento da política pública nacional de saneamento básico e contempla todos os serviços desse segmento:

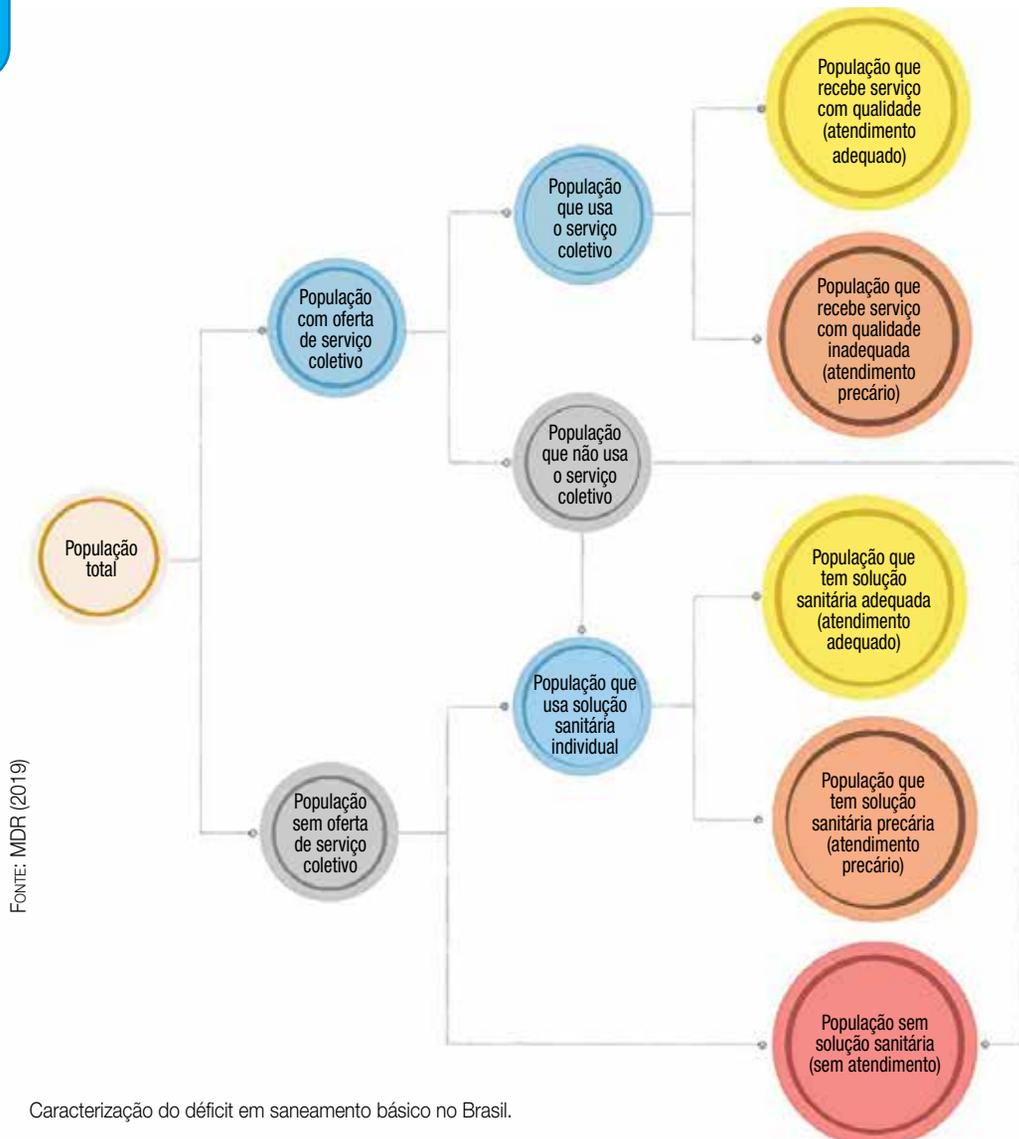
- Abastecimento de água potável;
- Esgotamento sanitário;
- Limpeza urbana e manejo de resíduos sólidos;
- Drenagem e manejo das águas pluviais urbanas.

QUADRO 5-01

"Plansab de 2019"



O déficit em saneamento brasileiro é determinado em função da infraestrutura, e serviços disponibilizados, no quesito qualitativo e quantitativo, além dos aspectos socioeconômicos, ambientais e culturais de cada região.



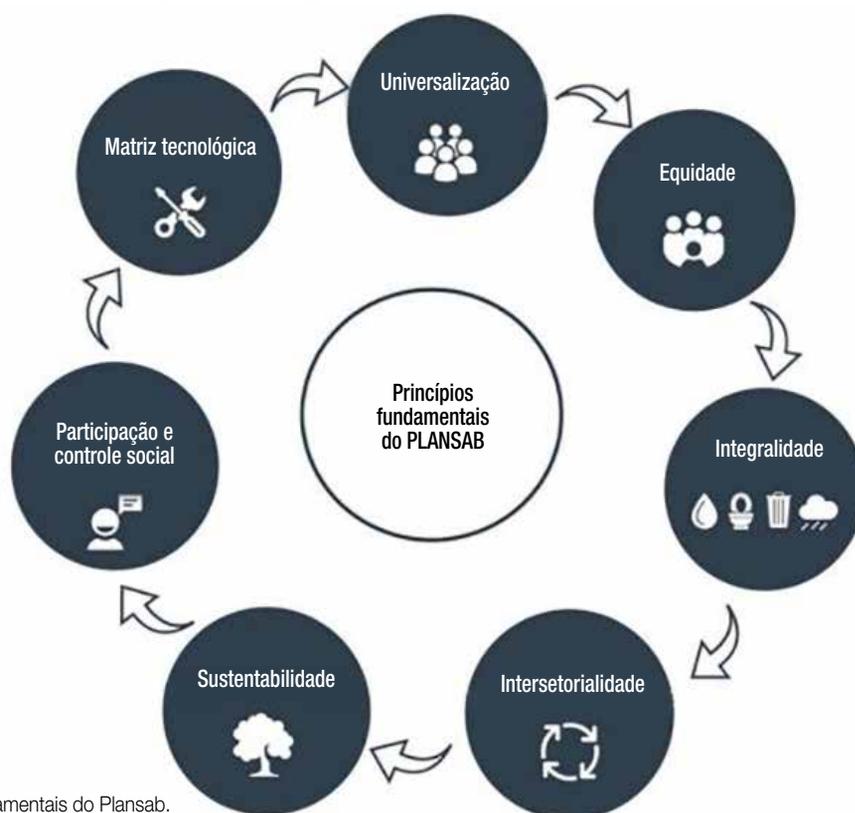
FONTE: MDR (2019)

Caracterização do déficit em saneamento básico no Brasil.

Para a elaboração do Plansab foram considerados os seguintes princípios fundamentais:

- Universalização do acesso – deve garantir o acesso para todos os domicílios e a todos os brasileiros com integralidade de todos os serviços de saneamento.
- Equidade – objetiva superar as diferenças a partir do entendimento de como ocorrem as desigualdades nas condições e qualidades de vida ou no acesso e consumo de bens e serviços, priorizando as coletividades e os que mais necessitam de forma a obter a universalização do acesso.
- Integralidade – representa o conjunto de todas as atividades e componentes de cada um dos serviços de saneamento.
- Intersetorialidade – mantém a sintonia para a transversalidade dos fenômenos, considerando a sua complexidade e interdisciplinaridade, de forma a manter a gestão articulada e não fragmentada com os demais tipos de gestão (i.e. de ocupação do solo, recursos hídricos e ambiental) integrado às comunidades rurais e populações tradicionais.
- Sustentabilidade – promove uma gestão democrática e participativa em todas as dimensões (ambiental, social, econômica e cultural).
- Participação e Controle Social – promove a inserção da comunidade para ampliar as práticas democráticas e a construção de relações entre a cidadania e governabilidade.
- Matriz tecnológica – norteia o planejamento e a política setorial a longo prazo prospectando inovações tecnológicas.

FONTE: MDR (2019)



Princípios Fundamentais do Plansab.

Os princípios do Plansab foram estabelecidos de acordo com as diretrizes nacionais para o saneamento básico descritas na Lei nº 11.445/2007, sendo necessária a sua avaliação anual e revisão a cada quatro anos. Em 15 de julho de 2020, foi atualizado o marco legal do saneamento básico por meio da Lei nº 14.026/2020, atribuindo à Agência Nacional de Águas e Saneamento Básico (ANA) a edição das normas de referência sobre o saneamento.

### 5.2 ABASTECIMENTO DE ÁGUA PARA AS ÁREAS URBANAS

No último século, o consumo de água aumentou seis vezes no planeta, com taxa aproximada de 1% ao ano, motivado pelo crescimento populacional, desenvolvimento econômico e pelas alterações nos padrões de consumo (ONU, 2021). Quando o volume de chuvas não é suficiente para atender as demandas de uso da água, a redução de oferta pode ocasionar a escassez desse recurso. Nesse caso, focando no contexto urbano, várias regiões são então impactadas pelo racionamento, rodízio e desabastecimento de água para uso humano, o qual deveria ser prioritário, segundo a Política Nacional de Recursos Hídricos deveria ser prioritário.

A partir da escassez hídrica, a ocorrência de conflitos é intensificada e torna-se cada vez mais difícil tomar decisões e priorizar um em detrimento do outro, na medida em que o consumo para irrigação e indústria tem forte relação com a manutenção das atividades humanas e com a economia, da qual dependem as populações.

#### QUADRO 5-02

Livro  
"Gestão da crise  
hídrica 2016-2018:  
experiências do  
Distrito Federal"



No que se refere aos sistemas de abastecimento público, quando ocorre escassez hídrica, os municípios menos preparados, ou seja, com maiores perdas e sistemas de distribuição ineficientes, sofrem primeiro e de forma mais atenuada do que outros com sistemas mais eficientes.



Protesto da comunidade contra o racionamento de água - Itu, SP, Brasil.

FOTO: ANDRÉ LUIS SOTERO SALUSTIANO MARTIM

Infelizmente, em muitos locais, os rios urbanos não são valorizados e a população deixa de desfrutar dos benefícios que seriam proporcionados pelos cursos d'água. Os pequenos ribeirões e córregos são retificados e canalizados, fazendo com que a população desconheça os valores históricos e culturais atrelados aos antigos riachos. Os traçados e nomes originais acabam desaparecendo ao longo do tempo, perdendo não somente a contribuição hídrica, como também a própria identidade local.



FOTO: ANDRÉ LUIS SOTERO SALLUSTIANO MARTIM

Retificação de rio na área urbana de Várzea Paulista, SP, Brasil.

No que se refere às águas subterrâneas, o total utilizado e os tipos de controle e proteção das zonas de recarga são aspectos que deveriam ser amplamente conhecidos pelos gestores das águas urbanas. As políticas públicas tendem a ignorar o fato de que a vazão mínima dos períodos de seca é mantida pelas águas subterrâneas. Em situações de crise e rodízio no abastecimento, há pouca disponibilidade de águas superficiais e superexploração das águas subterrâneas. Com isso, apesar das diversas formas de controle e limitação sobre o uso da água, fornecida pela rede pública para cada residência ou empresa, não há redução alguma sobre a água subterrânea consumida.

Outro aspecto a ser abordado pelos gestores é que os sistemas eficientes devem controlar as perdas de vazão e pressão ao longo da distribuição por meio de sensores e modelos computacionais. Para muitos municípios eles são pouco acessíveis. Isso ocasiona grandes perdas na distribuição, tornando-se necessária a implantação de medidas pontuais, como de rodízios no abastecimento, que muitas vezes não reduzem o consumo de água. Ou seja, os consumidores acabam reservando maiores quantidades de água para suprir o período que estarão sem o fornecimento do recurso pela rede pública. No entanto, os mais prejudicados são os munícipes que não têm condições financeiras para a aquisição de reservatórios maiores.

Políticas públicas de incentivo para o uso de sistemas alternativos para captação de águas pluviais podem oferecer grandes benefícios, não somente no quesito de abastecimento, mas também para a retenção temporária do recurso hídrico minimizando a taxa de escoamento superficial direcionada aos sistemas de drenagem.

Captação de água pluvial para reúso no (a) IFSP Câmpus Caraguatatuba, SP, Brasil, e na (b) escola Trinity Grammar, zona rural do norte de Vitória, Austrália.



FOTO: ANDRÉ LUIS SOTERO SALUSTIANO MARTIM



FOTO: ESCOLA TRINITY GRAMMAR.

O plano diretor de abastecimento público também provém de uma política pública e visa auxiliar no entendimento do problema de aumento da demanda e falta de recurso, como também na busca de alternativas mitigadoras preventivas, corretivas ou compensatórias para aprimorar o sistema e atender as necessidades da população. No entanto, poucos municípios elaboram e implantam um plano com programa efe-

tivo para a gestão dos recursos hídricos, que contemple práticas e metas de conservação, recuperação e ampliação da matriz de mananciais. Com isso, esses municípios não conseguem se planejar para serem adaptados e resilientes aos períodos de seca e estiagem.

De forma geral, podemos elencar algumas medidas norteadoras que são importantes e positivas para a melhoria da qualidade dos serviços de abastecimento de água no município, e que a princípio, não exigem mais recursos financeiros dos que são normalmente empregados:

1. Execução e atualização do balanço hídrico para quantificar as entradas e saídas de água de uma região em um determinado intervalo de tempo.
2. Gestão setorizada para que o sistema de abastecimento de água (SAA) como um todo seja dividido em subsistemas nos quais as perdas possam ser calculadas individualmente.
3. Métodos de avaliação das perdas por meio de medição e análise das vazões noturnas, dos vazamentos (quanto aos números de ocorrências, tipos, vazões médias observadas e durações), além do uso de modelagem computacional para simular os efeitos das perdas de vazão e pressão (LAMBERT, 2000).
4. Gestão, monitoramento e controle de pressão.
5. Gestão da hidrometria, assegurando o seu funcionamento ideal ou estabelecendo-se critérios para priorizar as trocas.
6. Balanço das demandas e projeção de crescimento associado às metas de redução de perdas.



FOTO: ANDRÉ LUIS SOTERO SALLUSTIANO MARTIM

Condições inadequadas de instalação e funcionamento de hidrômetros.

Na engenharia de processos entende-se que não se controla o que não se mede, e não há gerenciamento sem controle. Dessa forma, a implantação de sistemas inteligentes para o abastecimento de água otimiza o uso do recurso disponível, promove a sua alocação da melhor forma possível, aprimora a eficiência ao longo da sua distribuição e aumenta a disponibilidade hídrica por habitante.

### 5.3 PROPRIEDADES DA ÁGUA PARA CADA TIPO DE CONSUMO

A potabilidade da água é definida por lei e regulamentada pela portaria do Ministério da Saúde nº 888 de 2021. Para cada tipo de manancial, a portaria recomenda um número mínimo de amostras e frequência para o controle da qualidade da água, sendo que a exigência do monitoramento das águas superficiais de abastecimento é mais frequente, pois são mais suscetíveis à contaminação hídrica e mudanças rápidas de qualidade. Já as águas subterrâneas são submetidas ao monitoramento menos frequente.

QUADRO 5-03

Artigo com a análise da nova Portaria MS 888/21



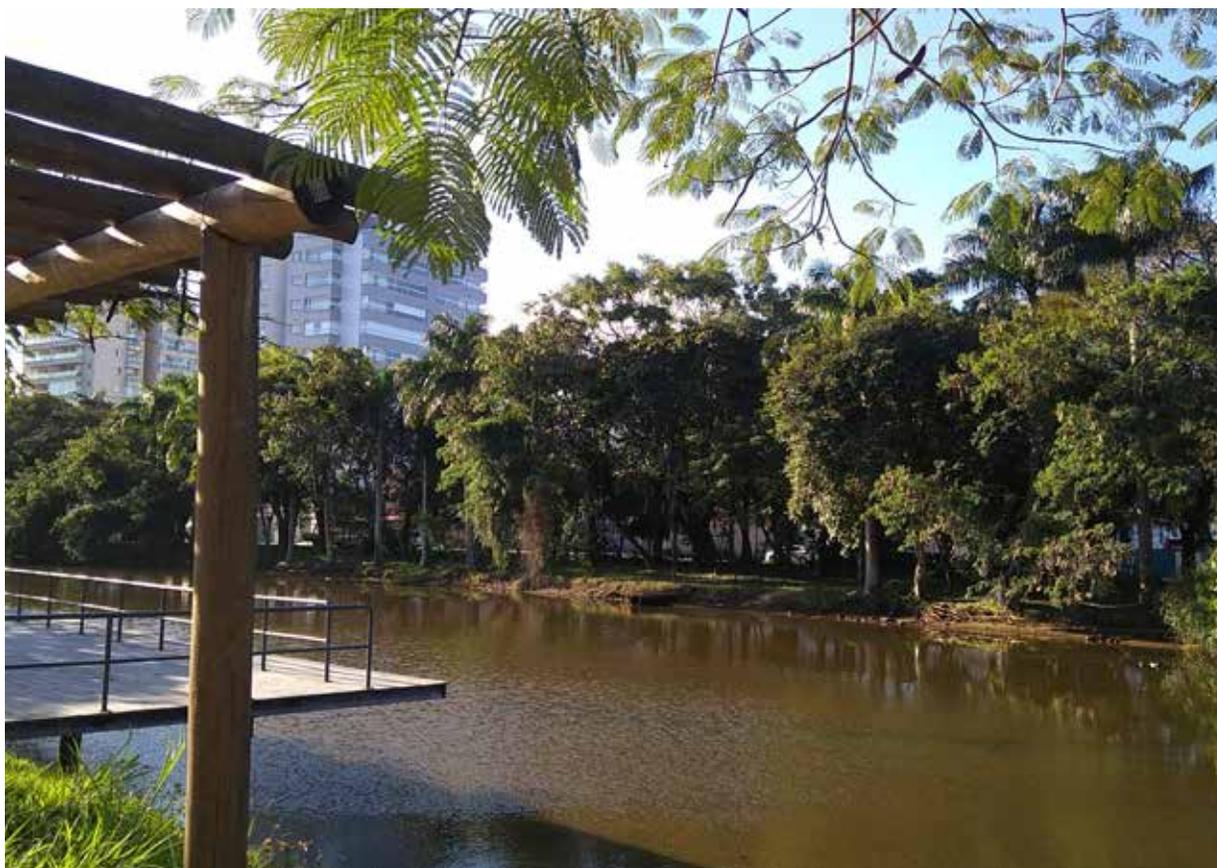
Considerando a reutilização, aplicada para usos que não exigem água potável (como a descarga e a irrigação), são necessários parâmetros mínimos de controle, para garantir a segurança das instalações e prevenir acidentes com vazamentos ou contato humano com a água utilizada, bem como garantir parâmetros mínimos exigidos pelo controle de processos industriais quando aplicados.

No caso de aproveitamento de água de chuva, além da portaria de qualidade, também são fornecidas diretrizes de qualidade nas Resoluções CONAMA nº 274/2000 e nº 357/2005 (alteradas pelas Resoluções nº 393/2007, nº 397/2008, nº 410/2009 e nº 430/2011).

A norma brasileira NBR 15527/2019 estabelece parâmetros mínimos de qualidade de água para usos não potáveis, previstos na norma como:

- Turbidez menor que 5 para todas as amostras.
- pH entre 6 e 9 para proteção das redes e dispositivos hidráulicos, e quando necessário, pode ser previsto uma etapa de ajuste do pH.
- Contagem de *E. coli* por volume de 100 mL inferior a 200 organismos.
- Recomenda ainda que, no caso de uso de cloro como agente de desinfecção, haja manutenção de um residual livre mínimo de 0,5 a 2 mg/L.

A Norma Técnica Brasileira NBR 13969/1997 define também que o grau de tratamento necessário dos esgotos deve ser conforme o uso mais restrito quanto à qualidade. Estabelece ainda a necessidade de tratamento para a porção necessária, com graus progressivos de tratamento, e não do tratamento de todo o volume no grau máximo.



Área de recreação às margens da foz do Rio Santo Antônio - Caraguatatuba, SP, Brasil.

A NBR 13969/1997 classifica os usos em classes, sendo a Classe 1 as que requerem contato direto com o usuário da água (lavagem de carros, por exemplo) e que podem ter risco de contato ou aspiração de aerossóis pelos operadores. A Classe 2 refere-se à lavagem de pisos, calçadas e irrigação de jardins. A Classe 3 compreende as descargas de vasos sanitários. E por último, a Classe 4, para irrigação de pomares e pastagens, através de escoamento superficial. A norma também descreve que usos distintos requerem reservatórios separados.

De forma geral, a legislação brasileira apresenta parâmetros e diretrizes suficientes para a implantação de sistemas de reúso. Os estudos indicam a prática do uso de água cinza como o mais frequente no Brasil, e com predominância de técnicas convencionais de tratamento, as quais envolvem menor custo.

## 5.4 INTEGRAÇÃO DE POLÍTICAS PÚBLICAS PARA GESTÃO HÍDRICA E URBANA

De acordo com a Constituição Brasileira, para o planejamento das cidades devem ser utilizados os instrumentos de planejamento ambiental, que compreendem o Zoneamento Ecológico-Econômico (ZEE), o Plano Diretor Municipal, o Plano de Bacia Hidrográfica, o Plano Ambiental Municipal, a Agenda Local e o Plano de Gestão Integrada da Orla (no caso de áreas costeiras). Além disso, também devem ser utilizados todos

### QUADRO 5-04

Artigo "Integração de políticas públicas no Brasil: o caso dos setores de recursos hídricos, urbano e saneamento"



os planos setoriais que são interligados às demandas dos municípios como saneamento básico, moradia, transporte e mobilidade. Esses instrumentos devem envolver ações institucionais preventivas e normativas para controlar os impactos negativos dos investimentos público-privados sobre os recursos naturais das cidades.

No que se refere aos corpos hídricos urbanos, somente após a década de 1960, foram iniciados os estudos dos impactos negativos causados pelo aumento populacional (GARRIDO NETO et al., 2019). Isso fez com que a drenagem das águas pluviais pudesse ser considerada não somente como uma proteção das áreas urbanas, mas também dos serviços ecossistêmicos.

Tucci (2016) afirma que o controle dos impactos deve ser feito com o uso de medidas não estruturais integradas às estruturais, as quais normalmente causam um elevado custo ao poder público. Entre as medidas não estruturais estão as políticas públicas adotadas em consonância com as diretrizes dos instrumentos de planejamento urbano, com intuito de mitigar o aumento das taxas de escoamento superficial e maximizar a eficiência dos sistemas de drenagem.

### QUADRO 5-05

Vídeo sobre as soluções baseadas na natureza para a segurança hídrica



As medidas compensatórias de drenagem urbanas propiciam o equilíbrio entre as taxas de infiltração e as de escoamento, aumentando a possibilidade de retenção das águas de chuvas em momentos críticos. Entre as principais medidas compensatórias estão os jardins de chuva, os telhados verdes, os pavimentos permeáveis drenantes, as cisternas para coleta de águas pluviais, as bacias de infiltração, retenção e detenção.



Jardins de chuva ao longo da Avenida Irymple - Kew East, VIC, Austrália.

FOTO: VASSILIKI TEREZINHA GALVÃO BOULOMYIS

A sinergia entre as medidas estruturais e as não estruturais, com o uso de medidas compensatórias para a drenagem sustentável das águas de chuvas, propiciam melhoria na qualidade de vida dos habitantes e também nos ecossistemas das áreas urbanizadas.



FOTO: VASSILIKI TEREZINHA GALVÃO BOULOMYITIS

Área de recreação no Rio Yarra, Parque Studley - Kew, VIC, Austrália.

## ESTUDO DE CASO

# MANEJO DE RECURSOS HÍDRICOS URBANOS NA AUSTRÁLIA

Ashantha Goonetilleke

Até o final das próximas décadas, 91% da população australiana viverá em áreas urbanas (UNDESA, 2018). Na medida em que tais áreas se expandem, terras agrícolas são convertidas em áreas construídas, tornando as cidades cada vez mais congestionadas. Uma das abordagens-chave para garantir o bem-estar de comunidades urbanas é prover acesso adequado e seguro à água. Isso demanda a proteção de preciosos recursos hídricos disponíveis nas cidades, que também funcionam como importantes bens comunitários e ecológicos.

A importância das águas receptoras nas cidades cresce junto com o adensamento populacional e os ambientes aquáticos tornam-se ainda mais significativos como recursos para propiciar recreação e embelezar os centros urbanos (ASAKAWA et al., 2004). A necessidade de “ilhas de tranquilidade”, tais como corredores ecológicos no meio de ambientes construídos e movimentados, tem sido claramente abordada na literatura científica (GOBSTER et al., 2004).

Os ambientes aquáticos urbanos australianos têm ainda papel fundamental para o habitat da vida selvagem. Davies (1983) verificou que 60% da vida selvagem nativa de Queensland se faz presente nos corredores ecológicos urbanos da região. Assim, estratégias inovadoras são essenciais para garantir que bens essenciais como esses estejam devidamente protegidos.

Na Austrália, a drenagem das águas de chuva e os sistemas de coleta de esgoto são geridos de forma separada, trazendo benefícios importantes para o manejo pragmático dos recursos hídricos urbanos. O manejo prudente das águas de chuva é crítico para proteger o ecossistema aquático urbano. Dessa forma, a manutenção dos canais naturais de drenagem, a proteção da qualidade do ecossistema aquático, por meio do controle da poluição, e a sua preservação para finalidades recreativas são medidas essenciais para a gestão das águas urbanas.



FOTO: ASHANTHA GOONETILLEKE

Rio Coomera na área urbana de Gold Coast, Queensland, Austrália.

A abordagem australiana do manejo de águas urbanas busca criar uma cidade habitável ao promover a sustentabilidade, a resiliência e a produtividade das fontes hídricas disponíveis. Isso dá origem ao conceito de “Cidades Hidricamente Sustentáveis” (CHS) (FORSSBERG; MALMQVIST; SÖRELIUS, 2015), que defende a integração do manejo de água e oferece princípios para o planejamento das cidades, pensando na contribuição da água, tanto para a economia quanto para os serviços ecossistêmicos. Assim, fica garantido que a proteção urbana das vias hídricas sirva para diversas finalidades: padrão estético das paisagens, canais para usos múltiplos, sistemas de drenagem e controle de enchentes.

Uma das principais características das CHS é a aplicação de Soluções Baseadas na Natureza (SBNs) para o manejo do escoamento e da mitigação da poluição das águas pluviais. As SBNs são medidas passivas que não exigem esforços externos. Com relação ao manejo de águas pluviais, as SBNs são baseadas no conceito de Projeto Urbano Sensível à Água (WSUD, na sigla em inglês) como uma transição para cidades “sensíveis” à água. Tais medidas são também conhecidas em diferentes partes do mundo como:

- Desenvolvimento de Baixo Impacto (LID, na sigla em inglês);
- Sistemas de Drenagem Urbana Sustentáveis (SUDS, na sigla em inglês);
- Dispositivos para a Melhoria da Qualidade das Águas Pluviais (SQIDs, na sigla em inglês);
- Melhores Práticas de Manejo (BMP, na sigla em inglês).

O conceito de WSUD tem como principais fundamentos:

- Proteção dos ecossistemas aquáticos no processo de conversão de terras cobertas por vegetação em áreas construídas.
- Aumento da qualidade da água jogada nos corpos hídricos urbanos.
- Garantia de que toda a água urbana seja manejada como fonte para reúso ou para criação de paisagens esteticamente agradáveis.
- Integração de medidas de tratamento de águas pluviais no processo de incorporação de novos espaços, permitindo corredores ecológicos que sirvam tanto para preservação da vida selvagem quanto para a realização de atividades recreativas.
- Mitigação de mudanças extremas no escoamento das águas a partir da ocupação de novos espaços, por meio do aumento da infiltração e da recarga de aquíferos.
- Integração da água no planejamento das paisagens urbanas, aumentando assim o seu valor visual, social, cultural e ecológico para a população.
- Projeto de tratamento de águas pluviais, economicamente viável, para ser colocado em prática.

Uma característica do manejo hídrico urbano australiano é que ele se baseia, essencialmente, no reúso da água. Pesquisas mostram que tanques domésticos de captação de água de chuva, por exemplo, podem representar uma contribuição significativa para o abastecimento, tanto para demandas internas como externas à própria edificação. Estudos de larga escala na Austrália relataram que armazenamentos de quantidades típicas de água podem ser superiores a um terço do consumo diário das famílias (COOMBES; BARRY, 2008). Entretanto, a reutilização de águas pluviais requer uma mudança significativa no modelo mental da população.

Comumente, águas pluviais urbanas são consideradas como um problema por causarem enchentes, as quais poluem e degradam a saúde do sistema aquático. Conse-

QUADRO 5-06

Artigo “Desenhando cidades com Soluções baseadas na Natureza”



QUADRO 5-07

Diretrizes para gestão de águas pluviais de Brisbane no conceito WSUD (em inglês)



quentemente, as autoridades municipais fazem um esforço significativo para coletar e remover as águas pluviais das áreas urbanas o mais rapidamente possível. Entretanto, muitos ignoram o fato de que as águas pluviais urbanas são a última fonte de recursos hídricos em muitas cidades e que a urbanização crescente faz escalar a demanda por água potável. O reúso das águas pluviais depende do conceito-chave de “uso adequado ao propósito”.

Isso se relaciona essencialmente ao uso da água com diferentes níveis de qualidade para atender demandas específicas. Por exemplo, o uso de água de boa qualidade para beber e cozinhar, e o de qualidade inferior, para a descarga sanitária. Na Austrália, o armazenamento e o reúso de água das chuvas têm sido realizado crescentemente em áreas urbanas e nas que se desenvolveram recentemente para minimizar o uso da água potável, principalmente nas regiões em que a mesma é mais escassa.

Outra aplicação vital das águas pluviais é na Recarga Gerenciada de Aquíferos (MAR, na sigla em inglês) (DILLON, 2010), realizada por meio do seu armazenamento em estratos geológicos permeáveis e superficiais evitando a necessidade de instalar um coletor para a água. A MAR coleta água da chuva por meio de áreas alagadas ou bacias de detenção, recarregando os aquíferos por intermédio dos poços injetores por bombeamento ou via infiltração natural. Entre os benefícios da MAR estão: a proteção contra a salinização do aquífero, que normalmente ocorre devido à extração constante de água subterrânea; o melhor gerenciamento da demanda por águas subterrâneas; e o aumento do fluxo de água em áreas alagadas. Entretanto, a MAR exige condições hidrogeológicas favoráveis para permitir o armazenamento de grandes volumes de água em pequenas profundidades.



FOTO: ASHANTHA GOONETILLEKE

Bacia de bioretenção em Gold Coast, Queensland, Austrália.

Por fim, um aspecto central do manejo de águas urbanas é o papel do planejamento no uso do solo, particularmente em relação ao controle de enchentes. Medidas estruturais sozinhas são insuficientes para a mitigação de enchentes quando o desenvolvimento urbano segue ocupando planícies aluviais. O planejamento prudente garante o uso adequado do solo ao considerar como os assentamentos humanos podem ser projetados para suportar eventos de enchentes. Isso pode ocorrer, por exemplo, ao localizar terrenos com riscos reduzidos de alagamento para abrigar novas áreas de crescimento da cidade, ou locais onde os efeitos das enchentes possam ser administrados. Deve ser priorizada a incorporação de canais para o escoamento das águas de chuvas, sem obstáculo, prevendo também a implantação de corredores de uso múltiplo e espaços para infraestruturas de drenagem. Corredores de uso múltiplo se relacionam com os muitos usos das áreas sujeitas ao alagamento, podendo funcionar como espaços abertos ou parques para recreação e em períodos de enchentes, servirem como bacias de retenção de água.

Dessa forma, o manejo efetivo do ciclo de águas urbanas é essencial para garantir o bem-estar da população das áreas urbanizadas e para proteger os ecossistemas naturais. A abordagem australiana desse manejo é baseada em conceitos de um desenvolvimento urbano sensível às águas, produzindo cidades hidricamente sustentáveis a partir do entendimento de que é necessário promover interdependência entre o uso dos recursos hídricos e a realização das atividades humanas no contexto das cidades. Esses conceitos têm-se provado efetivos para melhorar a saúde humana e a dos ecossistemas e, ao mesmo tempo, contribuir com o crescimento econômico do país.



FOTO: ASHANTHA GOONETILLEKE

Bacia de retenção para águas de chuva, Gold Coast, Queensland, Austrália.



Foto: LUIZA ISHIKAWA FERREIRA

Aguapé (*Eichhornia crassipes*) no Pantanal: Rio Paraguai, MT, Brasil

# Espécies invasoras nos Ecossistemas Aquáticos

Andreia Isaac  
Gabriela Sponchiado Hein  
Janice Peixer  
Karoline Serpa  
Larissa Corteletti da Costa  
Luiza Ishikawa Ferreira

## 6.1 ECOSSISTEMAS AQUÁTICOS

O ecossistema representa o conjunto formado por uma comunidade biótica (seres vivos) e os componentes abióticos (fatores físicos, geológicos e químicos, como energia solar, temperatura, solo, água, ar, nutrientes, etc.) que interagem, propiciando troca de matéria e energia entre seres vivos e elementos não vivos.

Em um ecossistema aquático continental, tem-se a região litorânea, que é a área em contato direto com o ambiente terrestre. Há também a região limnética ou pelágica, que, segundo Esteves (1988), é a área que não sofre influência direta do ecossistema terrestre adjacente.

Em ambientes aquáticos, como nas bacias hidrográficas, há vários problemas. Entre eles têm-se as invasões biológicas (ou bioinvasões), que são caracterizadas pela entrada de organismos que antes não ocorriam ali de forma natural. Esse processo pode acontecer naturalmente ou por intermédio de ações antrópicas. Por exemplo, o aumento da temperatura, causado pelas mudanças climáticas, pode fazer com que organismos que antes se encontravam apenas em locais quentes consigam expandir sua distribuição para locais com temperaturas mais amenas (agora mais aquecidos). No novo local, a espécie invasora, pode causar prejuízos relacionados à biodiversidade, à saúde e à economia, por isso, a invasão biológica vem sendo caracterizada como um dos graves problemas ambientais da atualidade.

QUADRO 6-01

Livro "Ecossistemas aquáticos: tópicos especiais"



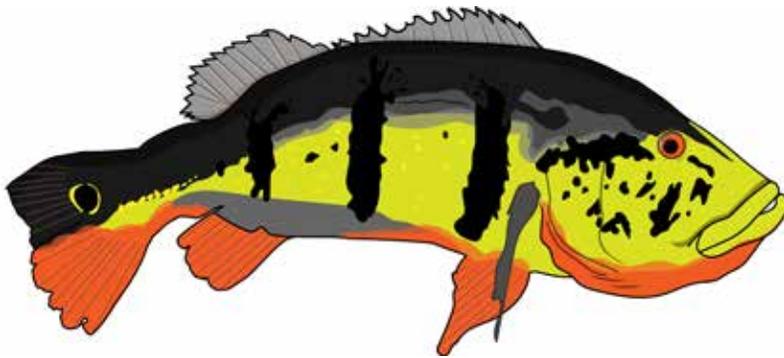
### QUADRO 6-02

#### Caderno "Espécies Exóticas Invasoras"



Cada espécie biológica ocupa um determinado território, que pode ser tão extenso quanto um oceano ou tão pequeno quanto a nascente de um rio. A extensão geográfica ocupada por muitas espécies é limitada por barreiras climáticas e ambientais como oceanos, desertos, montanhas e rios, que são barreiras que restringem a movimentação das espécies resultando no isolamento geográfico das mesmas.

Usa-se o termo **espécie nativa** para se referir a uma espécie quando ela está presente em seu ambiente de origem. O tucunaré (*Cichla* sp.), por exemplo, é uma espécie de peixe nativa da Bacia Amazônica. O mexilhão-dourado (*Limnoperma fortunei*) é uma espécie de molusco nativa do sul da Ásia. Quando essas mesmas espécies são encontradas em regiões diferentes das originais, são chamadas de **espécies exóticas**. Então, o tucunaré é uma espécie nativa na Bacia Amazônica, mas é uma espécie exótica na Bacia do Rio Paraná. Assim como o mexilhão-dourado é nativo no Sul da Ásia, mas é uma espécie exótica no Brasil.



Tucunaré (*Cichla* sp.) peixe nativo da bacia Amazônica.

ILUSTRAÇÃO: MÁVANI LIMA SANTOS - LAIC



Mexilhão-dourado (*Limnoperma fortunei*) do sul da Ásia.

ILUSTRAÇÃO: ALLICIA CIBELY DOS SANTOS MOURA - LAIC

### QUADRO 6-03

#### Livro "Manual de Cianobactérias Planctônicas: Legislação, Orientações para o Monitoramento e Aspectos Ambientais"



Em algumas bacias hidrográficas, há também ocorrência de espécie criptogênica, ou seja, aquelas cuja origem biogeográfica é incerta ou para a qual não existe evidência que permita a conclusão de que a espécie é nativa ou exótica. As cianobactérias *Dolichospermum circinale* e *Mycrocystis aeruginosa*, bastante comuns em muitos reservatórios de água doce do Brasil, são exemplos desse caso.

Algumas espécies de cianobactérias são importantes na oxigenação da água e também no processo de autodepuração natural dos corpos hídricos, mantendo assim a boa qualidade da água. No entanto, algumas espécies têm a reprodução potencializada causando um desequilíbrio ecológico: a eutrofização. Esse desequilíbrio é causado pelo excesso de matéria orgânica na água e, geralmente, ocorre como consequência de despejo de esgoto doméstico.

As cianotoxinas (hepatotoxinas, dermatotoxinas e neurotoxinas) produzidas pelas cianobactérias são o maior problema na água de consumo humano porque implicam em sérios riscos à saúde pública. Essas substâncias são hidrossolúveis, passam pelo sistema

de tratamento convencional e resistem mesmo na água fervida. Assim, o monitoramento das cianobactérias tóxicas e cianotoxinas nos mananciais de água para abastecimento público é imprescindível para identificar os locais com risco potencial (CETESB, 2013).

Infelizmente, as atividades humanas estão prejudicando e degradando muitos serviços ecológicos e econômicos prestados pelos rios, lagos e zonas úmidas. Por exemplo: barragens e canais, diques de controle de inundações, cidades e plantações que adicionam poluentes e excesso de nutrientes resultando no aumento significativo de algas e cianobactérias. As áreas aterradas ou drenadas para agricultura também afetam o fluxo das águas e causam alterações nos ecossistemas, assim como as áreas cobertas por concreto, por asfalto e demais construções (MILLER; SPOOLMAN, 2015).

## 6.2 INTRODUÇÃO DE ESPÉCIES

A introdução de espécies exóticas aquáticas ocorre desde o descobrimento do Brasil, mas em relação às espécies aquáticas continentais, têm-se registro apenas a partir da década de 1960. O século XX foi marcado por grandes avanços econômicos e tecnológicos no país e no mundo. Nesse período, quando houve intensificação do comércio marítimo, alguns organismos incrustantes e outros oriundos da água de lastro, que passou a ser largamente utilizada (SOUZA; CALAZANS; SILVA, 2009), passaram a viajar entre os oceanos. Águas de lastro podem transportar espécies de algas, pequenos peixes e diversas espécies de animais invertebrados.

As espécies podem se deslocar para novas áreas geográficas naturalmente, sem a interferência humana, por exemplo, eventos de grandes inundações e balsas de vegetação (“ilhas” flutuantes). No entanto, as atividades antrópicas aumentaram a ocorrência desse fenômeno (TOWNSEND; BEGON; HARPER, 2006).

Atualmente, um número muito grande de espécies animais e vegetais já foi transportado do seu local de origem para novos ambientes. A introdução de espécies tem ocorrido ao longo do tempo de diversas maneiras, sendo que algumas ocorreram, e ainda ocorrem, de forma acidental e outras de forma intencional.

Um exemplo importante de transporte acidental ocorreu com o mexilhão-dourado (*Limnoperna fortunei*). Esse molusco de pequeno porte, de 3 a 4 centímetros (cm), chegou acidentalmente ao continente sul-americano em meados da década de 1990. Ele foi trazido juntamente com as águas utilizadas como lastro em navios cargueiros. Inicialmente, o mexilhão ocupou a Baía do Rio da Prata, onde conseguiu se estabelecer e passou a se reproduzir com sucesso. A partir daí, chegou até as bacias dos rios Paraguai e Paraná.

As introduções intencionais ocorrem há centenas de anos para fins ornamentais, para fins de controle biológico e, principalmente, para fins alimentares, como é o caso da piscicultura. Esta é uma atividade que merece destaque como fonte de introdução de espécies exóticas nas bacias hidrográficas do Brasil. A tilápia-do-Nilo (*Oreochromis*

QUADRO 6-04

“Manual para estudo de cianobactérias planctônicas em mananciais de abastecimento público”



QUADRO 6-05

Livro  
“Água de lastro: Gestão e Controle”



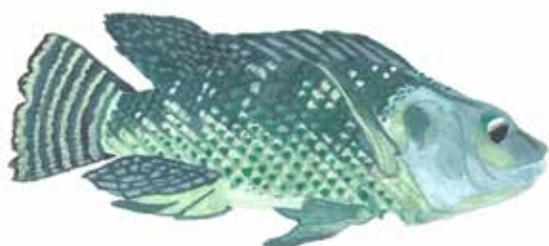
QUADRO 6-06

Livro  
“Mexilhão-dourado (*Limnoperna fortunei*)”



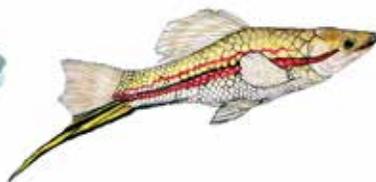
*niloticus*), por exemplo, ocorre naturalmente em rios do continente africano, mas foi introduzida no Brasil para cultivo e atualmente é a espécie mais produzida no nosso território. Ao longo do tempo, as falhas no manejo dessa espécie vêm permitindo que ocorram escapes dos tanques de cultivo para os riachos e rios adjacentes aos mesmos. Como resultado, hoje a tilápia pode ser encontrada em diversos rios brasileiros e sua presença é preocupante por gerar desequilíbrio ambiental em função da competição com as espécies nativas podendo causar a diminuição ou extinção das mesmas.

A produção de peixes ornamentais é outra fonte de introdução de espécies exóticas nos riachos, rios, lagos e reservatórios brasileiros. A liberação desses peixes nos corpos d'água pode ocorrer de forma acidental durante o manejo, ou intencionalmente. O plati (*Xiphophorus hellerii*), o barrigudinho (*Poecilia reticulata*) e o tetra (*Hyphessobrycon eques*), são exemplos de peixes ornamentais encontrados em rios brasileiros.



Tilápia-do-Nilo (*Oreochromis niloticus*)

ILUSTRAÇÃO: MARIA JULIANA SANTOS DA SILVA - LAIC



Plati (*Xiphophorus hellerii*)

ILUSTRAÇÃO: MIRELE DA SILVA MOREIRA - LAIC



Tetra-serpae (*Hyphessobrycon eques*)

ILUSTRAÇÃO: JEOVÁ DA ROCHA SANTOS - LAIC



Barrigudinho (*Poecilia reticulata*)  
machos do Ribeirão das Cabras

ILUSTRAÇÃO: CJT



Barrigudinho (*Poecilia reticulata*)  
fêmeas do Ribeirão das Cabras

ILUSTRAÇÃO: CJT



Hydrilla (*Hydrilla verticillata*)

ILUSTRAÇÃO: JHONYD JHONATA DE OLIVEIRA MARMO - LAIC

### 6.3 INVASÕES BIOLÓGICAS

Quando uma espécie é introduzida em um novo ambiente, pode não se adaptar e desaparecer ou resistir ao ambiente novo e permanecer. Se a espécie permanecer no novo ambiente, conseguir se reproduzir e ainda se dispersar para outros locais (como o mexilhão-dourado), destacando-se no ambiente e causando prejuízo às espécies nativas, ela passa a ser chamada de espécie invasora. Um outro exemplo de espécie invasora é a macrófita submersa conhecida como falsa-elódea (*Hydrilla verticillata*) de origem asiática.

No novo ambiente, muitas espécies invasoras não encontram predadores nem parasitas especializados e por isso são favorecidas. Porém, deve-se lembrar que nem todas as espécies exóticas tornam-se invasoras. Na verdade, poucas delas completam o processo de invasão. Para completar esse processo, a espécie exótica precisa passar pelas seguintes etapas: transporte, introdução, estabelecimento e dispersão.

- 1ª Etapa – Transporte: movimento da espécie (acidental ou intencional) até um novo local, onde não ocorria naturalmente;
- 2ª Etapa – Introdução: Entrada no novo ambiente;
- 3ª Etapa – Estabelecimento: Após introduzida, a espécie precisa se estabelecer no meio, ou seja, ter a capacidade de sobreviver e se reproduzir no novo local;
- 4ª Etapa – Dispersão: A dispersão é o movimento da espécie exótica para áreas ainda não ocupadas. As espécies podem vir a ocupar grandes áreas, até mesmo continentes inteiros.

O processo de bioinvasão pode ser interrompido se alguma das etapas acima impedir a sobrevivência, a reprodução ou a dispersão da espécie.

As espécies que se tornam invasoras, normalmente apresentam algumas características em comum, como alta taxa de reprodução e de crescimento. Além das espécies já citadas, têm-se a planta aquática lírio-do-brejo (*Hedychium coronarium*), originária da região do Himalaia; o hidrozoário (*Cordylophora caspia*), nativo do Mar Cáspio e do Mar Negro; a amêijoia-asiática (*Corbicula fluminea*); a pescada-do-Piauí (*Plagioscion squamosissimus*); e o tucunaré (*Cichla ocellaris*), uma das espécies mais comuns em introdução.



Amêijoia-asiática, (*Corbicula fluminea*): Conchas fechadas (vivas) e abertas nas margens do Ribeirão das Cabras, Campinas, SP.



### 6.3.1 Impactos das espécies invasoras



Gastrópode (*Physa acuta*)

ILUSTRAÇÃO: LETICIA TARGINO  
BORGES DE CARVALHO - LAIC

As espécies invasoras, além de competirem com espécies nativas e causarem desequilíbrios ecológicos, podem trazer prejuízos à irrigação, ao abastecimento de água, à geração de energia elétrica e podem comprometer a pesca de peixes nativos. Também podem causar risco à saúde pública, como é o caso do molusco caracol-bexiga (*Physa acuta*), potencial hospedeiro dos parasitas trematódeos *Fasciola hepatica* e *Echinostoma* spp., que causam doenças em humanos.

### 6.3.2 Ações mitigadoras para a invasão biológica

Após a invasão biológica é extremamente difícil e oneroso realizar o controle destes organismos. Algumas técnicas empregadas são a remoção manual, a diminuição dos escapes/introduções, o uso de métodos químicos para a alteração do pH da água, a anoxia (privação total do oxigênio dentro dos tecidos ou órgãos), a hipoxia (insuficiência de oxigênio nos tecidos para manter as funções corporais), o uso do cloro gasoso, a utilização de herbicidas, entre outros. Porém, mesmo com a utilização dessas técnicas, a eliminação das espécies invasoras é considerada praticamente impossível. Portanto, o melhor é levar em conta o princípio da precaução e prevenir a introdução de espécies exóticas nas bacias hidrográficas.

## 6.4 PRESERVAÇÃO E CONSERVAÇÃO

As ações de preservação visam salvar espécies, áreas naturais, ecossistemas e biomas. Nesse sentido, tais ações representam uma forma de proteger a natureza, independentemente do interesse utilitário para o ser humano e do valor econômico que possa representar (PÁDUA, 2006).

Mata ciliar em  
ambiente preservado:  
Cataratas do Iguaçu,  
PR, Brasil.



FOTO: VASSILIKI TEREZINHA GALVÃO BOULOMYTI

Já a conservação envolve ações de cuidado e respeito à natureza, onde é possível o uso sustentável dos seus recursos naturais. Nesse caso, a participação humana deve ser harmoniosa e com intenção de proteção (PÁDUA, 2006).



Foto: Vassiliki Terezinha Galvão Boulomytis

Em virtude das mudanças que o ser humano vem promovendo no ambiente, fica claro que a sociedade precisa rever seu modo de produção e adaptar as formas de extração e consumo, a fim de garantir a disponibilidade dos recursos para as gerações futuras e mitigar impactos já observados.

Os cientistas já têm muitos dados que comprovam que estamos alterando as condições naturais do nosso planeta e que as consequências já podem ser observadas nesta geração: inundações frequentes, aumento da temperatura em muitas regiões do planeta com a ocorrência de temperaturas próximas a 40 graus ou mais, onde registros dessa magnitude eram pouco frequentes ou raras; eventos climáticos extremos mais frequentes como tufões, secas prolongadas e chuvas fortes. Naturalmente, alguns eventos são cíclicos (efeito José e Noé) e que devido às ações antrópicas, em algumas localidades, têm se acelerado ou potencializado.

Ambiente aquático usado para recreação: Geelong, VIC, Austrália.

QUADRO 6-07

Artigo  
"O Sol, o motor das variabilidades climáticas"



### 6.4.1 Ecossistemas terrestres e aquáticos

Quando conservamos partes do continente, também conservamos os rios, lagos e as espécies que vivem neles. Como comprova um estudo recente de Leal et al. (2020) os pesquisadores da Rede Amazônia Sustentável avaliaram mais de 1,5 mil espécies de água doce e terrestre na Amazônia brasileira. Eles estudaram peixes, libélulas, besouro rola-bosta, entre outros e concluíram que os projetos de ações integradas sobre ecossistemas terrestres e aquáticos podem aumentar em 600% a proteção dos ecossistemas de água doce. Outra conclusão foi que sem o sistema integrado, ou seja, utilizando apenas dados sobre a vida terrestre, cerca de 20% da biodiversidade aquática é preservada.

QUADRO 6-08

Notícias  
"Importância da conservação da biodiversidade"



### QUADRO 6-09

Livro "Bacias Hidrográficas: fundamentos e aplicações"



### 6.4.2 Recuperação e revitalização

A recuperação, a conservação e a preservação das águas e do meio ambiente são um grande desafio para todas as bacias hidrográficas do Brasil e do mundo. A revitalização, então, viria como uma nova abordagem para a gestão dos recursos hídricos. Ela representa o conjunto de ações planejadas para adequar a gestão dos recursos hídricos às diversidades físicas, bióticas, demográficas, econômicas, sociais e culturais da bacia. Essas ações incluem a despoluição das águas, a conservação dos solos, a adaptação à diversidade climática, a gestão e o monitoramento das bacias, a gestão integrada dos resíduos sólidos, a educação ambiental, a criação e o manejo de unidades de conservação, a preservação da biodiversidade, o reflorestamento e a recomposição das matas ciliares. Os programas de revitalização das bacias hidrográficas, em geral, possuem entre as suas ações, a recuperação de áreas degradadas em regiões de mata ciliar e nascentes.

### 6.4.3 Mata ciliar: importância e revitalização

### QUADRO 6-10

"Manual de Recuperação de Matas Ciliares para Produtores Rurais"



A mata ciliar é a vegetação nativa que fica às margens de rios, igarapés, lagos e represas. Quando não impactada, ela forma uma área bastante rica em biodiversidade. Essa vegetação desempenha o papel de filtro entre as partes mais altas da bacia hidrográfica, utilizadas geralmente pelo homem para a agricultura e urbanização, e a rede de drenagem, onde se encontra o recurso mais importante para o suporte da vida: a água. As matas ciliares desempenham um importante papel na proteção dos rios, tornando fundamental a sua conservação e recuperação.

Dentre as funções da mata ciliar, destacam-se:

- Proteger os mananciais;
- Filtrar os poluentes;
- Regular a chegada de nutrientes, sedimentos, adubos e inclusive dos fertilizantes e agrotóxicos;
- Controlar processos erosivos das ribanceiras que provocam o assoreamento dos corpos hídricos;
- Servir de corredor ecológico para muitas espécies;
- Proporcionar a integração com a superfície da água, proporcionando proteção e alimentação para peixes e outros componentes da fauna aquática;
- Regular a temperatura da água;
- Controlar a entrada de luz solar;
- Aumentar o acúmulo de água no lençol freático.

Livro  
"Mata Ciliar:  
Recuperações  
bem-sucedidas"



Para o trabalho de restauração da mata ciliar, devemos considerar a importância da participação dos produtores rurais. Na maioria das vezes, as áreas estão em suas propriedades e o sucesso dessa ação só ocorrerá com um trabalho conjunto, inclusive com o poder público, que deverá elaborar o projeto e participar dos editais dos Programas da Política de Mananciais e das Agências das Bacias Hidrográficas. Segundo Gomes et al. (2011) para a recuperação e conservação de mata ciliar, dentro do manejo de bacias, deve-se considerar, durante todo o planejamento, o produtor e a importância dessas áreas para a sua sobrevivência.

Quando se observam as diversas funções que a mata ciliar exerce, nota-se que é essencial a integração entre os meios terrestre e aquático, pois o equilíbrio entre ambos proporciona uma melhor qualidade de vida para todos os organismos que dependem direta e indiretamente dos recursos naturais disponíveis. A análise mais minuciosa das condições das bacias hidrográficas nos dá indicativos de como são as condições locais em relação à qualidade geral desses ambientes.

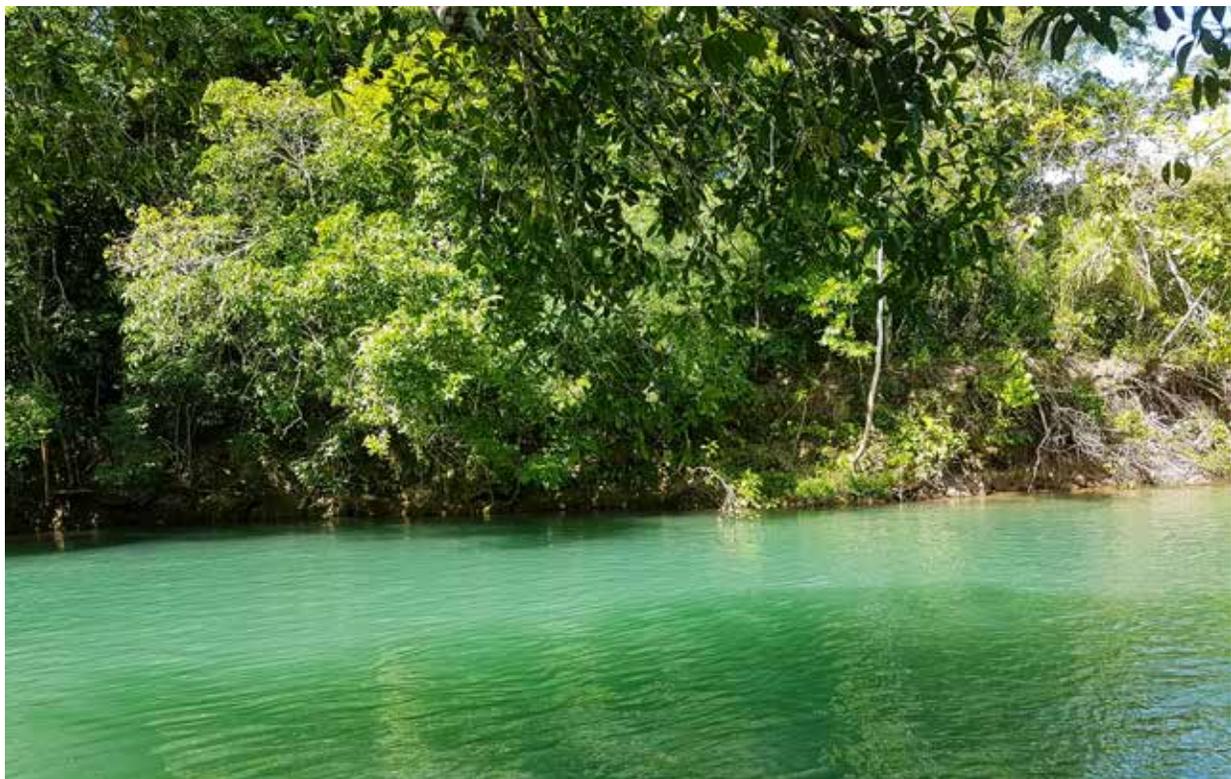


FOTO: LUIZA ISHIKAWA FERREIRA.

Rio com presença da mata ciliar: Bonito, MS, Brasil.

#### 6.4.4 Ações de revitalização das bacias hidrográficas

Quando se trata de ações de revitalização das bacias hidrográficas, é preciso conhecer as causas da perda da qualidade ambiental e da degradação da natureza no entorno e na bacia hidrográfica.

Entre essas causas pode-se citar:

- Avanço descontrolado da agricultura intensiva por meio da irrigação;
- Desmatamento;
- Supressão da mata ciliar;
- Superexploração dos mananciais;
- Construção de barragens e hidrelétricas;
- Mineração e siderurgia;
- Falta de saneamento básico na bacia (poluição).

Barragem  
Maroondah:  
Healesville, VIC,  
Austrália.



FOTO: VASSILIKI TEREZINHA GALVÃO BOULOMYTIS

Após ações de revitalização, é possível avaliar se uma bacia hidrográfica foi realmente revitalizada utilizando três métodos de análise. São eles:

- Métodos quantitativos: oxigênio dissolvido, pH, turbidez;
- Métodos qualitativos: materiais flutuantes, óleos, graxas, sabor e odor;
- Métodos quali-quantitativos: por meio de bioindicadores.

Parque Estadual  
da Serra do Mar:  
Caraguatatuba,  
SP, Brasil.



FOTO: VASSILIKI TEREZINHA GALVÃO BOULOMYTIS

### 6.4.5 Monitoramento

O monitoramento das condições de uma bacia hidrográfica deve ser constante, pois ao notar algo irregular é possível procurar o quanto antes as fontes poluidoras, que podem ser pontuais ou difusas. Atualmente, o uso de recursos tecnológicos, como drones e demais equipamentos portáteis disponíveis no mercado, ajudam na identificação da fonte do problema e, consequentemente, permitem o rápido combate à causa, com a eliminação ou minimização dos danos ao meio ambiente.

Observar o entorno da área e alguns bioindicadores pode ajudar a obter respostas mais imediatas, que auxiliam nas tomadas de decisões a curto prazo para diminuir os impactos negativos. Um olhar mais atento, ao comportamento de muitos animais que dependem diretamente dos corpos d'água, ajuda a perceber algumas alterações ambientais. Por exemplo: a observação de eventuais mudanças nos hábitos de algumas espécies de peixes ou o excesso de macrófitas aquáticas, nas lagoas marginais, nos reservatórios e nos demais corpos d'água fornecem indicativos de que há muita matéria orgânica, geralmente em consequência da descarga de esgoto doméstico.

As macrófitas aquáticas, como o aguapé (*Eichhornia crassipes*), têm um papel essencial na fitorremediação, que é o processo em que as plantas degradam, extraem ou imobilizam os poluentes. No entanto, em grande quantidade, essa espécie prejudica a dinâmica do ecossistema. Sua reprodução acelerada pode chegar a cobrir todo o espelho d'água, impedindo a chegada de luz solar para os demais organismos, além de causar a eutrofização.



FOTO: LUIZA ISHIKAWA FERREIRA

Aguapé  
(*Eichhornia crassipes*).

### 6.4.6 Compromissos assumidos pelo Brasil

Não só a degradação ambiental, mas também a presença das espécies invasoras, prejudicam a biodiversidade. E, infelizmente, há um grande prejuízo nessa relação. As espécies bioinvasoras competem diretamente ou indiretamente com as espécies nativas, causando a diminuição ou levando à extinção das mesmas.

Levando-se isso em consideração, devemos lembrar que a preocupação é mundial. Durante a 10ª Conferência das Partes da Convenção sobre Diversidade Biológica (COP-10), em 2010, realizada na cidade de Nagoya, Província de Aichi, no Japão, foi aprovado o Plano Estratégico de Biodiversidade para o período de 2011 a 2020. Esse documento prevê um quadro global sobre a diversidade biológica e busca estabelecer ações

### QUADRO 6-12

Livro "Metas de Aichi: Situação atual no Brasil – Diálogos sobre Biodiversidade: Construindo a Estratégia Brasileira para 2020"



concretas para deter a perda da biodiversidade planetária. O plano serve de base para estratégias do sistema das Nações Unidas e para todos os outros parceiros envolvidos na gestão da biodiversidade. As Metas de Aichi 2011–2020 trazem, em cinco objetivos estratégicos, as vinte metas que fazem referência à conservação da biodiversidade. Elas são a base do planejamento vigente relacionado à implementação da Convenção sobre Diversidade Biológica (CDB), assinada por 193 países, inclusive o Brasil. Uma das metas, a de número nove, refere-se às espécies exóticas invasoras: “em 2020, espécies exóticas invasoras e rotas de introdução devem estar identificadas e priorizadas; espécies prioritárias devem estar controladas ou erradicadas e devem ser adotadas medidas para gerenciar as rotas, prevenindo a introdução e o estabelecimento de espécies exóticas invasoras”. Assim, é importante a continuidade de trabalhos sobre o levantamento das espécies invasoras nas bacias hidrográficas brasileiras.

A realização da Conferência das Nações Unidas sobre Meio Ambiente e Desenvolvimento, na cidade do Rio de Janeiro, em 1992, foi um grande passo para conscientizar a população sobre a necessidade da mudança de comportamento e o modo como o ser humano se relaciona com o Planeta Terra.

### QUADRO 6-13

"Declaração do Rio de Janeiro"



Algumas ações antrópicas modificam de forma negativa ou causam a morte de muitos dos organismos dos ecossistemas aquáticos que são importantes ecologicamente, como no caso dos microrganismos, protozoários, fungos e plantas responsáveis pela autodepuração natural dos rios e demais corpos d'água. Nesse contexto, tem-se também a introdução de espécies exóticas que competem de forma direta ou indireta com os demais organismos do ambiente aquático.

Enquanto não ocorrerem de fato mudanças positivas de comportamento iniciando-se pelo individual, passando pela coletividade e por decisões políticas assertivas, de nada adiantam os acordos firmados quanto às mudanças climáticas, CDB e Metas de Aichi 2011–2020.

### QUADRO 6-14



Assistam ao "VII Webinário IFSP – Introdução de espécies e invasões biológicas: conceitos, fontes de introdução e ações mitigadoras"

VII Webinário IFSP:  
Introdução de espécies e invasões biológicas: conceitos, fontes de introdução e ações mitigadoras.

INSTITUTO FEDERAL de São Carlos  
Evento Corporativo

Programação  
05/11

18h30 - **Abertura**  
Profa. Dra. Janice Palear (IFSP Caraguatatuba)

18h35 - **Palestra 1: Espécies não nativas, de introdução e contusão**  
Prof. Dr. Almir M. Camargo (Departamento de Biodiversidade - UFPA, Seleno Palestra)

19h00 - **Palestra 2: Metodologias de coleta: estudo de organismos aquáticos introduzidos intencionalmente ou não e problemas ecológicos, com ênfase na itiofauna**  
Profa. Dra. Luiza Ishikawa Ferreira (PUC Campinas)

19h30 - **Palestra 3: Espécies exóticas invasoras: impactos sobre os recursos pesqueiros nativos**  
Prof. Dra. Luiza Motawa (Instituto de Biociências - UFMT)

20h00 - **Palestra 4: Peixes exóticos do sudeste do Brasil: status das espécies, vias de introdução, distribuição e impactos**  
Pesquisadora Marina Lopes Bueno (Bióloga, Doutorado no Departamento de Ecologia e Conservação - UFPA)



Foto: Luiza Ishikawa Ferreira.

Macrófitas em um jardim filtrante: Distrito de Sousas, Campinas, SP, Brasil.

# Bioindicadores

Andreia Isaac  
Gabriela Sponchiado Hein  
Janice Peixer  
Karoline Serpa  
Larissa Corteletti Da Costa  
Yara Moretto

**A**s bacias hidrográficas próximas de áreas com alta urbanização são as mais vulneráveis ao despejo de efluentes industriais e domésticos, que carregam, respectivamente, grande quantidade de metais pesados e elevada carga orgânica de poluentes. Isso reduz drasticamente a qualidade dos recursos hídricos superficiais e, em consequência, a qualidade de vida das populações que habitam o entorno desses cursos d'água.

QUADRO 7-01

"Manual do Saneamento"



A realidade dos corpos e cursos d'água vizinhos aos agrupamentos humanos torna essencial a adoção de ferramentas e métodos que possibilitem a identificação da situação desses ecossistemas aquáticos. O biomonitoramento consiste, exatamente, em coletar e analisar informações sobre a qualidade do meio ambiente, baseando-se na estrutura das comunidades biológicas ali presentes.



Aflente do Rio Jacu: Córrego do Tone, Jd. Helian, SP, Brasil.

FOTO: JACQUELINE APARECIDA BÓRIA FERNANDEZ

Nesse sentido, o biomonitoramento da qualidade da água é o processo por meio do qual temos informações sobre as condições dos ambientes aquáticos, como rios, lagos e lagoas, a partir da presença, ausência e tipo de organismos que vivem ali. É por isso que esses seres vivos recebem o nome de bioindicadores.

QUADRO 7-02

Bioindicadores ou indicadores biológicos, são espécies, ou grupos de espécies, que permitem detectar e entender modificações ou perturbações no ambiente em que vivem. Estes organismos respondem rapidamente às alterações no meio devido às suas características biológicas, dentre elas, a sensibilidade. As espécies podem ser sensíveis, tolerantes ou resistentes aos estressores (por exemplo, poluentes), agentes ou condições causadores das mudanças. Por isso, alterações no habitat podem ser percebidas e compreendidas a partir da presença ou ausência dos bioindicadores; quantidade de indivíduos (escassez ou abundância); número de espécies (biodiversidade); e ampliação ou o encolhimento da sua área de distribuição. Assim, para serem considerados bons bioindicadores, esses grupos de seres vivos precisam possuir elevada abundância; fácil identificação; pouca mobilidade (movimentação); limites de tolerância estreitos (serem sensíveis às pequenas alterações ambientais); e ser bem conhecidos (ecologia e biologia).

Capítulo  
"Indicadores  
Biológicos de  
Qualidade"



FOTO: LUIZA ISHIKAWA FERREIRA

Águas turvas do Ribeirão dos Pires: Distrito de Sousas, Campinas, SP, Brasil.

Para realizar o biomonitoramento, analisa-se nos ambientes aquáticos atributos como presença e ausência, abundância e riqueza, e características morfológicas e fisiológicas dos bioindicadores. O resultado da análise é, então, comparado aos padrões ambientais esperados para áreas não impactadas, ou seja, a condição impactada versus a esperada em condição natural, possibilitando assim, avaliar se houve alguma mudança. Alguns grupos de espécies bioindicadoras estão tão intimamente relacionados a algum fator de alteração, que sua resposta ambiental consegue mostrar se os distúrbios foram causados por agentes naturais ou se têm origem antrópica.

O uso de bioindicadores tem sido frequente e é considerado uma ferramenta de avaliação de impactos muito útil, já que algumas características desses organismos permitem, por exemplo, uma avaliação segura e confiável, podendo fornecer respostas rápidas sobre os problemas ambientais, mesmo antes do ser humano saber da sua ocorrência ou magnitude. Permitem também a avaliação da efetividade de medidas preventivas tomadas para contornar os problemas criados pelo homem e a identificação das causas e dos efeitos entre os agentes estressores e as respostas dos organismos aquáticos.

## 7.1 TIPOS DE BIOINDICADORES

Os bioindicadores aquáticos podem ser divididos em seis grupos principais: micro-organismos, protozoários ciliados, algas, macroinvertebrados bentônicos, macrófitas aquáticas e peixes.

### 7.1.1 Micro-organismos

Os micro-organismos são seres não visíveis a olho nu, como bactérias e fungos, que atuam de maneira ativa nos ecossistemas. A qualidade microbiológica da água pode ser avaliada, por exemplo, através da busca por bactérias indicadoras. A presença de alguns tipos de micro-organismos em grande quantidade pode ser prejudicial à saúde, além de servir como evidência de que aquele ambiente aquático está poluído.

Os micro-organismos tradicionalmente usados para monitorar a qualidade das águas recreativas ou potáveis são um grupo de bactérias patogênicas, usualmente – mas não necessariamente – encontradas no trato gastrointestinal dos animais de sangue quente. A *Escherichia coli*, por exemplo, é um microrganismo existente na microbiota normal do corpo humano, principalmente no trato gastrointestinal e está presente em grandes quantidades em esgotos, efluentes, águas naturais e solos que receberam contaminação recente. É também uma das espécies mais abundantes de coliformes termotolerantes e usualmente vem sendo muito utilizada como indicadora de poluição fecal. Outras bactérias, como *Pseudomonas aeruginosa* e enterococos, que também fazem parte da microbiota normal do ser humano, principalmente do trato gastrointestinal, têm sido isoladas de águas recreacionais, sugerindo riscos à saúde, seja pelo contato corporal, ingestão ou inalação. Essas bactérias são também indicadoras de qualidade das águas, complementarmente aos coliformes.

### 7.1.2 Protozoários ciliados

São seres unicelulares que se locomovem por meio do batimento de cílios. Esses organismos respondem rapidamente à presença de poluentes, graças à sua sensibilidade e à rápida reprodução. Os ciliados bentônicos são frequentemente utilizados como bioindicadores da poluição orgânica de riachos e rios pois, por possuírem um contato estreito com o sedimento, respondem de maneira rápida às modificações que ocorrem nesses locais.

### 7.1.3 Algas

As algas são organismos morfológicamente simples. Podem ser uni ou pluricelulares, não possuem raízes, caules ou folhas verdadeiras e são autótrofas fotossintetizantes. Constituem um dos grupos de organismos ecologicamente mais importantes nos ecossistemas aquáticos, pois além de serem a base da cadeia alimentar, são consideradas boas indicadoras, devido ao seu curto ciclo de vida, taxa de reprodução rápida e sensibilidade às alterações em variáveis limnológicas. Dentre as variáveis limnológicas podemos citar a temperatura, o pH, a luminosidade, a salinidade, a turbidez, os sólidos em suspensão e o enriquecimento de nutrientes – essa última variação, geralmente, provoca eutrofização. O monitoramento das algas é uma ferramenta positiva que pode ser usada para avaliar a presença de contaminantes nocivos à vida aquática e, conseqüentemente, aos organismos que ocupam outros níveis tróficos, como os seres humanos.



Foto: Luigi LIBERATI

Afluente do Rio Juqueriquerê: Caraguatatuba, SP, Brasil

### 7.1.4 Macroinvertebrados bentônicos

Os macroinvertebrados bentônicos são organismos aquáticos que habitam o fundo de rios e lagos. Nestes locais podem estar aderidos às pedras, aos cascalhos e às folhas ou enterrados na lama ou areia. Esses seres vivos participam da degradação da matéria

QUADRO 7-03

Livro  
"Macroinvertebrados  
Bentônicos:  
Biomonitoramento de  
Qualidade da Água"



orgânica no ecossistema aquático, disponibilizando energia para os níveis tróficos superiores. Assim, desempenham um papel de grande importância para a ciclagem de nutrientes. Dentro desse grupo estão alguns artrópodes em sua fase juvenil, pequenos crustáceos e moluscos. Por fazerem parte de um segmento diverso, que apresenta diferentes graus de tolerância às mudanças no ambiente e, também pela fácil coleta, são constantemente utilizados como bioindicadores.

Os macroinvertebrados podem ser classificados em:

- Sensíveis ou intolerantes - são os organismos que estão presentes em ambientes com pouca ou nenhuma alteração no ecossistema. São exigentes e vivem onde a água tem boa qualidade. Exemplos: Grupo EPT - efêmeras (*Ephemeroptera*), mosca das pedras (*Plecoptera*) e mosca d'água (*Trichoptera*).
- Tolerantes - são os organismos que suportam ambientes que sofreram um distúrbio moderado em suas condições iniciais. Exemplos: lacraia d'água (*Megaloptera*), besouro da água (*Coleoptera*), libélula (*Odonata*) e barata d'água (*Heteroptera*).
- Resistentes - são os organismos resistentes a profundas modificações no ecossistema. Eles são capazes de sobreviver em locais altamente degradados e poluídos. Exemplos: larva de mosquito (*Diptera*), caramujo (*Mollusca*) e minhoca da água (*Annelida*).



Macroinvertebrados bentônicos  
libélula (*Odonata*).  
ILUSTRAÇÃO: DOUGLAS MATHEUS  
CAVALCANTE - LAIC



Caramujo (*Mollusca*)

FOTO: VASSILIKI TEREZINHA GALVÃO BOULOMYTS

QUADRO 7-04

Cartilha "A poluição  
das águas e as  
cianobactérias"



### 7.1.5 Macrófitas aquáticas

As macrófitas ou plantas aquáticas são vegetais que permanecem total ou parcialmente submersas na água doce ou salobra. Elas desempenham diversas funções nos ecossistemas, como acelerar a ciclagem de nutrientes e fornecer alimento e proteção para organismos aquáticos, possuindo inclusive a capacidade de absorver o excesso de poluentes da água.

Essas plantas podem indicar a qualidade do ambiente em que estão inseridas, dependendo, por exemplo, da sua presença e abundância. O aguapé (*Eichhornia crassipes*), a alface-d'água (*Pistia stratiotes*) e a orelha-de-rato (*Dichondra repens*) são espécies que podem indicar ambientes poluídos, pois costumam se desenvolver melhor em ambientes eutrofizados, ou seja, enriquecidos por nutrientes, com altas concentrações de matéria orgânica. A presença do lírio-d'água (*Nymphaea alba*), elódea (*Elodea canadensis*) e algumas espécies de *Nymphoides* (estrela-branca, prato-d'água, pata-de-burro) são indicadoras de ambientes menos poluídos.



FOTO: ASHANTHA GOONETILLEKE

Pântano Construído: Gold Coast, QLD, Austrália.

### 7.1.6 Peixes

Os peixes podem ser utilizados como bioindicadores e são uma importante ferramenta para o monitoramento de ambientes impactados. Esses animais são capazes de armazenar em seus tecidos certa quantidade de substâncias químicas (bioacumulação) sem sofrer danos graves imediatos e, por isso, podem revelar a contaminação da água por

### QUADRO 7-05

#### Cartilha "Peixes como Bioindicadores na Bacia do Rio das Velhas"

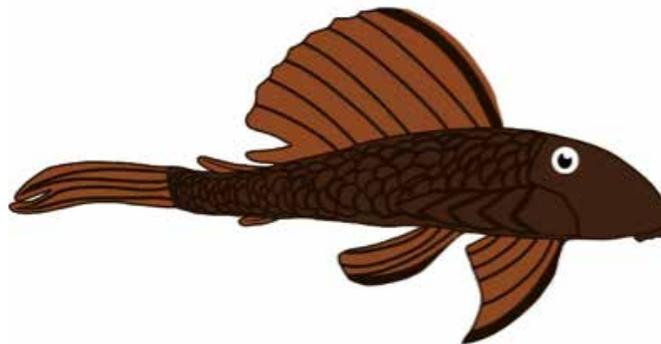


substâncias como o mercúrio (Hg) e o fósforo (P). A bioacumulação tende a aumentar nos níveis tróficos mais elevados da cadeia alimentar. Assim, organismos que estão no topo das cadeias alimentares, como é o caso dos peixes no ambiente aquático, podem apresentar maior quantidade dessas substâncias, uma vez que as acumulam dos organismos que lhes serviram de alimento.

Como exemplo de espécies de peixes que apresentam bioacumulação de mercúrio em seus tecidos, podemos citar a traíra (*Hoplias malabaricus*), a piranha (*Serrasalmus rhombeus*), o flecheiro (*Hemiodus immaculatus*) e o tucunaré-açu (*Cichla temensis*).

Além da bioacumulação, outras características das assembleias de peixes podem ser utilizadas no monitoramento da qualidade ambiental, como a presença e abundância de espécies de peixes sensíveis ou tolerantes à poluição e a proporção entre espécies de peixes que ocupam diferentes níveis na cadeia alimentar (carnívoros, herbívoros, insetívoros, onívoros, detritívoros), pois a disponibilidade de alimento afeta as populações de peixes. O cascudo (*Hypostomus francisci*) é um exemplo de peixe utilizado como bioindicador em estudos que relacionam a disponibilidade de alimento com a presença da espécie no ambiente.

Cascudo (*Hypostomus francisci*): peixe utilizado como bioindicador  
ILUSTRAÇÃO: MÁVANI LIMA SANTOS- LAIC



## 7.2 FERRAMENTAS DE BIOINDICAÇÃO

Os métodos biológicos de monitoramento ambiental são baseados na utilização da comunidade aquática como indicadora da qualidade do ambiente. As principais vantagens da utilização das comunidades são: a) diferentes sensibilidades e taxas de recuperação e b) capacidade de concentrar e armazenar substâncias em seus tecidos. Para que esses métodos sejam utilizados com eficácia, é necessário que informações como a taxonômica (identidade das espécies), por exemplo, sejam traduzidas por meio de valores numéricos, em informações que caracterizem as relações ecológicas no ambiente, a fim de facilitar sua interpretação e de fornecer subsídios para a elaboração de critérios de classificação da qualidade das águas.

### 7.2.1 Índices

Os índices podem facilitar a interpretação de conjuntos de dados gerados durante o biomonitoramento da qualidade da água. Os índices mais comumente utilizados para avaliar o impacto de poluentes sobre as comunidades aquáticas são de três tipos: bióticos; de diversidade; e de comparação da comunidade. Os índices bióticos esta-

belecem a alteração em termos da tolerância ou sensibilidade relativa dos organismos presentes a uma dada situação de poluição; os índices de diversidade avaliam os efeitos da poluição em termos de estrutura da comunidade; os índices de comparação da comunidade, também denominados índices de similaridade ou dissimilaridade, estabelecem os efeitos de poluentes sobre a composição da comunidade.

## 7.2.2 Medidas de diversidade funcional

Medir a diversidade funcional significa medir a variedade de funções desempenhadas pelas espécies no ambiente, independentemente da identidade dos organismos. Por exemplo: ao invés de comparar dois riachos considerando o número de espécies de peixes que encontramos em cada um, comparamos os dois considerando o número de guildas alimentares (carnívoro, herbívoro, detritívoro, onívoro, entre outros). Assim, em um riacho “A” podemos encontrar dez espécies de peixes e essas dez espécies serem somente onívoras ou carnívoras (duas guildas alimentares). Enquanto isso, em um riacho “B” podemos encontrar sete espécies de peixes, mas entre essas sete espécies, algumas podem ser detritívoras, outras herbívoras, onívoras e algumas espécies podem ser carnívoras (quatro guildas alimentares). Apesar do riacho “A” ter um número maior de espécies, o riacho “B” apresenta maior diversidade funcional e essa informação da diversidade funcional pode ser mais importante para caracterizar um riacho quanto ao seu grau de preservação do que o número de espécies presentes em cada um.

## 7.2.3 Índices multimétricos

Atualmente, os índices multimétricos têm sido muito utilizados na avaliação da integridade ecológica de ambientes aquáticos por permitirem integrar várias informações de uma comunidade biológica para fornecer um diagnóstico do grau de degradação do ecossistema estudado. O uso desse tipo de índice baseia-se na comparação entre áreas livres de influência humana (áreas de referência), e áreas sujeitas a impactos gerados por atividades humanas.

As métricas utilizadas em índices multimétricos variam de acordo com o bioindicador. São exemplos de métricas para cada tipo de bioindicador:

- **Peixes:** número total de espécies nativas; tamanho das populações de peixes; estrutura etária das populações; número e identidade de espécies tolerantes à poluição; porcentagem de indivíduos com tumores, doenças ou anomalias nas populações.
- **Macroinvertebrados bentônicos:** número total de espécies; número de espécies de Ephemeroptera, Plecoptera e Trichoptera; porcentagem de larvas de insetos e outros invertebrados resistentes.
- **Macrófitas:** número total de espécies; cobertura de espécies de macrófitas anfíbias; cobertura de espécies de macrófitas flutuantes; porcentagem de espécies dominantes; porcentagem de espécies tolerantes.
- **Perifíton (algas aderidas a substratos):** número total de espécies; número de espécies do grupo das diatomáceas; porcentagem de diatomáceas vivas; porcentagem de diatomáceas tolerantes; porcentagem de espécies sensíveis.

### QUADRO 7-06

Capítulos “Índices multimétricos para Avaliação de Integridade Biótica”



As métricas selecionadas devem mostrar claramente as modificações que ocorrem na biota quando há um aumento do distúrbio no ambiente, seja esse distúrbio proveniente de um único fator de impacto ou de efeitos cumulativos da influência humana. São exemplos de índices multimétricos o “índice de integridade biótica (IIB)”, utilizado em estudos com peixes, e o “índice BMWP (do inglês, *Biological Monitoring Working Party*)”, utilizado em estudos com macroinvertebrados bentônicos.

O uso de bioindicadores como ferramenta de avaliação da qualidade da água é de extrema importância por serem capazes de detectar impactos ambientais de diversas origens, assim como suas consequências a longo prazo. Torna-se cada vez mais necessário o desenvolvimento de índices que se utilizem de organismos para o biomonitoramento. Nesse contexto, políticas públicas podem ser estabelecidas tendo por base o uso dessa ferramenta.



Áreas pantanosas de Mareeba, Atherton Tableland, QLD, Austrália.

FOTO: TOURISM AUSTRALIA.

### QUADRO 7-07



Asistam ao “VIII Webinário IFSP – Bioindicação: conceitos e ferramentas para avaliação da qualidade ambiental”

**VIII Webinário IFSP:**  
Bioindicação: conceitos e ferramentas para avaliação da qualidade ambiental das bacias hidrográficas

**Programação**

12/11

**18h30 - Abertura**  
Prof. Dr. Rafael Mendonça Duarte (IB/CIP - UNESP)

**18h35 - Palestra 1: Conceitos gerais e panorama de Brasil em bioindicação e biomonitoramento**  
Profa. Dra. Yara Moisset (UFPR, Setor Palatino /TWRA)

**19h00 - Palestra 2: Macroinvertebrados como indicadores da qualidade da água**  
Profa. Dra. Orice Maria de Souza Franco (UFFS, Câmpus Realeza/PR)

**19h30 - Palestra 3: Peixes como indicadores da qualidade da água de bacias hidrográficas**  
Profa. Dra. Rosilene Luciano Dalzina (UNIOESTE/CCBS, Cascavel/PR)

**20h00 - Palestra 4: Aves aquáticas como bioindicadoras de alterações ambientais no Semiárido**  
Profa. Dra. Flávia de Campos Martins (UIPE, Câmpus Petrolina)

INSTITUTO FEDERAL  
do Rio de Janeiro  
Instituto de Meio Ambiente e Sustentabilidade

Patrocinado por  
TERRA

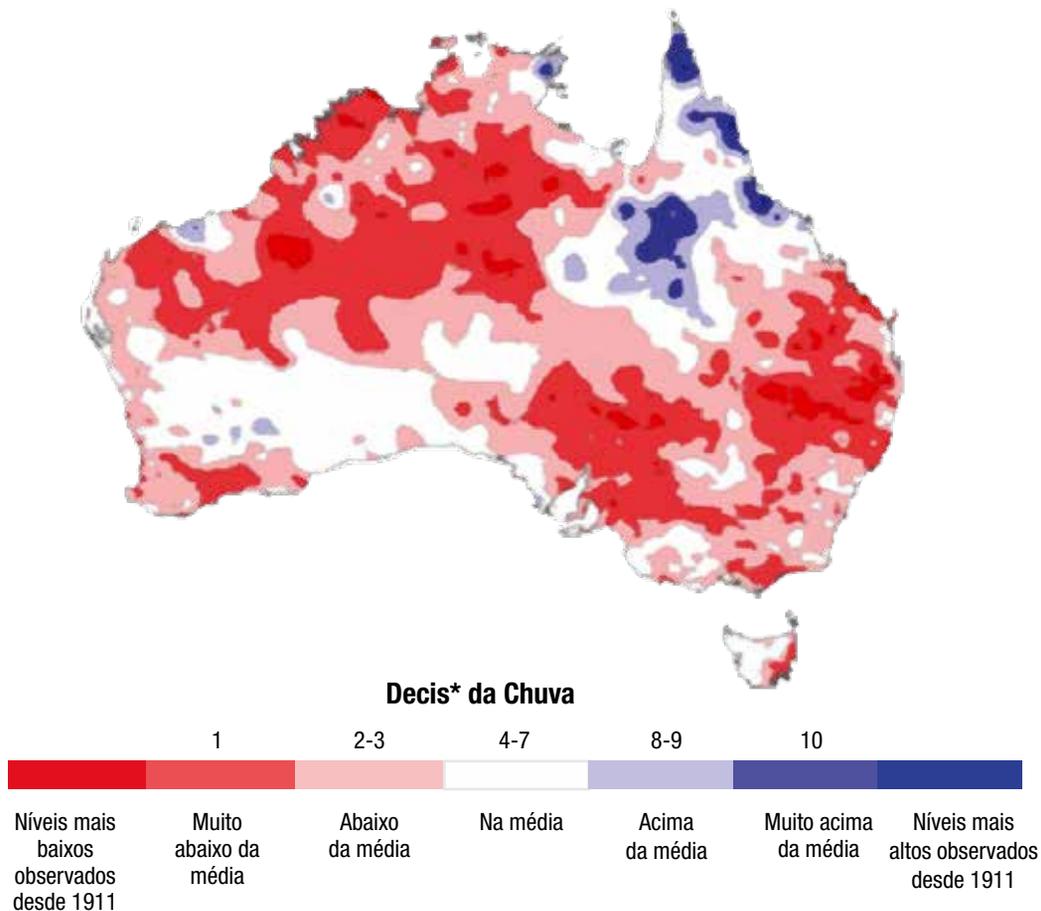
ESTUDO DE CASO

## COMPREENDENDO A QUALIDADE DA ÁGUA PARA ARMAZENAGEM EM NÍVEIS BAIXOS OU VARIÁVEIS

David Hamilton

As mudanças climáticas e hídricas que vêm ocorrendo recentemente na Austrália são cada vez mais frequentes devido ao aquecimento global. Sabe-se que os níveis de água em represas e reservatórios serão mais baixos e variáveis no clima futuro, devido aos níveis reduzidos e ocorrências mais esporádicas de precipitação em muitas áreas do país. A demanda por abastecimento de água e recreação também tende a se intensificar em áreas de mudanças demográficas, com o aumento do uso recreativo da água. Ainda será necessário manter o nível de água para abastecer o ecossistema de sua capacidade para suportar a vida. Tais mudanças devem apresentar desafios enormes para a indústria de abastecimento, tanto em termos de gestão de quantidade quanto de qualidade da água.

FONTE: BUREAU OF METEOROLOGY (2020)



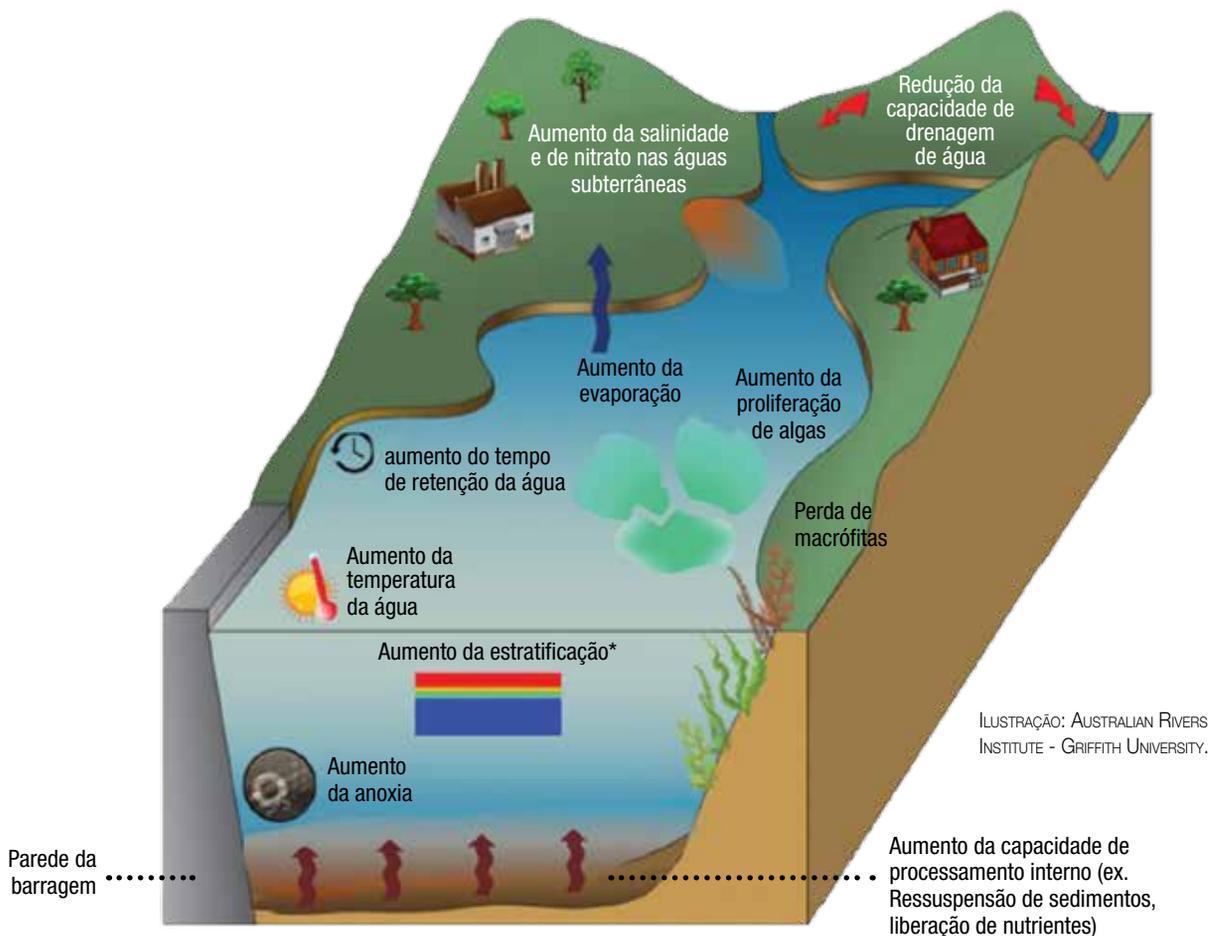
\*Decis é a classificação de um intervalo de tempo da precipitação por meio da divisão de uma série em 10 partes iguais.

Precipitação anual em 2018-2019 comparada com a dos registros históricos (1911-2019).

As represas e reservatórios são reconhecidos atualmente como importantes barreiras para reduzir os riscos de contaminação do abastecimento de água. Eles são uma medida preventiva de baixo custo que podem resultar em múltiplas reduções de concentrações de contaminantes e de agentes patogênicos, desempenhando importante função no ecossistema para o suprimento da água. Os níveis de água vêm exercendo papel importante na eficiência representada por essas barreiras de contenção, com potencial de afetar o processo de tratamento e seus custos, bem como a saúde humana.

No entanto, há possibilidade da qualidade da água ser impactada quando os níveis dos reservatórios forem mais baixos e variáveis. Há evidências de que a recuperação da qualidade da água em níveis extremamente baixos de armazenamento pode ser retardado ou até mesmo deixar de ocorrer. Os sintomas da baixa qualidade da água se relacionam com a maior ocorrência de florescimento das cianobactérias, alta turbidez, elevada concentração de ferro e manganês, e por fim, aumento na concentração de partículas, como sedimentos inorgânicos e materiais orgânicos dissolvidos, além da presença de compostos que produzem gosto e cheiro na água.

No desenho esquemático a seguir, observe que onde os níveis de água se tornam muito baixos, a separação pode ser reduzida na medida em que a camada da superfície se estende para as áreas mais profundas de armazenagem. Nos níveis muito baixos os níveis de turbidez são mais altos.



Mudanças que ocorrem devido ao armazenamento de água em níveis mais baixos.

Os baixos níveis dos reservatórios aumentam o potencial para a redução da extensão do fluxo, que agentes patogênicos e outros contaminantes precisam percorrer desde a entrada da represa até o local de armazenamento de água para o consumo. O clima futuro irá requerer um monitoramento mais rigoroso da qualidade da água nos reservatórios. Ou seja, a segurança hídrica precisará ser pensada não só em termos de quantidade, mas também de qualidade.

Técnicas específicas e adicionais de manejo podem ser necessárias para o armazenamento, incluindo a separação artificial para gerir o florescimento de cianobactérias e mudanças químicas produzidas pela anoxia (isto é, ausência de oxigênio) da água no fundo do reservatório, além de cortinas para administrar os fluxos turbidos de entrada, separando águas contaminadas logo na entrada da barragem. O manejo da captação para manter a qualidade e o volume dos fluxos de entrada serão também críticos com o advento das mudanças climáticas, e o fortalecimento da resiliência a enchentes, secas e ondas de calor serão parte integral integrante desse trabalho.

O Instituto Australiano de Rios da Universidade de Griffith (*Australian Rivers Institute da Griffith University*) lidera um projeto focado em impacto na qualidade da água de secas estendidas e níveis baixos ou variáveis em reservatórios, financiado pelo *Water Research Australia*, que é o órgão responsável pela coordenação de pesquisas para apoiar os objetivos e desafios de longo prazo da indústria de fornecimento de água. Nesse projeto específico, o *Water Research Australia* reúne várias autoridades hídricas tais como *Seqwater* (do Sudeste de Queensland), *Melbourne Water* (de Vitória), *SA Water* (da Austrália do Sul), *WaterNSW* e *Hunter Water* e o *Griffith Council* (de Nova Gales do Sul). A equipe de pesquisa inclui especialistas da Universidade de Adelaide e de Queensland. A habilidade de coordenar gestores hídricos e pesquisadores na Austrália está criando ao mesmo tempo mecanismos efetivos da relevância das pesquisas, bem como sua aplicação direta nas políticas de gestão hídrica em todos os níveis.

Parque Nacional  
Kosciuszko, NSW,  
Austrália.



FOTO: TOURISM AUSTRALIA.



FOTO: JANICE PEIXER

# Articulação de atores e comunicação social

Cristina Elsner de Faria

Evanilde Benedito

Jaqueline Gil

Matheus Maximilian Ratz Scoarize

Vassiliki Terezinha Galvão Boulomytis

O objetivo deste capítulo é tratar das dinâmicas socioeconômicas e políticas, ocultas e evidenciadas, que ocorrem quando diferentes grupos de interesses – ou atores – se inserem e participam de um fórum político para debater e negociar a formulação de programas ou políticas públicas, a exemplo dos comitês de bacias hidrográficas. Embora os comitês não assumam responsabilidades governamentais no fomento de políticas públicas, nem respondam pelo posicionamento e deliberações finais do estado, eles atendem formalmente aos anseios da sociedade por maior transparência política, participação nos processos decisórios e oportunidades para controle social.

É no intuito de fortalecer os processos decisórios que as boas práticas de comunicação social ganham relevância. Cada vez mais a universidade deve se fazer presente junto à comunidade, traduzindo a experiência e o saber científico para propostas de valores e práticas que sejam capazes de promover a transformação social e do modo como o indivíduo lida com o meio ambiente, bem como impulsionar uma estratégia de crescimento econômico ambientalmente responsável e sustentável. Saber compartilhar o conhecimento científico de forma simples e aplicada é ainda um grande desafio a ser superado por membros especializados dos comitês de bacias hidrográficas.

## 8.1 ANÁLISE E CATEGORIZAÇÃO DE ATORES POLÍTICOS

Existe uma pluralidade de atores que interagem entre si no contexto do processo de tomada de decisões políticas, seja em um contexto local, regional ou global. Cada ator possui uma lógica própria de atuação, defendendo sua perspectiva técnica, prioridades

QUADRO 8-01

Organização,  
Processos e Tomada  
de Decisão



econômicas, interesses políticos ou de grupos específicos, dentre outros. Cada ator identifica os problemas e considera alternativas a partir de seu posicionamento no contexto socioeconômico e político.

QUADRO 8-02



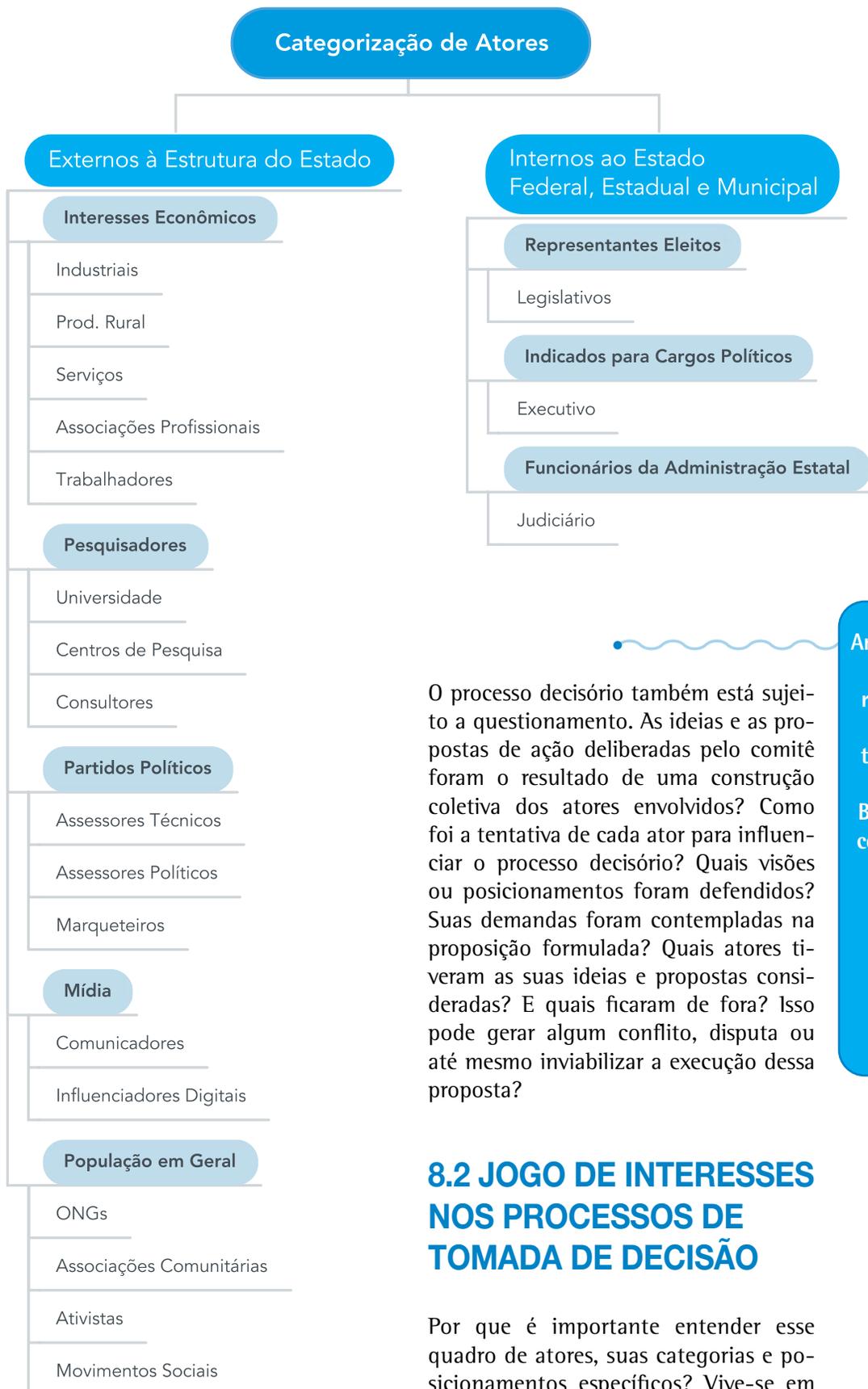
Assistam ao “III Webinário IFSP – Princípios econômicos e sociais, políticas públicas e processos participativos”



Para melhor compreender essa pluralidade de grupos de interesses, podemos caracterizar os atores em dois grandes grupos. O primeiro é composto por indivíduos internos à estrutura do estado, incluindo os representantes eleitos como também funcionários do poder público. O segundo grupo agrega atores externos a essa parcela vinculada ao poder público. Nesse caso, diversos perfis são agregados, desde representantes de comunidades, mídia, especialistas técnicos e pesquisadores, ambientalistas, partidos políticos, grupos de profissionais liberais, empresários, produtores rurais, entre outros. Embora se possa categorizar os atores em dois grandes grupos e seus subgrupos (tabela abaixo), isso não significa que haja uma agenda ou uma perspectiva única sobre as mesmas questões que sejam comuns aos diversos grupos de atores (KINGDON, 2011). Ou seja, as percepções multidimensionais e os conflitos são condições inerentes à vida em coletividade e ao jogo político.

Por exemplo, entre atores internos à estrutura do estado, a visão de representantes da política ambiental, econômica, rural e de desenvolvimento urbano sobre a temática da água, em específico a conservação e o uso de recursos hídricos, reflete posicionamentos distintos. O mesmo ocorre entre grupos de empresários, produtores rurais, ambientalistas, acadêmicos e pesquisadores. Cada grupo ou subgrupo específico de atores identifica um conjunto de problemas específicos e considera alternativas de acordo com seu histórico formativo e interesse de uso da água. Logo, quando se posicionam em um fórum coletivo para tomada de decisões, cada grupo irá defender seu posicionamento, buscará se alinhar com grupos cujos interesses sejam convergentes e, juntos, formarão coalizões visando maximizar os resultados alcançados no processo de formulação de políticas públicas.

É um grande desafio para os tomadores de decisão obter uma solução técnica e financeiramente viável, que seja aceitável pela maioria dos grupos representados, a fim de otimizar os resultados esperados. Assim, torna-se relevante que cada participante de comitês de bacias hidrográficas faça um exercício de autocritica e analise o perfil dos membros de seu comitê. Algum ator relevante não está representado? Todos os atores que usam recursos hídricos estão envolvidos nas discussões? Qual grupo ficou marginalizado? Qual seria a relevância de incluir esse grupo de atores?



QUADRO 8-03

Artigo "Participação, representação e representatividade no processo de tomada de decisão em Comitês de Bacia Hidrográfica: conceitos, reflexões e discussões"



O processo decisório também está sujeito a questionamento. As ideias e as propostas de ação deliberadas pelo comitê foram o resultado de uma construção coletiva dos atores envolvidos? Como foi a tentativa de cada ator para influenciar o processo decisório? Quais visões ou posicionamentos foram defendidos? Suas demandas foram contempladas na proposição formulada? Quais atores tiveram as suas ideias e propostas consideradas? E quais ficaram de fora? Isso pode gerar algum conflito, disputa ou até mesmo inviabilizar a execução dessa proposta?

## 8.2 JOGO DE INTERESSES NOS PROCESSOS DE TOMADA DE DECISÃO

Por que é importante entender esse quadro de atores, suas categorias e posicionamentos específicos? Vive-se em

um ambiente democrático, com mecanismos instituídos para assegurar a participação de cidadãos no processo de formulação das políticas públicas e também na tomada de decisões, em especial quando se trata de programas e políticas com execução local – a exemplo das questões referentes às bacias hidrográficas.



ILUSTRAÇÃO: VASSILIKI TEREZINHA GALVÃO BOULOMYIS

Nesse contexto, cada grupo de atores tem o direito de expressar sua voz e opinião, cabendo aos demais participantes desenvolver a maturidade necessária para escutar as posições de outras partes, ainda que não compartilhem da mesma visão. Cada grupo específico possui um conjunto de valores e interesses próprios, nem sempre convergentes com o posicionamento da maioria ou de outros grupos de atores (FARIA, 2017; KINGDON, 2011), provocando, por vezes, situações conflituosas e desentendimentos entre as partes. Apesar das aparentes divergências de posicionamento, não se deve partir do princípio que as visões de mundo são irreconciliáveis.

De modo geral, alguns posicionamentos de setores produtivos específicos não incorporam temáticas relativas ao uso da água, seu manejo e preocupações com a conservação, em sua agenda central de interesses. Por vezes os interesses expressos por grupos específicos refletem uma preocupação exclusiva com o benefício individualizado desse grupo, sem preocupações com o impacto de suas escolhas ou com perspectivas distintas de outros grupos de atores. Em outros casos, a posição defendida reflete não apenas um olhar unilateral do problema, mas também expressa um desejo de excluir atores específicos com os quais possa ter havido desentendimentos anteriormente, o que torna o debate acalorado. Há, inclusive, situações em que os posicionamentos expressos refletem visões ambíguas ou incertezas no argumento apresentado e defendido (MARCH, 2009).

Na prática, as distintas visões representam perspectivas multidimensionais da realidade. A verdade é que nenhum grupo de atores possui informação completa sobre uma determinada situação, problema ou alternativa do processo decisório. A racionalidade humana é limitada, seja pela trajetória individual percorrida, pelo panorama multidisciplinar do problema enfrentado ou, ainda, pela transitoriedade de determinados eventos. Cada ator percebe a realidade a partir de seu ponto de vista, o que reflete uma fatia do contexto percebido.

O processo de decisões precisa considerar as diversas perspectivas, os múltiplos pontos de vista de cada ator, permitindo assim captar um maior número de elementos de uma

realidade complexa e multifacetada. A despeito das aparentes divergências e eventuais conflitos, deve-se buscar uma certa complementaridade nas visões expressas pelos diversos atores. É necessário compreender a situação e os problemas sob seus diversos ângulos e, de forma colaborativa, formular um conjunto de alternativas viáveis para serem implementadas.



FOTO: IAPA BUENO GIACOMINI

Plenário do Comitês das Bacias Hidrográficas dos Rios Piracicaba, Capivari e Jundiá

Cabe aos tomadores de decisão perceberem que a realidade é complexa, com cenários interligados, em que múltiplas perspectivas refletem fatias da verdade, sendo cada uma delas expressa por atores legítimos no processo decisório (FARIA, 2017; MARCH, 2009). Do contrário, corre-se o risco de que as decisões gerem um conflito acentuado ou, ainda, que haja um descompasso entre a visão defendida pelos comitês de bacias hidrográficas e a prática implementada pelos diversos grupos de atores em seu território.

### 8.3 COLABORAÇÃO E O PODER DA AÇÃO COLETIVA

Os comitês de bacias hidrográficas representam instrumentos formais de interação dos diversos atores, internos e externos ao estado, para discutir e deliberar sobre o uso e a conservação de recursos hídricos no contexto local. A sua concepção remete aos princípios de participação, transparência e controle social, primando pela colaboração de seus diversos membros e grupos representados. Logo, é indispensável instituir protocolos para os debates, assegurando a existência de uma plataforma que

permita a exposição dos posicionamentos de diversos grupos de atores e o debate dos diversos cenários, perspectivas e alternativas, de modo que a tomada de decisões ocorra no melhor interesse dos atores envolvidos.

O entendimento corriqueiro é que as condições requeridas para a preservação do meio ambiente e as demandas por consumo de água para as atividades produtivas ou para o abastecimento das aglomerações urbanas são incompatíveis, refletindo posicionamentos extremos, e que não seria possível construir uma convergência no processo decisório. É urgente desmistificar essa visão e abrir o ambiente dos comitês para o diálogo. Nem sempre será possível construir consensos, mas a complementaridade das visões apresentadas permitirá a compreensão dos posicionamentos e, idealmente, o respeito e a consideração entre os diferentes grupos de atores (FARIA, 2017). Especialistas e pesquisadores, educadores e ambientalistas, políticos e gestores públicos, produtores rurais e industriais, grupos comunitários e representantes dos diversos setores econômicos; todos devem encontrar no comitê um espaço para dialogar e conhecer outras visões.

É importante ressaltar que o processo decisório deve ser representativo, sem perder de vista a ética, as regulações vigentes e a fundamentação tecnocientífica das argumentações e decisões. Por vezes, não será possível construir um posicionamento comum ou alcançar o consenso. Ao menos, deve-se almejar o apoio dos diversos grupos para as decisões tomadas e iniciativas a serem implementadas. O sucesso das iniciativas promovidas pelos comitês de bacias hidrográficas reside na colaboração e no apoio dos diversos grupos de atores às deliberações, ainda que seus posicionamentos individuais não estejam necessariamente refletivos em alguma ação específica.

Portanto, é importante pensar em plataformas de diálogo e negociação que sejam capazes de viabilizar o apoio dos diversos atores às decisões tomadas em um determinado momento e contexto. Em um contexto de pluralidade de interesses e visão multifacetada da realidade, é necessário aprender a jogar um jogo de ganha-ganha. Não se pode jogar um jogo de ganha-perde, pois essa situação sempre gera conflito e disputas, resultando no insucesso ou na descontinuidade de uma iniciativa. Quando grupos específicos são marginalizados no processo decisório, os riscos políticos de uma decisão aumentam e isso tem como consequência, em geral, a falta de colaboração.

### QUADRO 8-04

Cartilha  
"Gestão das águas  
no Brasil: vamos  
participar?"



O poder de um comitê participativo e deliberativo reside na ação coletiva de seus atores (PATEMAN, 1992). Se todos ganham, as iniciativas formuladas prosperam. É desse modo que se provoca uma mudança na cultura política, usualmente caracterizada pela apatia, desinteresse ou barganhas no estilo "toma lá, dá cá". Nada impede que alguma decisão tomada conjuntamente venha a ser reavaliada no futuro. Assim como a racionalidade humana é limitada e não há um grupo de atores cuja posição seja a única certa, também não há decisões que não sejam passíveis de mudanças e ajustes ao longo de seu percurso de execução. O contexto muda, nossa compreensão sobre os fatos e situações evolui, e o avanço da ciência e da tecnologia permite que soluções distintas venham a ser adotadas.

## ESTUDO DE CASO

## ARTICULAÇÃO ENTRE PRODUTORES, UNIVERSIDADES E EMPRESAS EM SHARK BAY NA AUSTRÁLIA

O caso analisado teve origem em *Shark Bay*, pequena cidade no Noroeste da Austrália, onde há fazendas produtoras de pérolas. Junto com o turismo, os recursos gerados por esse mercado são fundamentais para a economia da cidade. Em 2000, depararam-se com uma praga biológica altamente tóxica e causadora de mortalidade em diversos seres vivos, que atingiu toda a costa oeste da Austrália. Dessa forma, os produtores da fazenda Blue Lagoon Pearls desenvolveram uma série de experimentos visando buscar soluções para esse problema. Nesse processo de experimentação, nasceu a empresa *Marine Easy Clean*, que desenvolveu um composto de hidrocarbonetos inertes em água, contendo oligoelementos essenciais para os seres vivos. Essa estratégia foi capaz de conter a contaminação e conseguiu salvar algumas fazendas. Outras não tiveram a mesma sorte.



FOTO: SONIA MASAROVA

Emus caminhando em Shark Bay, Austrália Ocidental.

Cientes da dimensão dos problemas enfrentados na região, os produtores de *Shark Bay* buscaram a *Curtin University of Technology* para validar sua descoberta e aprimorar o produto. Pesquisadores da universidade puderam analisar a solução proposta e identificaram que a tecnologia desenvolvida em *Shark Bay* é um potente bioestimulador dos micro-organismos que agem no processo de regeneração natural, quando o próprio meio elimina a poluição das águas em rios, lagos, lagoas e outros corpos hídricos.

Com um pouco de investimento e muito aporte de conhecimento científico, foi possível aprimorar essa nova tecnologia capaz de regenerar ambientes aquáticos por meio do consumo de carga orgânica de forma simples e rápida, sem a utilização de produ-

tos químicos ou geração de nenhum grau de toxicidade no ambiente. Essa tecnologia consiste em uma placa de hidrocarbonetos, microfilamentado com oligoelementos. Estudos da *Curtin University of Technology* comprovaram que a tecnologia é capaz de regenerar corpos hídricos ao estimular a proliferação de bactérias benéficas que já estão no próprio meio, consumindo materiais orgânicos e inorgânicos.

A eficácia obtida a partir do uso dessa tecnologia desencadeou novos estudos e pesquisas baseadas nos mesmos princípios, que resultou na concepção de quatro novos produtos e registro de patentes. Também foram constituídas empresas para comercializar tais produtos, dando uma escala global para a solução desenvolvida pelos produtores de *Shark Bay*, inclusive no Brasil. Atualmente, há uma linha de pesquisa em desenvolvimento pelo Centro de Pesquisa Barry Marshall, vencedor do Prêmio Nobel (Fisiologia/Medicina) em 2005, dando assim seguimento a uma parceria de sucesso entre: comunidade, universidade e empresa.

QUADRO 8-05



Assistam ao “XII Webinário IFSP – Articulação Interinstitucional: parceria entre universidade, indústria e comunidade”



## 4. COMUNICAÇÃO E AÇÕES CONJUNTAS ENTRE UNIVERSIDADE E COMUNIDADE

O volume de conhecimento resultante das pesquisas desenvolvidas nas diferentes áreas de conhecimento é grande e crescente. Os planos táticos estabelecidos para a pesquisa no Brasil (CNPQ, 2014) permitem vislumbrar ainda mais a ampliação da produção de conhecimento no horizonte temporal até 2025. Muitos dos resultados das pesquisas obtidos demarcam fronteiras científico-tecnológicas no uso dos recursos naturais e da biodiversidade na saúde e bem-estar humano e animal (AMATO-LOURENÇO, 2016; MOREIRA ET AL., 2020).

É nesse ponto que reside uma das maiores frustrações dos pesquisadores: a dificuldade de compartilhar os conhecimentos científicos e gerar as transformações social e ambiental esperadas. Informações que subsidiam as ações das autoridades são comumente apresentadas em artigos científicos e muitas delas constituem-se em sérios riscos diretos à saúde pública quando da exploração e transformação ambiental (VORMITTAG, 2021).

Em geral, as informações produzidas na academia (ou seja, universidade ou centros de pesquisa) são ignoradas ou mal interpretadas fora do meio científico, em grande parte devido a dois aspectos que se constituem em desafios associados à comunicação das informações científicas produzidas na academia ao público em geral. A primeira delas refere-se a como as informações são divulgadas. As pessoas sentem-se pouco atraídas e sem compreensão direta da linguagem e do formato dos produtos, disponibilizados muitas vezes, apenas, por meio de apresentações em eventos e na forma de artigos científicos. Um segundo desafio, que impede a acessibilidade aos resultados científicos, ocorre quando os gestores necessitam de informações sobre um determinado tema e não as encontram. O mesmo ocorre quando tais informações possuem muitos termos técnicos e complexos o entendimento dos gestores. Juntos, esses desafios fazem com que os formuladores de políticas e a comunidade, em geral, sejam menos responsivos às informações científicas (LUPIA, 2013).

ILUSTRAÇÃO: VASSILIKI TEREZINHA GALVÃO BOULOMYTIS



Linguagem científica versus linguagem popular

Essa falta de compreensão dificulta a comunicação entre as partes envolvidas, que são os pesquisadores e a comunidade em geral, além de desestimular a criação de novos investimentos. Entretanto, quando a comunidade se sente diretamente afetada pelos prejuízos gerados devido ao uso desordenado dos recursos ambientais, ela própria se organiza e busca resolver as questões da forma como compreende os mecanismos e o funcionamento do ecossistema em que está integrada. Do mesmo modo, frente aos cortes enfrentados pelos cientistas para financiar programas de pesquisa e monitoramento a longo prazo, os pesquisadores e a comunidade se encontram em um cenário de busca de resolução dos problemas ambientais (FADINI; FERNANDES, 2017).

**ESTUDO DE CASO**

## **COMPARTILHAMENTO DE CONHECIMENTOS PARA A TRANSFORMAÇÃO SOCIAL E AMBIENTAL NO GRUPO SOS RIACHOS**

Os riachos urbanos localizados em fundos de vale correspondem a um dos ecossistemas aquáticos mais direta e prontamente afetados pelo crescimento das cidades. Quer seja por suas cabeceiras ou por partes de seu curso se encontrarem soterrados por edificações ou vias públicas, quer seja pelo lançamento irregular de resíduos domésticos, de construções e de poluentes industriais. Esses ambientes impactados, por estarem próximos a moradias, geram incômodo, não apenas pelo aspecto cênico desagradável, mas pelo aparecimento e concentração de agentes nocivos à saúde humana. O aparecimento de doenças, como por exemplo a dengue, é comum em locais próximos aos fundos de vale.

Nesse contexto, uma comunidade residente em um bairro próximo a fundo de vale, no município de Maringá (PR), decidiu por se organizar no Grupo de Estudos e Ações Comunitárias (Geac), com o apoio de líderes comunitários e religiosos, para trabalhar em prol da conservação e da restauração desses ambientes degradados. Entre as ações desenvolvidas se destacam a limpeza dos riachos, a orientação aos moradores do bairro sobre os riscos do lançamento de resíduos nos fundos de vale, o monitoramento de ações danosas ao meio ambiente da região e até mesmo a produção de uma cartilha sobre as consequências da poluição dos riachos. Do outro lado, encontram-se cientistas de um núcleo de pesquisas com estudos focados no ambiente aquático, o Núcleo de Pesquisas em Limnologia, Ictiologia e Aquicultura (Nupélia), de uma universidade pública, a Universidade Estadual de Maringá (UEM). O pessoal do Nupélia vem despendendo esforços para estudar a biodiversidade e estabelecer formas de conservação e manejo. O encontro desses dois segmentos da sociedade e a soma de esforços permitiu avanços locais e regionais na busca da mudança de um cenário ambiental caótico. A comunicação tornou-se estreita em atividades de extensão realizadas, não apenas no bairro, mas em outros pontos do município. Esse processo deu início a um grupo constituído por pesquisadores, estudantes e a comunidade em geral denominado SOS Riachos. Os resultados das pesquisas e as necessidades da comunidade permitiram um diálogo com os gestores do município que conduziu ao atendimento e à implementação de melhorias que trouxeram qualidade de vida para a população. Servem de exemplo a criação de ecoponto, de viveiros para a produção de flores e de um parque linear. Portanto, as ações da academia junto à comunidade podem transformar locais, outrora degradados, em exemplos de iniciativas de conservação ambiental que, por meio da divulgação e da ação conjunta, podem inspirar comunidades em outros municípios brasileiros.

FOTO: MATHEUS MAXIMILIAN RÄTZ SCOPARIZE



Viveiro de Flores do Jardim Piatã, Maringá, PR, Brasil.

## 5. INSTRUMENTOS PARA COMUNICAÇÃO – CAPACITAÇÕES, CARTILHAS E MÍDIAS SOCIAIS

O caso SOS Riachos demonstra que o diálogo entre a academia e a comunidade é necessário e torna-se cada vez mais imprescindível. Entretanto, como buscar e atingir esse encontro de forma rápida e precisa? Uma das respostas deve partir do primeiro ator que, por produzir conhecimento continuamente, deve difundir as informações de forma acessível, por meio do maior número de veículos possível. Assim, o diálogo com a comunidade e seus atores é facilitado e pode ser iniciado numa simples publicação.

A oferta de cursos de capacitação constitui-se em ferramenta básica e amplamente dominada pela comunidade científica. Cursos e eventos oferecidos aos gestores de bacias, prefeituras e professores, desde o ensino básico, podem promover a capacitação e a disseminação de conteúdos científicos numa linguagem apropriada e acessível. Em parceria, a comunidade realiza uma troca de conhecimentos do local e de suas experiências. Assim, o diálogo funciona como um catalisador de demandas e soluções, que podem ser mais bem pensadas e implementadas por todos os atores da sociedade, democraticamente.

FOTO: SIMONE REGIANE DE ALMEIDA CUBA



Curso de capacitação aos educadores para a redução de risco aos desastres naturais do Litoral Norte de São Paulo, Brasil

QUADRO 8-06

Cartilhas educacionais do Instituto Estadual do Ambiente – Rio de Janeiro



A elaboração de cartilhas pode atingir vários segmentos da sociedade e promover a consolidação de conceitos científicos numa abordagem mais simples e ilustrativa. No caso SOS Riachos, a própria comunidade elaborou uma cartilha distribuída em escolas, com foco no problema que estavam enfrentando: a dengue. A cartilha referiu-se então à importância da conservação das nascentes em áreas urbanas e à destinação adequada dos resíduos. Portanto, o objetivo foi claro e a linguagem utilizada foi simples e objetiva para que o leitor pudesse se sensibilizar e entender a sua inserção e o seu papel na resolução do problema apresentado.

Dessa forma, é muito importante que o material a ser produzido tenha o tipo de público que se quer atingir de forma bem definida. Por exemplo: a cartilha será utilizada por crianças? Qual será a faixa etária? Será utilizada por educadores? Será utilizada pela comunidade de modo geral? Esses detalhes auxiliam no processo de desenvolvimento do material, para saber a profundidade que deve ser adotada em cada assunto, se deve ter mais ou menos ilustrações, se a linguagem deve ser mais simples e se deve envolver mais conceitos teóricos ou práticos.

QUADRO 8-07

Guia “De cientista para jornalista – noções de comunicação com a mídia”



Os materiais divulgados em mídias sociais têm um alcance ainda maior. Os cientistas necessitam atuar neste ambiente virtual e tornarem-se disseminadores de informações verdadeiras por meio de linguagem e imagens atraentes (GALLETI; PEREIRA, 2017). É esclarecendo fatos e reduzindo a subjetividade que os resultados científicos diminuirão as distâncias entre a comunidade e o meio científico.

## 6. DISSEMINAÇÃO DE CONHECIMENTO E PARTICIPAÇÃO DA COMUNIDADE

O emprego de ferramentas de disseminação de informações pelos gestores comunitários é fundamental e mais importante ainda é o conteúdo que está sendo disseminado. Portanto, para que a comunicação se torne realmente efetiva, o recomendável é a busca de informações atualizadas, estabelecendo forte credibilidade do canal estabelecido entre os interlocutores. Nesse sentido, o estabelecimento de parcerias com instituições de pesquisa, organizações não governamentais (ONGs) e profissionais capacitados são imprescindíveis. A elaboração e a alimentação dos instrumentos de comunicação devem ser constantes a fim de que o vínculo da informação seja mantido. E, ainda, cursos de capacitação, quando oferecidos, devem ser atualizados periodicamente, visando atender às necessidades regionais e às mudanças globais.

Uma população sensibilizada não apenas entende o seu papel no momento e no local em que vive. Também permite que as próximas gerações possam desfrutar de uma melhor qualidade de vida. Sabe-se que o mundo lida com rápidas mudanças ambientais globais, mas o agir local pode reduzir riscos e desastres ainda maiores, como, por exemplo, as alterações na temperatura que geram mudanças no ciclo de chuvas e conduzem à indesejável crise hídrica.



Cartilha SOS Riachos

QUADRO 8-08



Assistam ao "XIII Webinário IFSP - Difusão, compartilhamento e acesso ao conhecimento para a transformação social"



Por meio das mídias sociais, as ONGs ou grupos organizados, conseguem expor para a sociedade o que está ocorrendo de forma equivocada, além de boas práticas para minimizar os impactos. As ações comunitárias não representam somente uma forma de reflexão, mas também motivam a comunidade a desenvolver os mesmos tipos de práticas. Portanto, quando tais ações são realizadas de forma bem-estruturada e devidamente divulgadas nas mídias, a abrangência das mesmas se torna mais ampla e a conscientização da comunidade mais efetiva.



Mutirão de limpeza da comunidade em área de mata nativa

### QUADRO 8-09

Livro "Programa de Comunicação Social do Comitê de Bacia Hidrográfica da Baixada Santista"



A participação da comunidade junto à academia na produção de conteúdo, visando a disseminação do conhecimento, é uma combinação perfeita. É quando a comunidade passa de coadjuvante para protagonista das ações, que se tornam ainda mais efetivas no processo de sensibilização e conscientização. Tais ações unem o conhecimento dos pesquisadores com a vivência prática da população da região. Por meio da mídia, quando a comunidade é convidada para participar dessas ações (por meio de concursos, reuniões, grupos de trabalho) os produtos gerados passam a ter um alcance maior. O nível de interesse aumenta, pois a comunidade passa a ser um participante de peso em um projeto, garantindo assim, maiores possibilidades de transformação social e ambiental.

Uma vez que os ambientes aquáticos são espelhos de uma região, nos quais os aspectos positivos e negativos se mesclam e refletem a realidade da dinâmica local e da conduta de seus cidadãos. Em regiões muito poluídas, a água será o reflexo de como é essa poluição. De forma simétrica, se for limpa, assim será a água. Os ambientes aquáticos não apenas atuam como arquétipos para evidenciar a dinâmica de uma região, mas também se revelam como excelentes meios de sensibilização para outros problemas ambientais. A articulação entre universidade, empresas e comunidade encoraja as pessoas a protegerem esses ecossistemas e oportuniza o compartilhamento do saber científico em prol da transformação social e ambiental. Seja por meio de conversas ou de ações realizadas em conjunto, diversos grupos de atores de igual importância têm a chance de interagirem e se conhecerem, trocando experiências e saberes, e assim crescerem juntos. Por esse motivo, a articulação e a comunicação podem ser consideradas peças essenciais para a gestão eficiente e sustentável dos recursos hídricos.



FOTO: FÁBIO PRADO FULA

Ato simbólico: 1050 máscaras coletadas em 500 m de estrada (de setembro de 2020 a junho de 2021). Serrinha da Enseada, São Sebastião, SP, Brazil.

## ESTUDO DE CASO

## PLÁSTICOS DESCARTÁVEIS E SEU IMPACTO NA BIODIVERSIDADE: O TURISMO COMO GERADOR DE POLUIÇÃO OU CATALISADOR DE TRANSFORMAÇÕES PARA A SUSTENTABILIDADE?

O volume de rejeitos plásticos no litoral, que se espalha pelos oceanos, já era uma grande preocupação de comunidades, comitês gestores de bacias hidrográficas, governos e organismos internacionais, sobretudo o Programa das Nações Unidas para o Meio Ambiente (PNUMA). Com a pandemia de Covid-19, o lixo plástico cresceu em quantidade, sobretudo devido aos produtos de proteção descartáveis, como máscaras e luvas jogadas em rios e no mar, ao longo de 2020 e adentrando 2021. Isso tem resultado em problemas com proporções alarmantes. A estimativa é de que 8 milhões de toneladas de plásticos sejam lançadas no mar anualmente. Desse total, 80 % podem ser provenientes da poluição terrestre, advinda da má administração dos resíduos, segundo o *World Wild Fund* (WWF). A produção mundial de plásticos é crescente e alcançou 396 milhões de toneladas, em 2019. Das 9 bilhões de toneladas de plástico produzidas no mundo até hoje, apenas 9 % foram recicladas. No Brasil, de todo o lixo gerado, o plástico representa 13,5 %. Disso, um terço é descartável, a exemplo de bitucas, garrafas, copos, embalagens, sacolas, tampas, canudos e talheres. Até 2030, se nada for feito, a previsão é que a poluição plástica no planeta possa dobrar de quantidade, quando chegará a 300 milhões de toneladas métricas, segundo o WWF. A pergunta é inevitável: haverá vida no mar em meio a tanto plástico?

O turismo é, historicamente, uma atividade econômica muito presente em todo o litoral brasileiro. Entre os dez principais destinos de turismo mais visitados pelos 6,3 milhões de turistas estrangeiros que visitaram o país em 2019 e que aqui deixaram US\$ 5,9 bilhões em receitas, oito são litorâneos – as exceções são São Paulo (SP) e Foz do Iguaçu (PR). Dependendo de como for planejado e gerenciado, o turismo pode afetar negativamente a biodiversidade em decorrência da poluição, da superexploração de recursos naturais e dos impactos da visitação, entre os quais está o aumento da geração de lixo. Nos meses de verão, há maior acúmulo de lixo nas praias, inclusive de plásticos, porque os turistas tendem a consumir produtos descartáveis em quantidade muito maior do que os moradores do local. Isso acontece no mundo todo, não só no Brasil.



Coleta de Resíduos asiáticos em São Sebastião, SP, Brasil.

No entanto, o turismo pode também ser um agente transformador rumo à sustentabilidade. Quando a pandemia de coronavírus interrompeu severamente a mobilidade internacional, muitas localidades, antes lotadas de turistas, viram-se frente a frente com a natureza. Golfinhos voltaram aos canais de Veneza e tartarugas gigantes, em extinção, voltaram a desovar em praias brasileiras. Isso chamou a atenção de muitas comunidades em relação ao próprio futuro. Será que preferem as montanhas de lixo e de plástico ou querem natureza exuberante, convivendo de forma planejada, com a atividade econômica gerada pelo turismo, mas praticada com mais respeito ao meio ambiente?

Uma análise de outras crises do passado, quando também houve restrições nas viagens, como na época na Segunda Guerra Mundial (1939-1945) e na pandemia de gripe suína (2009), mostra que, quando possível, o turismo retorna com muito vigor. Daí que é preciso acelerar as decisões no âmbito das comunidades e dos comitês em relação ao futuro do turismo que se quer ter no litoral do Brasil.

Há projeções para que, em meados deste século, uma em cada duas pessoas viaje pelo mundo, o que poderia chegar a 5 bilhões de viajantes. Isso indica que os grandes gargalos para a atividade turística em 2050 serão o acesso a recursos naturais e a disponibilidade de espaços físicos com qualidade ambiental. Assim, é urgente pensar no modelo de turismo que se quer: aquele altamente gerador de resíduos, inclusive plásticos; ou um outro, que gere riquezas, em linha com a sustentabilidade? A notícia boa é que há várias soluções para a segunda opção e uma delas é implementar a economia circular no âmbito dos serviços de turismo de uma localidade, por exemplo.

A economia circular é um sistema em que produção e distribuição são organizadas para usar e reutilizar os mesmos recursos várias vezes. O foco está na redução dos impactos ambientais, da extração de matéria-prima e na adoção da logística reversa de modo que produtos, componentes e materiais mantenham seu máximo valor e utilidade. Ao final da primeira vida de cada produto, ele retorna à reciclagem e não se torna lixo. Uma parceria entre universidades, governos e comunidades pode ser o ponto de partida para essa mudança, já que implementar a economia circular pode ser uma excelente decisão, mas vai demandar dedicação, conhecimento e o envolvimento de todos.



FOTO: FÁBIO PRADO FULA

Praia do Topo – São Sebastião, SP, Brasil



FOTO: VASSILIKI TEREZINHA GALVÃO BOULOMYTI

Praia Half Moon Bay, Melbourne, VIC, Austrália

## ESTUDO DE CASO

## MOSTRA ARTÍSTICA VIRTUAL “OLHAR DO JOVEM CUIDADOR DAS ÁGUAS”

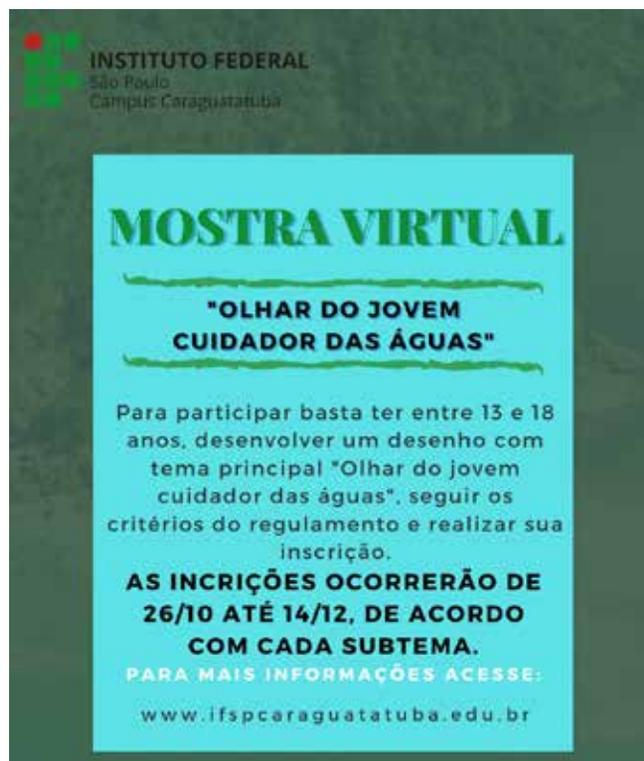
São muitos os desafios para aprimorar os processos de gestão compartilhada dos recursos hídricos. A gestão inadequada ou ineficiente dos recursos hídricos pode ocorrer devido à falta de acesso à informação, sensibilidade às causas da própria comunidade ou participação ativa nos processos de tomada de decisão. Acrescenta-se a esse cenário a baixa participação da população jovem, o que fragiliza ainda mais esse processo e torna distante uma perspectiva e desenvolvimento sustentável para o futuro próximo, no qual os jovens desempenham um papel protagonista.

O Estatuto da Juventude (BRASIL, 2013) reconhece os direitos dos jovens à participação, à cidadania e ao meio ambiente de qualidade. Por isso, é de extrema importância que os jovens sejam incentivados a participar dos espaços coletivos de decisões. Desta forma, eles poderão entender que fazem parte da sociedade e que suas ações tem consequências diretas sobre a sua vida individual e do coletivo.

Como parte do Projeto de Extensão “Práxis educativa na Gestão Sustentável dos Recursos Hídricos”, desenvolvido no 2º semestre de 2020, foi promovida a Mostra Artística Virtual “Olhar do Jovem Cuidador das Águas”. Essa ação teve como objetivo desenvolver de forma criativa a sensibilidade, o exercício da cidadania, a reflexão crítica sobre as questões ambientais e, em específico, despertar o interesse dos estudantes de 13 a 18 anos de idade pela preservação dos recursos hídricos. Para tanto, os jovens participaram do ciclo de webinários “Desafios para a Gestão Sustentável de Bacias Hidrográficas” visando produzir desenhos coerentes com as temáticas discutidas nos encontros virtuais.

Nesse sentido, um dos resultados esperados do projeto de extensão é justamente tornar o conhecimento científico acessível e instigar nos jovens um olhar crítico sobre os desafios e oportunidades encontrados na gestão das bacias hidrográficas. O jovem passa a ter o sentimento de pertencimento ao seu território e que se empodere de discussões locais, tornando-se um ator ativo no processo de transformação socioambiental de suas comunidades. Daí a importância da educação como elemento constituinte da categoria práxis no processo de formação e transformação (NORONHA, 2005).

A exposição de 65 trabalhos foi realizada de forma virtual e mostrou a contextualização da temática dos webinários, vista com o olhar dos jovens.



Banner para inscrição na Mostra Virtual

Exposição de  
Trabalhos da  
Mostra Virtual



Ilustração: Larissa Prado



Ilustração: Isabella Gobetti



Ilustração: Thainá Silva



Ilustração: Wallison Lazaro



Ilustração: Taciane Morales



Ilustração: Bruna Salvador



Foto: VASSILIKI TEREZINHA GALVÃO BOULOMYTI

Rio Corrente em Munhoz, MG, Brasil

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS DO TEXTO E DAS FIGURAS

1. ABARES. **Future scenarios for the southern Murray-Darling Basin water market**, 2018. Disponível em: [https://data.gov.au/data/dataset/pb\\_fsswmd9aaw20180808/resource/8ddf8977-f8f4-4713-8d9e-a7d47ce85d0e](https://data.gov.au/data/dataset/pb_fsswmd9aaw20180808/resource/8ddf8977-f8f4-4713-8d9e-a7d47ce85d0e). Acesso em: 17 ago. 2021.
2. AMATO-LOURENÇO, L. F. et al. The influence of atmospheric on the elemental content of vegetables in urban gardens of São Paulo, Brazil. **Environmental Pollution**, 216, p. 125-134, 2016.
3. ANA. **Conjuntura dos recursos hídricos no Brasil 2020**. Brasília, DF: Agência Nacional de Águas e Saneamento, 2020. Disponível em: <http://conjuntura.ana.gov.br/static/media/conjuntura-completo.23309814.pdf>. Acesso em: 20 out. 2021.
4. ANA. **Plano Nacional de Segurança Hídrica**. Brasília: ANA, 2019. 112 p.
5. ANAND, N. Pressure: The politechnics of water supply in Mumbai. **Cultural Anthropology**, v. 26, n. 4, p. 542-564, 2011.
6. ARTHINGTON, A. H. et al. The Brisbane Declaration and global action agenda on environmental flows (2018). **Frontiers in Environmental Science**, v.6, n. 45, 2018.
7. ASAKAWA, S. et al. Perceptions of urban stream corridors within the greenway system of Sapporo, Japan. **Landscape and Urban Planning**, n. 68, p. 167-182, 2004.
8. BARTH, F.T.; POMPEU, C. T. **Fundamentos para Gestão de Recursos Hídricos. Modelos para gerenciamento de recursos hídricos**. São Paulo: Nobel/ABRH, 1987. v.11.
9. BOND, N. R. et al. Water-based assets of the Murray–Darling Basin and their ecological condition. In: HART, B. T. ed.) **Murray-Darling Basin, Australia: Its Future Management**. New York: Elsevier, 2021.
10. BRASIL. **Lei nº 12.852**, de 5 de agosto de 2013. Institui o Estatuto da Juventude e dispõe sobre os direitos dos jovens, os princípios e diretrizes das políticas públicas de juventude e o Sistema Nacional de Juventude. Subchefia para Assuntos Jurídicos da Casa Civil.
11. BUREAU OF METEOROLOGY. **Annual climate statement 2020**. 2020. Disponível em: <http://www.bom.gov.au/climate/current/annual/aus/#:~:text=The%20national%20total%20rainfall%20for,the%2011%2Dyear%20moving%20average>. Acesso em: 24 jul. 2021.
12. CETESB. **Manual de cianobactérias planctônicas: legislação, orientações para o monitoramento e aspectos ambientais**. São Paulo: CETESB, 2013. 56p.
13. CHACON, A.; NEFFA, E; SILVA, L.P. **SAPEA-ÁGUA: Educação Ambiental e Gestão das Águas**. Curitiba: Appris, 2020.

14. CNPQ. **Planejamento Estratégico 2025**. Brasília: MCTI, DF, 2014. 48p. Disponível em: <https://www.gov.br/cnpq/pt-br/acao-a-informacao/planejamento-estrategico>. Acesso em: 02 nov. 2021.
15. COOMBES, P. J.; BARRY, M. E. **Australasian Journal of Water Resources**, v.12, n. 2, p. 85-100, 2008.
16. CSIRO. **Water availability in the Murray-Darling Basin**. A report to the Australian Government from the CSIRO Murray-Darling Basin Sustainable Yields Project. Australia: CSIRO, 2008. 217 p. Disponível em: <https://doi.org/10.4225/08/585ac631207f7> Acesso em: 06 set. 2021.
17. DAVIES, W. **Wildlife of the Brisbane Area**. Queensland: Jacaranda, 1983.
18. DILLON, P. Managed aquifer recharge: rediscovering nature as a leading edge technology. **Water science and technology**, v. 62, n.10, p. 2338-2345, 2010.
19. DONNELLY, T. H.; GRACE, M. R.; HART, B. T. Algal Blooms in the Darling-Barwon River, Australia. **Water, Air, and Soil Pollution**, v. 99, p. 487-496, 1997.
20. ESTEVES, F. de A. **Fundamentos de Limnologia**. 2.ed. Rio de Janeiro: Interciência, 1998. 602 p.
21. FADINI, R.; FERNANDES, G. W. Brazil's scientists and churches share goals. **Science**, v. 358, n.6360, p. 179-180, 2017.
22. FARIA, C. E. et.al. Agentes-atores na produção de políticas públicas espaciais. In: STEINBERGER, M. (Org.). **Território, agentes-atores e políticas públicas espaciais**. Brasília: Ler, 2017.
23. FORSSBERG, B.; MALMQVIST, P. A.; SÖRELIUS, H. **Process of change: Successful implementation of good water management practices in six cities**. Working Paper n. 26. Stockholm: SIWI, 2015. Disponível em: <https://siwi.org/wp-content/uploads/2016/10/SWH-Working-Paper-Process-of-Change-web-1.pdf> Acesso em: 23 out. 2021.
24. GALLETI, M.; COSTA-PEREIRA, R. Scientists need social media influencers. **Science**, v. 357, n.6354, p. 880-881, 2017.
25. GARRIDO NETO et al., P. S. Sustainable urban drainage systems in the world and Brazil. **Brazilian Journal of Development**, v. 5, n. 10, p. 18743-18759, 2019.
26. GOBSTER, P. H. et al. The human dimensions of urban greenways: planning for recreation and related experiences. **Landscape and Urban Planning**, n. 68, p. 147-165, 2004.
27. GOMES, M.A. et al. Recuperação e conservação de Matas Ciliares. **Informe Agropecuário EPAMIG**, v.32, n.263, p.78-85, 2011.
28. GRAFTON, R. Q.; WHEELER, S. A. Economics of Water Recovery in the Murray-Darling Basin, Australia. **Annual Review of Resource Economics**, v. 10, p. 487-510, 2018.

29. HALE, J.; BOND, N. R.; BROOKS, S. **Murray–Darling Basin Long Term Intervention Monitoring Project — Biodiversity Report**. Report prepared for the Department of the Environment and Energy, Commonwealth Environmental Water Office by La Trobe University, Centre for Freshwater Ecosystems, CFE; Publication 252, May 2020, 76p. Disponível em: <https://brooks.eco/uploads/images/96/FINAL-LTIM-2018-19-Biodiversity-Basin-Evaluation.pdf> Acesso em: 04 out. 2021.
30. HART, B. T. et al. Introduction to the Murray–Darling Basin system, Australia. In: HART, B. T. et al. (ed.) **Murray–Darling Basin, Australia: Its Future Management**. New York: Elsevier, 2021.
31. IBGE. **Cidades@**. 2017. Disponível em: <https://cidades.ibge.gov.br/>. Acesso em: 18 ago. 2021.
32. KINGDON, J. W. **Agendas, Alternatives, and Public Policies**. 2. ed. Boston, MA: Longman, 2011.
33. LAMBERT, A. **What do we know about pressure: leakage relationships in distribution systems? System Approach to Leakage Control and Water Distribution Systems Management**. Brno, Czech Republic: IWA, 2000.
34. LEAL et al. Integrated terrestrial-freshwater planning doubles conservation of tropical aquatic species. **Science**, v. 370, n. 6512, p. 117-121, 2020.
35. LUPIA, A. Communicating Science in politicized environments. In: National Academy of Sciences of the United States of America, 2013, Pittsburgh. **Proceedings**. Supplement 3, p. 14048-14054.
36. MARCH, J. G. **Como as decisões realmente acontecem: princípios de tomada de decisões**. São Paulo: Leopardo, 2009.
37. MCCRACKEN, M.; PETERS, L.; WOLF, A. Megatrends in Shared Waters in 2030 and Beyond. In: **Assessing Global Water Megatrends**, Singapura: Springer, 2018. p. 105-123.
38. MCCRACKEN, M.; WOLF, A. T. Updating the Register of International River Basins of the world. **International Journal of Water Resources Development**, v. 35, n. 5, 2019. p. 732-782.
39. MDBA. **The Basin Plan 2020 Evaluation**. Disponível em: <https://www.mdba.gov.au/2020-basin-plan-evaluation> Acesso em: 20 Ago. 2021.
40. MDR. **Plano Nacional de Saneamento Básico – PLANSAB**. Mais Saúde com Qualidade de Vida e Cidadania. Brasília, DF: MDR/Secretaria Nacional de Saneamento, 2019. 239 p. Disponível em: [https://antigo.mdr.gov.br/images/stories/ArquivosSDRU/ArquivosPDF/Versao\\_Conselhos\\_Resolu%C3%A7%C3%A3o\\_Alta\\_-\\_Capa\\_Atualizada.pdf](https://antigo.mdr.gov.br/images/stories/ArquivosSDRU/ArquivosPDF/Versao_Conselhos_Resolu%C3%A7%C3%A3o_Alta_-_Capa_Atualizada.pdf) Acesso em: 02 nov. 2021.
41. MILLER, G. T.; SPOOLMAN, S. E. **Ciência Ambiental**. 14. ed. São Paulo: Cengage Learning, 2015. 464p.

42. MITCHELL, S. M.; ZAWAHRI, N. A. The effectiveness of treaty design in addressing water disputes. **Journal of Peace Research**, v. 52, n. 2, p. 187-200, 2015.
43. MORAIS, R. C. **Reenquadramento e plano de recursos hídricos: estudo de caos das bacias PCJ**. 2009. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) – Faculdade de Engenharia Civil, Arquitetura e Urbanismo, Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 2009.
44. MOREIRA, T. C. L. et al. Green Spaces, Land Cover, Street Trees and Hypertension in the Megacity of São Paulo. **International Journal Environmental Research Public Health**, p. 1-14, 2020.
45. NORONHA, O. M. Práxis e educação. **HISTEDBR**, n. 20, p. 86-93, 2005.
46. OLIVEIRA, G. A. et al. Coupling environment and physiology to predict effects of climate change on the taxonomic and functional diversity of fish assemblages in the Murray-Darling Basin, Australia. **PLoS One**, v. 14, n. 11, p. e0225128, 2020.
47. ONU BRASIL. **Objetivos de Desenvolvimento Sustentável**. 2021. Disponível em: <https://brasil.un.org/pt-br/sdgs>. Acesso em: 10 ago. 2021.
48. ONU. **O Valor da Água. Relatório Mundial das Nações Unidas sobre o Desenvolvimento dos Recursos Hídricos 2021**. Resumo Executivo, 2021. 11 p.
49. ONU. **World Urbanization Prospects 2018**. Disponível em: <https://population.un.org/wup/> Acesso em: 19 ago 2021.
50. PÁDUA, S. **Afinal, qual a diferença entre conservação e preservação?** O Eco, 2006. Disponível em: <https://www.oeco.org.br/colunas/suzana-padua/18246-oeco-15564/>. Acesso em: 27 nov. 2020.
51. PATEMAN, C. **Participação e Teoria Democrática**. Rio de Janeiro: Paz e Terra, 1992.
52. SADOFF, C. W.; GREY, D. Beyond the river: the benefits of cooperation on international rivers. **Water Policy**, v. 4, n. 5, p. 389-403, 2002.
53. SANTOS, B. S. **Ask Boaventura #20 - Escuta Profunda**, 2015. Disponível em: <https://youtu.be/pWIOFhWPLT4>. Acesso em: 24 de mai. 2021.
54. SÃO PAULO (Estado). Secretaria do Meio Ambiente. Coordenadoria de Planejamento Ambiental Estratégico e Educação Ambiental. **Gestão participativa das águas**. São Paulo: SMA/CPLEA, 2004.
55. SCHMEIER, S. **Governing international watercourses: river basin organizations and the sustainable governance of internationally shared rivers and lakes**. Routledge, 2012.
56. SHUBBER, Z. **The Sources of the Nile**. Podcast. Episódio 1, 2017. Disponível em: <https://nilewaterlab.org/podcast-the-sources-of-the-nile/>. Acesso em: 24 mai. 2021.

57. SHUBBER, Z.; CAUWENBERGH, N. V. **A 3-step framework for water conflict management**. IAHS Conference, 2017.
- SIGRH. Divisão Hidrográfica. 2018. Disponível em: [https://www.sigrh.sp.gov.br/divisaohidrografica#\\_ftn1](https://www.sigrh.sp.gov.br/divisaohidrografica#_ftn1). Acesso em: 20 out. 2021.
58. SOUZA, R.C.C.L.; CALAZANS, S.H.; SILVA, E.P. Impacto das espécies invasoras no ambiente aquático. **Ciência e Cultura**, v.61, n.1, p.35-41, 2009.
59. SWANSTRÖM, N. et al. **Conflict, Conflict Prevention and Conflict Management and beyond: a conceptual exploration**. Central Asia-Caucasus Institute & Silk Road Studies Program – A Joint Transatlantic Research and Policy Center Johns Hopkins University-SAIS, 2005. p. 1-21.
60. TOWNSEND, C. R; BEGON, M.; HARPER, J. L. **Fundamentos em Ecologia**. 2. ed. Porto Alegre: Artmed, 2006. 592 p.
61. TUCCI, C. E. M. Regulamentação da drenagem urbana no Brasil. **REGA**, v. 13, n. 1, p. 29-42, 2016.
62. VAN DER ZAAG, P. **Principles of Integrated Water Management**. Delft: Unesco-IHE, 2015.
63. VERTESSY, R. **Independent Assessment of the 2018-19 fish deaths in the lower Darling**. Murray Darling Basin Authority and Australian Government, Australia. 2019.
64. VORMITTAG, E. et al. High levels of metals/metalloids in blood and urine of residents living in the area affected by the dam failing in Barra Longa, District, Brazil: a preliminar human biomonitoring study. **Environmental Toxicology and Pharmacology**, v. 83, p.103566, 2021.
65. WILLIAMS, J. Water reform in the Murray-Darling Basin: A challenge in complexity in balancing social, economic and environmental perspectives. **Journal and Proceedings of the Royal Society of New South Wales**, v. 150, n. 463/464, 2017. p. 68-92.
66. WOLF, A. T. A long term view of water and international security. **Journal of Contemporary Water Research & Education**, v. 142, n. 1, p. 67-75, 2009.
67. WOLF, A. T. International water conflict resolution: lessons from comparative analysis. **International Journal of Water Resources Development**, v. 13, n. 3, 1997. p. 333-366.
68. WWF. **Brasil é o 4º país do mundo que mais gera lixo plástico**. 2019. Disponível em: <https://www.wwf.org.br/?70222/Brasil-e-o-4-pais-do-mundo-que-mais-gera-lixo-plastico> Acesso em: 05 jul. 2021.
69. ZUFFO, A. C.; ZUFFO, M. S. R. **Gerenciamento de recursos hídricos: conceituação e contextualização**. Rio de Janeiro: Elsevier, 2016.
70. ZWARTEVEEN, M. et al. Engaging with the politics of water governance. **Wiley Interdisciplinary Reviews: Water**, v. 4, n.6, 2017.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS DOS QR CODES

- **QR 1-01** ANA. **Comitê de Bacia Hidrográfica**, 2014. Vídeo. Disponível em: <https://www.youtube.com/watch?v=uRzt9tv0EJU> Acesso em: 10 set. 2021.
- **QR 1-02** OLIVEIRA, E. J. A. D.; MOLICA, R. J. R. **A poluição das águas e as cianobactérias**. 1. ed. Recife: IFPE, v. 1, 2017. 33 p. Disponível em: <https://capacitacao.ana.gov.br/conhecerh/bitstream/ana/195/1/Cartilha%20a%20Polui%C3%A7%C3%A3o%20das%20%C3%81guas%20IFPE.pdf> . Acesso em: 20 out. 2021.
- **QR 1-03** CONSELHO ESTADUAL DE RECURSOS HÍDRICOS - CÂMARA TÉCNICA DE ÁGUAS SUBTERRÂNEAS. **Nitrato nas águas subterrâneas: desafios frente ao panorama atual**. São Paulo: IG/SIMA, 2019. 128 p. Disponível em: <https://sigrh.sp.gov.br/public/uploads/documents/CRH/18691/12-1-publicacao-nitrato-2.pdf> . Acesso em: 20 out. 2021.
- **QR 1-04** ANA. **Conjuntura Recursos Hídricos 2020**, 2020. Disponível em: <http://conjuntura.ana.gov.br/>. Acesso em: 20 out. 2021.
- **QR 1-05** REDE BRASIL DE ORGANISMOS DE BACIAS HIDROGRÁFICAS. **Rede Brasil de Organismos de Bacias Hidrográficas (REBOB)**. Disponível em: <https://www.rebob.org.br/>. Acesso em: 20 out. 2021.
- **QR 1-06** ROMA, J. C. Os objetivos de desenvolvimento do milênio e sua transição para os objetivos de desenvolvimento sustentável. **Ciência e Cultura**, São Paulo, 71, Janeiro/Março 2019. 33-39. Disponível em: [http://cienciaecultura.bvs.br/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0009-67252019000100011](http://cienciaecultura.bvs.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0009-67252019000100011) . Acesso em: 20 out. 2021.
- **QR 1-07** ONU. **Transformando Nosso Mundo: a Agenda 2030**. p. 42. 2016. Disponível em: <https://www.undp.org/content/dam/brazil/docs/agenda2030/undp-br-Agenda2030-completo-pt-br-2016.pdf> Acesso em: 20 out. 2021.
- **QR 1-08** ANA. **ODS 6 no Brasil: visão da ANA sobre os indicadores**. Brasília: ANA, 2019. 94 p. Disponível em: <https://www.gov.br/ana/pt-br/centrais-de-conteudos/publicacoes/ods6/ods6.pdf> Acesso em: 20 out. 2021.
- **QR 1-09** TWRA. **I Webinário IFSP - Água e Agenda 2030. A Sociedade na Gestão das Águas, 2020**. Vídeo. Disponível em: <https://youtu.be/af5IELHOpwI> Acesso em: 20 out. 2021.
- **QR 2-01** CÂMARA DOS DEPUTADOS. **Legislação Portuguesa e Primeiros Textos Legais Referentes ao Brasil. Site da Câmara dos Deputados**. Disponível em: <https://www2.camara.leg.br/a-camara/documentos-e-pesquisa/biblioteca/exposicoes-virtuais/exposicoes-virtuais-permanentes/legislacao-portuguesa-e-primeiros-textos-legais-referentes-ao-brasil> . Acesso em: 20 out. 2021.
- **QR 2-02** SENADO FEDERAL. **Código de Águas**. Brasília: [s.n.], v. 1, p.1-231, 2003. Disponível em: <https://www2.senado.leg.br/bdsf/bitstream/handle/id/70322/653798.pdf?sequence=2&isAllowed=y> . Acesso em: 20 out. 2021.

- **QR 2-03** FERNANDEZ, G. A. V. **Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos**. Agência Nacional de Águas e Saneamento Básico. Brasília, p. 34. 2017. Disponível em: [https://www.gov.br/agricultura/pt-br/assuntos/camaras-setoriais-tematicas/documentos/camaras-tematicas/infraestrutura-e-logistica/2017/55a-ro/app\\_sistema\\_gerenciamento\\_55ro\\_logistica.pdf](https://www.gov.br/agricultura/pt-br/assuntos/camaras-setoriais-tematicas/documentos/camaras-tematicas/infraestrutura-e-logistica/2017/55a-ro/app_sistema_gerenciamento_55ro_logistica.pdf) Acesso em: 20 ago. 2021.
- **QR 2-04** ANA. **A Lei das Águas no Brasil**, 2014. Vídeo. Disponível em: <https://youtu.be/bH08pGb50-k> Acesso em: 20 out. 2021.
- **QR 2-05** ANA. **Sistema Nacional de Informações sobre Recursos Hídricos (SNIRH)**. Disponível em: <https://www.snirh.gov.br/>. Acesso em: 20 out. 2021.
- **QR 2-06** ANA. Repositório ANA. **Site da ANA**. Disponível em: <https://capacitacao.ana.gov.br/conhecerh/handle/ana/201> . Acesso em: 20 out. 2021.
- **QR 2-07** AGÊNCIA ESTADUAL DE RECURSOS HÍDRICOS DO ESPÍRITO SANTO. **Cartilha de Segurança de Barragens - Orientações para regularização e manutenção da segurança de barragens para armazenamento de água no Estado do Espírito Santo**. Vitória: [s.n.], v. 1, 2020. Disponível em: [https://agerh.es.gov.br/Media/agerh/Cartilha/SegurancadeBarragens\\_Agerh.pdf](https://agerh.es.gov.br/Media/agerh/Cartilha/SegurancadeBarragens_Agerh.pdf) . Acesso em: 20 out. 2021.
- **QR 2-08** TWRA. **II Webinário IFSP - Instrumentos para a gestão integrada dos recursos hídricos**, 2020. Vídeo. Disponível em: <https://youtu.be/Y03hFo22hKI?list=PLFUsBrEsuFPApymSNX4QkGdPWzozjNcdG> Acesso em: 20 out. 2021.
- **QR 3-01** ANA. **Atuando na Gestão de Conflitos**, 2020. Vídeo. Disponível em: <https://youtu.be/UF9Atd1ctQ4> Acesso em: 20 out. 2021.
- **QR 3-02** BROWN, B. **O poder da empatia**, [s.d]. Vídeo. Disponível em: [https://youtu.be/Q6rAV\\_7J5T0](https://youtu.be/Q6rAV_7J5T0) Acesso em: 20 out. 2021.
- **QR 3-03** BODANZKY, J. **Ruivaldo, O Homem que Salvou a Terra**. Ministério da Cidadania. 2019. Vídeo. Disponível em: <https://www.youtube.com/watch?v=VGkWVb2bjSs&t=1090s>. Acesso em: 20 out. 2021.
- **QR 3-04** CORTELLA, M. S. **Como conviver com as diferenças?** 2019. Vídeo. Disponível em: <https://youtu.be/mXxetGM3v6s> Acesso em: 20 out. 2021.
- **QR 3-05** COMUNICAÇÃO NÃO-VIOLENTA. **Técnicas para aprimorar relacionamentos pessoais e profissionais**. 2020. Vídeo. Disponível: <https://youtu.be/K29eLcpvsc8> Acesso em: 20 out. 2021.
- **QR 3-06** CURADO, O. **A escuta ativa**, 2018. Vídeo. Disponível em: <https://youtu.be/7Wtp2PIHBEk> Acesso em: 20 out. 2021.
- **QR 3-07** ROCKMANN, R. **Crescem conflitos devido ao uso da água no Brasil. Valor econômico**. Publicado por Sindicato dos operadores portuários do Estado de São Paulo. 10 janeiro de 2020. Disponível em: <https://www.sopesp.com.br/2020/01/10/crescem-conflitos-devido-ao-uso-da-agua-no-brasil/> Acesso em: 20 out. 2021.

- **QR 3-08** MINUTOS PSÍQUICOS. **Agressivo, passivo ou assertivo?** 2014. Vídeo. Disponível em: <https://youtu.be/rd1mCZVNnxE> Acesso em: 20 out. 2021.
- **QR 3-09** PEDROSA, V. A. **Solução de conflitos pelo uso da água.** Serra, ES: 2017. Disponível em: <https://brasil.arcelormittal.com/sala-imprensa/publicacoes-relatorios/tubarao/livro---solucao-de-conflitos-pelo-uso-da-agua-2019> Acesso em: 20 out. 2021.
- **QR 3-10** ANA. **A experiência de alocação de água no Ceará,** 2020. Vídeo. Disponível em: <https://www.youtube.com/watch?v=lvdQ8Y9f-Gc> Acesso em: 20 out. 2021.
- **QR 3-11** PEDROSA, V. D. A. **Construindo pactos pelo uso da água.** 2020. Disponível em: <https://drive.google.com/file/d/1RiRwzzlKY8zrH67g1e3ly33rosUIKeXR/view>. Acesso em: 20 out. 2021.
- **QR 3-12** ANA. **Exemplos de alocação de água para a gestão de conflitos,** 2020. Vídeo. Disponível em: [https://www.youtube.com/watch?v=tx0q\\_kGE-Vs](https://www.youtube.com/watch?v=tx0q_kGE-Vs) Acesso em: 20 out. 2021.
- **QR 3-13** DUNKER, C. **Como aprender a escutar o outro?** 2017. Vídeo. Publicado pelo canal Casa do Saber. Disponível em: <https://www.youtube.com/watch?v=Zo-jk4kVtE8> Acesso em: 20 out. 2021.
- **QR 3-14** TWRA. **IV Webinário IFSP - Gestão de águas superficiais e subterrâneas interestaduais e transfronteiriças,** 2020. Vídeo. Disponível em: <https://youtu.be/FFpLyM4JgDA?list=PLFUsBrEsuFPApymSNX4QkGdPWzzejNcdG>. Acesso em: 20 out. 2021.
- **QR 3-15** MURRAY-DARLIN BASIN AUTHORITY (MDBA). **The Murray-Darlin Basin.** Austrália, 2021. Mapa. Escala 1:500.000. Disponível em: <https://www.mdba.gov.au/sites/default/files/pubs/1269-MDBA-Basin-map-poster-A1.pdf> Acesso em: 20 out. 2021.
- **QR 3-16** AUSTRALIAN ACADEMY OF SCIENCE. **Investigation of the causes of mass fish kills,** 2019. Vídeo. Disponível em: <https://www.youtube.com/watch?v=TkpRsY81FIg&t=215s> Acesso em: 20 out. 2021.
- **QR 4-01** BRASIL DE FATO. **Baixa histórica do Rio Paraná amplia debate sobre privatização,** 2021. Vídeo. Disponível em: <https://www.youtube.com/watch?v=UUd4-Blt6QQ&t=5s> Acesso em: 20 out. 2021.
- **QR 4-02** TWRA. **VI Webinário IFSP - Escassez hídrica e reúso de água em áreas rurais.** Contaminação das águas, 2020. Vídeo. Disponível em: <https://youtu.be/f3g-r7KMAQY> Acesso em: 20 out. 2021.
- **QR 4-03** CEREZINI, M. T. Segurança hídrica em tempos de pandemia de COVID-19. **Revista Mineira de Recursos Hídricos,** Belo Horizonte, v. 1, n. 2, p. 1-11, julho/dezembro, 2020. Disponível em: <http://rmrh.igam.mg.gov.br/ojs3/index.php/NM/article/view/32/51>. Acesso em: 20 out. 2021.

- **QR 4-04** TWRA. **XI Webinário IFSP - Tecnologias e metodologias de apoio à Gestão Integrada dos Recursos Hídricos**, 2020. Vídeo. Disponível em: <https://youtu.be/Ww0QKMK70xU?list=PLFUsBrEsuFPApymSNX4QkGdPWzzejNcdG> Acesso em: 20 out. 2021.
- **QR 4-05** BUCKERIDGE, M.; RIBEIRO, W.C. (org.). **A crise hídrica na Região Metropolitana de São Paulo em 2013-2015: Origens, impactos e soluções**. São Paulo: Instituto de Estudos Avançados da Universidade de São Paulo: Academia de Ciências do Estado de São Paulo, 2018. 175 p. Disponível em: <http://www.iea.usp.br/publicacoes/ebooks/livro-branco-da-agua> Acesso em: 20 out. 2021.
- **QR 4-06** CONFEDERAÇÃO NACIONAL DA INDÚSTRIA (CNI). **Segurança hídrica: novo risco para a competitividade**. Brasília: CNI, 2018. Disponível em: [https://static.portaldaindustria.com.br/media/filer\\_public/2f/0a/2f0a76bd-5626-457a-9b02-b8f06a27b7a4/seguranca\\_hidrica\\_web.pdf](https://static.portaldaindustria.com.br/media/filer_public/2f/0a/2f0a76bd-5626-457a-9b02-b8f06a27b7a4/seguranca_hidrica_web.pdf) Acesso em: 20 out. 2021.
- **QR 4-07** ANA. **Plano Nacional de Segurança Hídrica**. Brasília: [s.n.], 2019. 112 p. Disponível em: <https://arquivos.ana.gov.br/pnsh/pnsh.pdf> Acesso em: 20 out. 2021.
- **QR 4-08** ANA. **Conheça o Plano Nacional de Segurança Hídrica - PNSH**, 2019. Vídeo. Disponível em: <https://www.youtube.com/watch?v=KNe63GTMNsg> Acesso em: 20 out. 2021.
- **QR 4-09** ANA. **Sistema de Acompanhamento de Reservatórios (SAR)**. Disponível em: <https://www.ana.gov.br/sar/> . Acesso em: 20 out. 2021.
- **QR 4-10** TWRA. **V Webinário IFSP - Plano Nacional de Segurança Hídrica, Plano Nacional de Recursos Hídricos**, 2020. Vídeo. Disponível em: <https://www.youtube.com/watch?v=LoQea8Ey-Fo> Acesso em: 20 out. 2021.
- **QR 4-11** TWRA. **X IFSP Webinar - Mitigation, adaptation and resilience to extreme events and climate change (pt-BR)**, 2020. Vídeo. Disponível em: <https://www.youtube.com/ffffffffsasadddwatch?v=iUwpiQrpHOg&list=PLFUsBrEsuFPApymSNX4QkGdPWzzejNcdG&index=11&t=151s> Acesso em: 20 out. 2021.
- **QR 5-01** MDR. **Plano Nacional de Saneamento Básico – PLANSAB. Mais Saúde com Qualidade de Vida e Cidadania**. Brasília, DF: MDR/Secretaria Nacional de Saneamento, 2019. 239 p. Disponível em: [https://antigo.mdr.gov.br/images/stories/ArquivosSDRU/ArquivosPDF/Versao\\_ConselhosResolu%C3%A7%C3%A3o\\_Alta\\_-\\_Capa\\_Atualizada.pdf](https://antigo.mdr.gov.br/images/stories/ArquivosSDRU/ArquivosPDF/Versao_ConselhosResolu%C3%A7%C3%A3o_Alta_-_Capa_Atualizada.pdf) Acesso em: 02 nov. 2021.
- **QR 5-02** LIMA, J. E. F. W. et al. (org.) **Gestão da crise hídrica 2016–2018: Experiências do Distrito Federal**. ADASA: CAESB: SEAGRI: EMATER, DF, 2018. 328 p. Disponível em: <https://www.adasa.df.gov.br/images/banners/alta.pdf> Acesso em: 02 nov. 2021.

- **QR 5-03** CICONATO, H. **Análise da nova Portaria MS 888/21 sobre controle e vigilância da água para consumo humano**, 2021. Disponível em: <https://foodsafetybrazil.org/analise-da-nova-portaria-ms-888-21-sobre-controle-e-vigilancia-da-agua-para-consumo-humano/> Acesso em: 13 out. 2021.
- **QR 5-04** GRANGEIRO, E. L. A.; RIBEIRO, M. M. R.; MIRANDA, L. I. B. Integração de políticas públicas no Brasil: o caso dos setores de recursos hídricos, urbano e saneamento. **Cadernos Metr pole**, v. 22, p. 417-434, 2020. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/cm/a/S4VN4qKQf9q8cLcKnfh9FDm/?lang=pt> Acesso em: 10 set. 2021.
- **QR 5-05** Instituto Estadual do Ambiente – INEA. **Circuito Das  guas - Solu es baseadas na Natureza (SbN) promovem a segurança hídrica?** Vídeo. Disponível em: <https://www.youtube.com/watch?v=fjIEa86WHRg> Acesso em: 07 nov. 2021.
- **QR 5-06** DEVECCHI, A. M. et al. Desenhando cidades com Solu es baseadas na Natureza. **Parc. Estrat.**, v. 25, n. 50, p. 217-234, 2020. Disponível em: [http://seer.cgee.org.br/index.php/parcerias\\_estrategicas/article/viewFile/953/861](http://seer.cgee.org.br/index.php/parcerias_estrategicas/article/viewFile/953/861) Acesso em: 07 nov. 2021.
- **QR 5-06** BRISBANE CITY COUNCIL. **Water sensitive urban design engineering guidelines and fact sheets**. 2019. Disponível em: <https://www.brisbane.qld.gov.au/planning-and-building/planning-guidelines-and-tools/brisbane-city-plan-2014/superseded-brisbane-city-plan-2000/superseded-subdivision-and-development-guidelines/water-sensitive-urban-design/engineering-guidelines-superseded> Acesso em: 18 out. 2021.
- **QR 6-01** SOUZA, R. A. L. de **Ecosistemas aquáticos: T picos especiais**. Belém: Editora Associada a Associa o Brasileira das Editoras Universitárias (ABEU), 2018. Disponível em: [https://portaleditora.ufra.edu.br/images/ecossistemas\\_aquaticos\\_ok.pdf](https://portaleditora.ufra.edu.br/images/ecossistemas_aquaticos_ok.pdf) Acesso em: 20 out. 2021.
- **QR 6-02** SECRETARIA DO MEIO AMBIENTE DO ESTADO DE SÃO PAULO. **Espécies exóticas invasoras**. São Paulo: Secretaria do Meio Ambiente, 2010. Disponível em: [https://sigam.ambiente.sp.gov.br/sigam3/Repositorio/222/Documentos/Cadernos\\_Mata\\_Ciliar\\_3\\_Esppecies\\_Invasoras.pdf](https://sigam.ambiente.sp.gov.br/sigam3/Repositorio/222/Documentos/Cadernos_Mata_Ciliar_3_Esppecies_Invasoras.pdf) Acesso em: 20 out. 2021.
- **QR 6-03** CETESB. **Manual de Cianobactérias Planctônicas: Legisla o, Orienta es para o Monitoramento e Aspectos Ambientais**. São Paulo: [s.n.], 2013. 56 p. Disponível em: <https://cetesb.sp.gov.br/laboratorios/wp-content/uploads/sites/24/2015/01/manual-cianobacterias-2013.pdf> Acesso em: 20 out. 2021.
- **QR 6-04** PROGRAMA DE PESQUISAS EM SANEAMENTO BÁSICO (PROSAB). **Manual para estudo de cianobactérias planctônicas em mananciais de abastecimento público**. Porto Alegre: Palotti, 2006. Disponível em: [http://www.finep.gov.br/images/apoio-e-financiamento/historico-de-programas/prosab/Manual\\_cianobacterias\\_Prosab\\_2009.pdf](http://www.finep.gov.br/images/apoio-e-financiamento/historico-de-programas/prosab/Manual_cianobacterias_Prosab_2009.pdf) Acesso em: 05 out. 2021.

- **QR 6-05** PEREIRA, N. N. **Água de Lastro: Gestão e Controle**. São Paulo: Blucher, 2018. Disponível em: <http://pdf.blucher.com.br/s3-sa-east-1.amazonaws.com/openaccess/9788580393064/completo.pdf> Acesso em: 20 out. 2021.
- **QR 6-06** IBAMA. **Plano nacional de prevenção, controle e monitoramento do mexilhão-dourado (*Limoneperna fortunei*) no Brasil**. Brasília: [s.n.], 2020. 149 p. Disponível em: [http://www.ibama.gov.br/phocadownload/biodiversidade/mexilhao-dourado/2020/2020-11-10-Plano\\_Mexilhao\\_Dourado.pdf](http://www.ibama.gov.br/phocadownload/biodiversidade/mexilhao-dourado/2020/2020-11-10-Plano_Mexilhao_Dourado.pdf) Acesso em: 20 out. 2021.
- **QR 6-07** ZUFFO, A. C. O Sol, o motor das variabilidades climáticas. **Revista DAE**, p. 19, janeiro-abril, 2015. Disponível em: [http://revistadae.com.br/artigos/artigo\\_edicao\\_198\\_n\\_1575.pdf](http://revistadae.com.br/artigos/artigo_edicao_198_n_1575.pdf) Acesso em: 20 out. 2021.
- **QR 6-08** EMBRAPA. **Estudo alerta para a importância da conservação da biodiversidade aquática na Amazônia brasileira**, 06 out. 2020. Disponível em: <https://www.embrapa.br/busca-de-noticias/-/noticia/56256813/estudo-alerta-para-a-importancia-da-conservacao-da-biodiversidade-aquatica-na-amazonia-brasileira> Acesso em: 20 out. 2021.
- **QR 6-09** AMÉRICO-PINHEIRO, J. H. P.; BENINI, S. M. **Bacias hidrográficas: fundamentos e aplicações**. 1ª. ed. Tupã: Associação Amigos da Natureza da Alta Paulista (ANAP), 2018. 222 p. Disponível em: [https://www.feis.unesp.br/Home/Pos-Graduacao/profagua/bacias\\_hidrograficas\\_fundamentos\\_e\\_aplicacoes\\_juliana\\_heloisa\\_pine\\_americo\\_pinheiro\\_sandra\\_medina\\_benini\\_orgs.pdf](https://www.feis.unesp.br/Home/Pos-Graduacao/profagua/bacias_hidrograficas_fundamentos_e_aplicacoes_juliana_heloisa_pine_americo_pinheiro_sandra_medina_benini_orgs.pdf) Acesso em: 20 out. 2021.
- **QR 6-10** ATTANASIO, C. M.; GANDOLFI, S.; RODRIGUES, R. R. **Manual de recuperação de matas ciliares para produtores rurais**. São Paulo: Secretaria de agricultura e abastecimento do Estado de São Paulo, 2006. Disponível em: <http://www.lerf.eco.br/img/publicacoes/Manual%20de%20recupera%C3%A7%C3%A3o%20de%20matas%20ciliares%20para%20produtores%20rurais.pdf> Acesso em: 20 out. 2021.
- **QR 6-11** SECRETARIA DO MEIO AMBIENTE DO ESTADO DE SÃO PAULO. **Mata ciliar: Recuperações bem-sucedidas**. São Paulo: [s.n.], 2002. 44 p. Disponível em: <http://www.outorga.com.br/pdf/Mata%20Ciliar%20-%20recupera%C3%A7%C3%B5es%20bem%20sucedidas.pdf>. Acesso em: 20 out. 2021.
- **QR 6-12** WEIGAND JR., R.; SILVA, D. C. D.; SILVA, D. D. O. E. S. **Metas de Aichi: Situação atual no Brasil - Diálogos sobre Biodiversidade: Construindo a Estratégia Brasileira para 2020**. Brasília: UICN, WWF-Brasil e IPÊ, 2011. Disponível em: [https://d3nehc6yl9qzo4.cloudfront.net/downloads/metas\\_de\\_aichi\\_situacao\\_atual\\_no\\_brasil\\_2011\\_download.pdf](https://d3nehc6yl9qzo4.cloudfront.net/downloads/metas_de_aichi_situacao_atual_no_brasil_2011_download.pdf) Acesso em: 20 out. 2021.
- **QR 6-13** RAMID, J.; RIBEIRO, A. Declaração do Rio de Janeiro. **Estudos Avançados**, v.6, n.15, 1992. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/ea/a/szzGBPjxPqnTsHsnMSxFWPL/?format=pdf&lang=pt> Acesso em: 20 out. 2021.

- **QR 6-14** TWRA. VII Webinário IFSP – Introdução de espécies e invasões biológicas: conceitos, fontes de introdução e ações mitigadoras, 2020. Vídeo. Disponível em: <https://www.youtube.com/watch?v=Bb0P9omZVjM&list=PLFUsBrEsuFPApymSNX4QkGdPWzjojNcdG&index=7> Acesso em: 14 ago. 2021.
- **QR 7-01** FUNDAÇÃO NACIONAL DE SAÚDE (FUNASA). **Manual de Saneamento**. 3. ed. [S.l.]: COEDE/ASPLAN/FNS. Publicado por Fiocruz. Disponível em: <http://www.fiocruz.br/biosseguranca/Bis/manuais/ambiente/Manual%20de%20Saneamento.pdf> Acesso em: 20 out. 2021.
- **QR 7-02** FRANÇA, J. S.; CALLISTO, M. Estação 3: Bioindicadores bentônicos de qualidade de água. Cap. 6. P. 183-233. In: França, J. S. **Monitoramento participativo de rios urbanos por Estudantes-cientistas**. Belo Horizonte : J. S. França, 2019. 284 p. Disponível em: [http://labs.icb.ufmg.br/benthos/index\\_arquivos/pdfs\\_pagina/2019/Livro\\_monitoramento/Monitoramento\\_cap6.pdf](http://labs.icb.ufmg.br/benthos/index_arquivos/pdfs_pagina/2019/Livro_monitoramento/Monitoramento_cap6.pdf) Acesso em: 20 out. 2021.
- **QR 7-03** SILVA, M. S. G. M. E.; QUEIROZ, J. F. D.; TRIVINHO-STRIXINO, S. **Organismos bentônicos: Monitoramento de qualidade de águas**. Jaguariúna: EMBRAPA Meio Ambiente, 2008. 26-34 p. Disponível em: <https://www.cnpma.embrapa.br/download/LivroBenticos.pdf> Acesso em: 20 out. 2021.
- **QR 7-04** OLIVEIRA, E. J. A. D.; MOLICA, R. J. R. **A poluição das águas e as cianobactérias**. 1. ed. Recife: IFPE, v. 1, 2017. 33 p. Disponível em: <https://capacitacao.ana.gov.br/conhecerh/bitstream/ana/195/1/Cartilha%20a%20Polui%C3%A7%C3%A3o%20das%20%C3%81guas%20IFPE.pdf> . Acesso em: 20 out. 2021.
- **QR 7-05** ALVES, C. B. M.; POMPEU, P. D. S. **Peixes como indicadores na Bacia do Rio das Velhas**. [S.l.]: CID, NUVELHAS – Projeto Manuelzão, 2018. Disponível em: <https://manuelzao.ufmg.br/wp-content/uploads/2018/08/Peixes-como-bioindicadores-da-qualidade-da-agua-no-Rio-das-V.pdf> Acesso em: 20 out. 2021.
- **QR 7-06** CALLISTO, M. *et al.* Índices **Multimétricos para Avaliação de Integridade Biótica**. In: Marcos Callisto *et al.* (orgs.) Bases Conceituais para Conservação e Manejo de Bacias Hidrográficas. Belo Horizonte: Companhia Energética de Minas Gerais, pp. 131-158 (Série Peixe Vivo, 7). Disponível em: [http://labs.icb.ufmg.br/benthos/index\\_arquivos/pdfs\\_pagina/2019/Livro\\_bases/Callisto\\_etal\\_2019\\_Bases\\_conceituais\\_Cap4.pdf](http://labs.icb.ufmg.br/benthos/index_arquivos/pdfs_pagina/2019/Livro_bases/Callisto_etal_2019_Bases_conceituais_Cap4.pdf) Acesso em: 05 jun. 2021.
- **QR 7-07** TWRA. VIII Webinário IFSP - Bioindicação: conceitos e ferramentas para avaliação da qualidade ambiental, 2020. Vídeo. Disponível em: <https://youtu.be/Ns3AmPFcG9c?list=PLFUsBrEsuFPApymSNX4QkGdPWzjojNcdG> Acesso em: 20 out. 2021.
- **QR 8-01** SOUZA, A. A. D. **Organização, Processos e Tomada de Decisão**. Florianópolis: Programa Nacional de Formação em Administração Pública (PNAP), 2015. Disponível em: <https://educapes.capes.gov.br/bitstream/capes/401397/1/>

[PNAP-Bacharelado-OrganizacaoProcessosTomadaDecis%C3%A3o-GRAFICA.pdf](#)  
Acesso em: 20 out. 2021.

- **QR 8-02** TWRA. **III Webinário IFSP - Princípios econômicos e sociais, políticas públicas e processos participativos**, 2020. Vídeo. Disponível em: <https://youtu.be/pbuXem83rQs?list=PLFUsBrEsuFPApymSNX4QkGdPWzjojNcdG> Acesso em: 20 out. 2021.
- **QR 8-03** BARBOSA, F. D.; HANAI, F. Y.; SILVA, P. A. R. E. Participação, representação e representatividade no processo de tomada de decisão em Comitês de Bacia Hidrográfica: conceitos, reflexões e discussões. **Sustentabilidade em Debate**, Brasília, 7, Dezembro 2016. 34-46. Disponível em: <https://periodicos.unb.br/index.php/sust/article/view/16427/14711> Acesso em: 20 out. 2021.
- **QR 8-04** VIEIRA, D. C.; GIANASI, L. M.; PINHEIRO, T. M. M. **Gestão das águas no Brasil: vamos participar?** Belo Horizonte: Instituto Guaicuy – SOS Rio das Velhas, 2013. Disponível em: <https://manuelzao.ufmg.br/wp-content/uploads/2018/08/gestao-das-aguas-no-brasil.pdf> Acesso em: 20 out. 2021.
- **QR 8-05** TWRA. **XII Webinário IFSP - Articulação Interinstitucional: parceria entre universidade, indústria e comunidade**, 2020. Vídeo. Disponível em: <https://youtu.be/1T-O8hhkc6M?list=PLFUsBrEsuFPApymSNX4QkGdPWzjojNcdG> Acesso em: 20 out. 2021.
- **QR 8-06** INSTITUTO ESTADUAL DO AMBIENTE DO RIO DE JANEIRO (INEA). Cartilhas: INEA. **Site do Instituto Estadual do Ambiente**. Disponível em: <http://www.inea.rj.gov.br/publicacoes/publicacoes-inea/cartilhas/> Acesso em: 20 out. 2021.
- **QR 8-07** UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO (USP). **De cientista para jornalista - noções de comunicação com a mídia**. [S.l.]: [s.n.], 2018. Disponível em: <https://jornal.usp.br/wp-content/uploads/2018/11/de-cientista-para-jornalista-FINAL.pdf> Acesso em: 20 out. 2021.
- **QR 8-08** TWRA. **XIII Webinário IFSP - Difusão, compartilhamento e acesso ao conhecimento para a transformação social**, 2020. Vídeo. Disponível em: <https://youtu.be/uFFN7pBxk7o?list=PLFUsBrEsuFPApymSNX4QkGdPWzjojNcdG> Acesso em: 20 out. 2021.
- **QR 8-09** FUNDO BRASILEIRO DE EDUCAÇÃO AMBIENTAL (FUNBEA). **Programa de Comunicação Social do Comitê de Bacia Hidrográfica da Baixada Santista**. São Carlos: Diagrama Editorial, 2019. Disponível em: <https://www.funbea.org.br/wp-content/uploads/user-files/prog-com-social-cbh-bs.pdf> Acesso em: 20 out. 2021.
- **QR 8-10** PROJETO DE EXTENSÃO RECURSOS HIDRÍCOS. **Olhar de um jovem cuidador das águas**, 2020. Disponível em: <https://padlet.com/projetorecursoshidricos2020/ibkh8hftktuk6nz6> Acesso em: 18 out. 2021.



# Autores

## ORGANIZADORA



### **Vassiliki Trezinha Galvão Boulomytis**

Possui Graduação em Engenharia Civil pela Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, Mestrado em Engenharia Civil na área de Saneamento e Ambiente pela Universidade Estadual de Campinas (UNICAMP) e Doutorado em Engenharia Civil na área de Recursos Hídricos, Energéticos e Ambientais pela UNICAMP, em cotutela com a Swinburne University of Technology, Austrália. Desde 2010 é docente no Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de São Paulo, Câmpus Caraguatatuba. Sua especialidade é nas áreas de Hidráulica, Hidrologia, Saneamento e Análise Multicritério. Atualmente é Coordenadora do Curso de Engenharia Civil e Líder do Grupo de Engenharia, Tecnologia, Inovação e Sustentabilidade (GETIS). Foi Pesquisadora Visitante da San Diego State University, EUA, e atualmente é Pesquisadora Colaboradora do Programa de Pós-Graduação da Faculdade de Engenharia Civil da UNICAMP. Em 2020, foi Secretária-Geral da Tropical Water Research Alliance (TWRA),

Vice-Diretora do Comitê Regional da TWRA do Estado de São Paulo (2020-2021) e Coordenadora do Projeto de Extensão “Práxis Educativa na Gestão Sustentável dos Recursos Hídricos”. É Coorientadora do Programa de Pós-Graduação da Faculdade de Engenharia Mecânica de Guaratinguetá da Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho” (UNESP), do Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Sistemas Agrícolas da Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz (ESALQ) da USP e do Programa de Pós-Graduação em Meio Ambiente da Universidade do Estado do Rio de Janeiro (PPGMA/UERJ).

## AUTORES



### **André Luís Sotero Salustiano Martim**

Possui Graduação em Engenharia Civil, mestrado em Engenharia Civil e doutorado em Engenharia Civil pela UNICAMP. É Professor na área de Recursos Hídricos na Faculdade de Engenharia Civil, Arquitetura e Urbanismo da UNICAMP.

Atuou na Companhia de Saneamento Básico do Estado de São Paulo (SABESP) por mais de uma década na execução e gestão dos sistemas de abastecimento público, coleta e tratamento de efluentes. Atualmente é Diretor do Comitê Regional da TWRA do Estado de São Paulo.



### **Andreia Isaac**

Possui Graduação em Ciências Biológicas pela Universidade Estadual de Maringá (UEM), Especialização em Biologia da Conservação e Manejo da Vida Selvagem pela Pontifícia Universidade Católica do Paraná (PUCPR), Mestrado e Doutorado em Ecologia De Ambientes Aquáticos Continentais pela UEM. Ao longo da trajetória profissional, tem se dedicado à pesquisas em ecologia de parasitos de peixes, parasitologia de espécies de peixes exóticas e invasoras, ecologia trófica de peixes, entre outros temas. Atualmente, atua no Departamento de Biodiversidade da Universidade Federal do Paraná (UFPR), no Setor Palotina.



### **Antonio Carlos Zuffo**

Possui Graduação em Engenharia Civil pela UNICAMP, Mestrado em Engenharia Civil pela Universidade de São Paulo (USP), Doutorado em Engenharia Hidráulica e Saneamento pela USP e Pós-doutorado na Universidade de Toronto, Canadá. É Professor Associado da UNICAMP e já atuou como Engenheiro Civil na área de recursos hídricos, planejamento e gerenciamento de recursos hídricos e ambientais, com ênfase em Análise Multicritério. Foi Diretor do Comitê Regional da TWRA do Estado de São Paulo (2020-2021) e, atualmente, é coordenador temático de Segurança Hídrica da TWRA e do Laboratório de Apoio Multicritério à Decisão Orientada à Sustentabilidade Empresarial e Ambiental (LADSEA) na UNICAMP.



**Ashantha Goonetilleke**  
É Professor de Engenharia Hídrica e Ambiental da Queensland University of Technology (QUT), Austrália. Por 5 anos, foi Diretor de Pesquisa em Infraestrutura da QUT e por 10 anos, atuou como consultor em sustentabilidade para o Aeroporto de Brisbane, Austrália. Sua especialidade como pesquisador, consultor e educador é nonexo entre recursos hídricos, mudanças climáticas e sustentabilidade, particularmente na Gestão Integrada de Recursos Hídricos, adaptação às mudanças climáticas, reúso de águas pluviais e residuais e soluções baseadas na natureza.



**Carmen Regina Mendes de Araújo Correia**  
Possui Graduação em Engenharia Agrônoma pela Universidade Federal de Goiás (UFG), Especialização em

Sistemas de Irrigação pela UFG, Especialização em Educação à Distância pela Universidade de Brasília (UnB), Mestrado em Agronomia (Solos e Nutrição de Plantas) pela Universidade Federal de Viçosa e Doutorado em Ecologia pela UnB. Trabalhou com fertilidade do solo e adubação, lidando principalmente com a ecologia de solos, micorrizas, paisagismo, jardinagem, recuperação de áreas degradadas, compostagem, produção de plantas nativas do Cerrado, arborização urbana, educação ambiental e popularização da ciência. Pertence ao Grupo de Pesquisa CNPq AquaRiparia e, atualmente, é Diretora do Comitê Regional da TWRA no Distrito Federal.



**Cristina Elsner de Faria**  
É Cientista política, Especialista em Gestão Estratégica de Negócios pela Fundação Dom Cabral e Doutora em Políticas Públicas e Desenvolvimento Internacional pela Universidade de Brasília. Tem 20 anos de experiência em Análise Política, Planejamento e Gestão de Projetos. Desde 2017, ocupa a posição de Gerente de Educação e Pesquisas no Escritório

para o Mercosul do Ministério da Educação do Governo da Austrália. Especializada na experimentação de projetos pilotos para o desenvolvimento de políticas públicas inovadoras, já foi responsável pela formulação e implementação de diversos projetos de cooperação internacional em temáticas relacionadas ao desenvolvimento socioeconômico de populações em vulnerabilidade, educação profissional e ensino superior. Mais recentemente tem desenvolvido projetos colaborativos de pesquisas, no contexto acadêmico, envolvendo universidades do Brasil e da Austrália.



**David Hamilton**  
É Vice-Diretor e Professor do Australian Rivers Institute, na Griffith University. Atuou nas Faculdades de Engenharia Ambiental da University of Western Australia e de Ciências Biológicas na University of Waikato, Nova Zelândia. Em 2002, foi nomeado Presidente do Conselho Regional inaugural de Bay of Plenty para a restauração de lagos da Universidade de Waikato e ocupou este cargo por 15 anos.

Sua pesquisa envolveu testes e modelagem de ações de restauração de lagos, documentando a trajetória de recuperação de ecossistemas de água doce. Nos últimos anos, esteve intimamente envolvido na gestão e implementação de políticas para ecossistemas de água doce, tendo compromissos com o Ministério do Meio Ambiente da Nova Zelândia e funções consultivas para conselhos regionais e grupos industriais da Nova Zelândia e da Austrália.



**Denise Maria Elisabeth Formaggia**  
É Graduada em Engenharia Civil pela Universidade Presbiteriana Mackenzie e especialista em Engenharia de Saúde Pública pela USP. Atuou na Secretaria de Estado da Saúde de São Paulo na área de Saneamento de 1983 a 2011. Foi Consultora do Ministério da Saúde e da Organização Pan-Americana da Saúde (OPAS) de 1988 a 2008, na área de qualidade das águas para consumo humano. Atualmente integra o Comitê de Bacias Hidrográficas do Litoral norte de São Paulo (CBH-LN/SP). É membro do Comitê Regional da TWRA do Estado de São Paulo.

# Autores



## **Evanilde Benedito**

É Graduada em Biologia pela UEM, mestrado pelo Programa de Pós-Graduação em Zoologia da UFPR e Doutorado pelo Programa de Pós-Graduação em Ecologia e Recursos Naturais da Universidade Federal de São Carlos Docente da UEM, pesquisadora do Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq), atuando no Núcleo de Pesquisas em Limnologia, Ictiologia e Aquicultura (Nupelia/UEM) e TWRA. É orientadora do Programa de Pós-Graduação em Biologia Comparada e do Programa de Pós-Graduação em Ecologia de Ambientes Aquáticos Continentais da UEM.



## **Gabriela Sponchiado Hein**

É Licenciada em Ciências Biológicas pela UFPR, Setor Palotina. Participou do programa de Mobilidade Acadêmica UFPR Internacional, durante o

qual estudou um semestre na Universidade do Minho (UMinho), Campus Gualtar, Portugal. Atualmente é mestranda no Programa de Pós-Graduação em Ecologia de Ambientes Aquáticos Continentais (PEA), no Laboratório de Lagos Rasos e Invasões do Nupelia/UEM.



## **Giane Cendron**

É Graduada em Ciências Biológicas pela UFPR, Setor Palotina. Tem experiência na área de ecologia de ecossistemas aquáticos.



## **Iara Bueno Giacomini**

É Bacharel em Oceanologia e Mestre em Biologia de Ambientes Aquáticos Continentais pela Universidade Federal do Rio Grande (FURG). É Mestre em Gestão e Governança das Águas pelo Instituto de Educação Hídrica (IHE-Delft), Holanda, e Mestre em Biologia de Ambientes Aquáticos Continentais. Atuou no

processo de cooperação hídrica entre Etiópia e Sudão pelas águas do Rio Nilo. É Especialista Ambiental do Estado de São Paulo há 12 anos, onde atualmente coordena os diagnósticos e planos estaduais de recursos hídricos e atua na implementação das políticas de recursos hídricos e legislações correlatas. É membro do Comitê Regional da TWRA do Estado de São Paulo.



## **Janice Peixer**

Possui graduação em Ciências Biológicas pelas Faculdades Unidas Católicas de Mato Grosso, mestrado e doutorado em Ciências Biológicas (Zoologia) pela UNESP. Tem experiência na área de Zoologia, com ênfase em Utilização dos Animais, atuando principalmente nos seguintes temas: Pantanal, Bacia do Alto Paraguai, pesca de pequena escala, pesca esportiva, pesca profissional, turismo de pesca e valoração ambiental. Desde 2010, é Docente do IFSP, Câmpus Caraguatatuba. Participou da elaboração e implementação do Projeto de Extensão "Práxis Educativa na Gestão Sustentável dos Recursos Hídricos".



## **Jaqueline Gil**

Tem mais de 15 anos de experiência com políticas públicas, gestão de projetos e inovação em serviços no Brasil e no exterior. Estudou Marketing em Harvard, e Inovação e Empreendedorismo em Stanford, EUA. É especialista em Relações Internacionais pela UnB. É Mestre em Gestão de Turismo e Marketing Internacional pela Universidade de Alicante, Espanha, e Doutoranda em Desenvolvimento Sustentável pela UnB. Leciona Planejamento de Cenários Futuros no Departamento de Administração da UnB. É CEO da empresa de consultoria Amplia Mundo. Trabalhou para governos estaduais, federal, iniciativa privada, organismos e governos internacionais, principalmente na Nova Zelândia.



**Karoline Victor Serpa**

Possui Bacharelado em Ciências Biológicas pela Universidade Vila Velha UVV. É Mestre em Ecologia de Ecossistemas pelo Programa de Pós Graduação da UUV. Atualmente é Pesquisadora Associada ao Laboratório de Ecologia de Insetos Aquáticos (LEIA) da UUV. Faz parte da Secretaria Geral da TWRA e é membro do Comitê Regional da TWRA do Estado do Espírito Santo.



**Larissa Corteletti da Costa**

É Doutora em Ecologia de Ecossistemas, atuando no LEIA/UUV. Possui experiência na área de Limnologia, com ênfase em ecologia e comunidade de macroinvertebrados bentônicos, decomposição de detritos foliares em riachos, bioindicadores de qualidade de água e crustáceos dulcícolas. Atualmente, é Pós-Doutoranda Associada ao LEIA/UUV e bolsista

de Desenvolvimento Tecnológico e Industrial FAPES (Modalidade DTI-A) do Projeto "Aliança Tropical de Pesquisa da Água - Uma Rede Internacional para a Conservação da Biodiversidade e Desenvolvimento Sustentável em Bacias Hidrográficas Tropicais". Faz parte da Secretaria Geral da TWRA e é membro do Comitê Regional da TWRA do Estado do Espírito Santo.



**Luciene Pimentel da Silva**

É Professora do Programa de Pós-Graduação em Gestão Urbana da Pontifícia Universidade Católica do Paraná (PPGTU/PUCPR) e Colaboradora do Programa de Pós-Graduação em Meio Ambiente da Universidade do Estado do Rio de Janeiro (PPGMA/UERJ). É Doutora em Engenharia Civil e Hidrologia pela Newcastle University, Reino Unido. Atua nas áreas de hidrologia, meio ambiente e sistemas urbanos. Atua no ClimateLabs/PUCPR (ERASMUS+) em medidas para mitigação e adaptação às mudanças climáticas através da inovação social. Recebeu o prêmio Jabuti, em 2016, na categoria Livros de Engenharia, para "Hidrologia, Engenharia e Meio Ambiente".



**Luiza Ishikawa Ferreira**

Graduada em Ciências Biológicas pela Pontifícia Universidade Católica de Campinas (PUC-Campinas), Mestre e Doutora pelo Instituto Oceanográfico da Universidade de São Paulo (USP). Docente da PUC-Campinas há 40 anos, com experiência em zoologia, biologia para engenharia ambiental e sanitária, ciências naturais para pedagogia, ciência do ambiente para as engenharias elétrica e química, etologia e bem-estar animal para medicina veterinária, biologia marinha e educação ambiental. Representante da ONG Jaguatibaia na Câmara Técnica de Conservação e Proteção de Recursos Naturais (CT-RN) do Comitê das Bacias Hidrográficas dos rios Piracicaba, Capivari e Jundiá (CBH-PCJ) e do Grupo de Trabalho Mananciais e GT Indicadores e Monitoramento. É membro do Comitê Regional da TWRA do Estado de São Paulo.



**Matheus Maximilian Ratz Scoarize**

É Licenciado e Bacharel em Ciências Biológicas pela UEM. Participante do programa Ciência Sem Fronteiras (CSF) do CNPq, tendo realizado intercâmbio de um ano na University of Stirling, Reino Unido. Participante dos programas Universidade Sem Fronteiras (USF) e Paraná Mais Ciência da Secretaria de Estado da Ciência, Tecnologia e Ensino Superior do Paraná (SETI). Mestre em Ciências Ambientais pelo Programa de Pós-Graduação em Ecologia de Ambientes Aquáticos Continentais (PEA) e Doutorando no mesmo programa, no NUPELIA/UEM. É Membro do Comitê Regional da TWRA do Estado do Paraná, da Câmara Deliberativa do NUPELIA, do Instituto BiodiverCidade e do Movimento ODS Paraná.

# Autores



## Nick R. Bond

Diretor do Centre for Freshwater Ecosystems da La Trobe University, no Instituto de Ciências Biológicas de Wodonga, Victoria, Austrália. Tem mais de 20 anos de experiência nas áreas de ecologia e hidrologia de rios e pântanos, com foco nas regiões de conflito hídrico da Austrália. É Doutor pela Universidade de Melbourne, Austrália e Professor Adjunto no Australian Rivers Institute da Griffith University, Austrália. Ele ocupou cargos de liderança em vários Centros Cooperativos de Pesquisa, ajudando a estabelecer fortes vínculos entre a pesquisa e a indústria, e traduzindo pesquisas para orientar a gestão e a política de recursos hídricos. Atualmente, ele participa de vários painéis consultivos científicos para agências estaduais e da Commonwealth, incluindo o Comitê Consultivo da Bacia Hidrográfica Murray-Darling nas áreas de Ciências Sociais, Econômicas e Ambientais.



## Rafaela Faria

É Graduada em Engenharia Florestal pela Universidade Federal do Recôncavo da Bahia (UFRB). Participou de projetos de pesquisa voltados para a área de anatomia e tecnologia da madeira e estagiou na Organização de Conservação de Terras (OCT). É Mestre em Gestão e Regulação de Recursos Hídricos (ProfÁgua) pela UnB e, atualmente, trabalha como apoio técnico no Projeto AquaRiparia, da UnB. Integra a Secretaria Geral da TWRA e é membro do Comitê Regional da TWRA do Distrito Federal.



## Thalita Panegassi Caporali

É Técnica em Edificações pela ETEC Presidente Vargas e Graduada no curso de Bacharelado em Engenharia Civil pelo IFSP, Câmpus Caraguatatuba. Participou como bolsista no Projeto de Extensão “Práxis Educativa na Gestão Sustentável dos Recursos Hídricos”.



## Urânia Tuan Cardozo

É Graduada no curso de Bacharelado em Engenharia Civil IFSP, Câmpus Caraguatatuba. Tem sido Representante Discente do Conselho do Câmpus (CONCAM) desde 2019. Participou como bolsista no Projeto de Extensão “Práxis Educativa na Gestão Sustentável dos Recursos Hídricos”.



## Yara Moretto

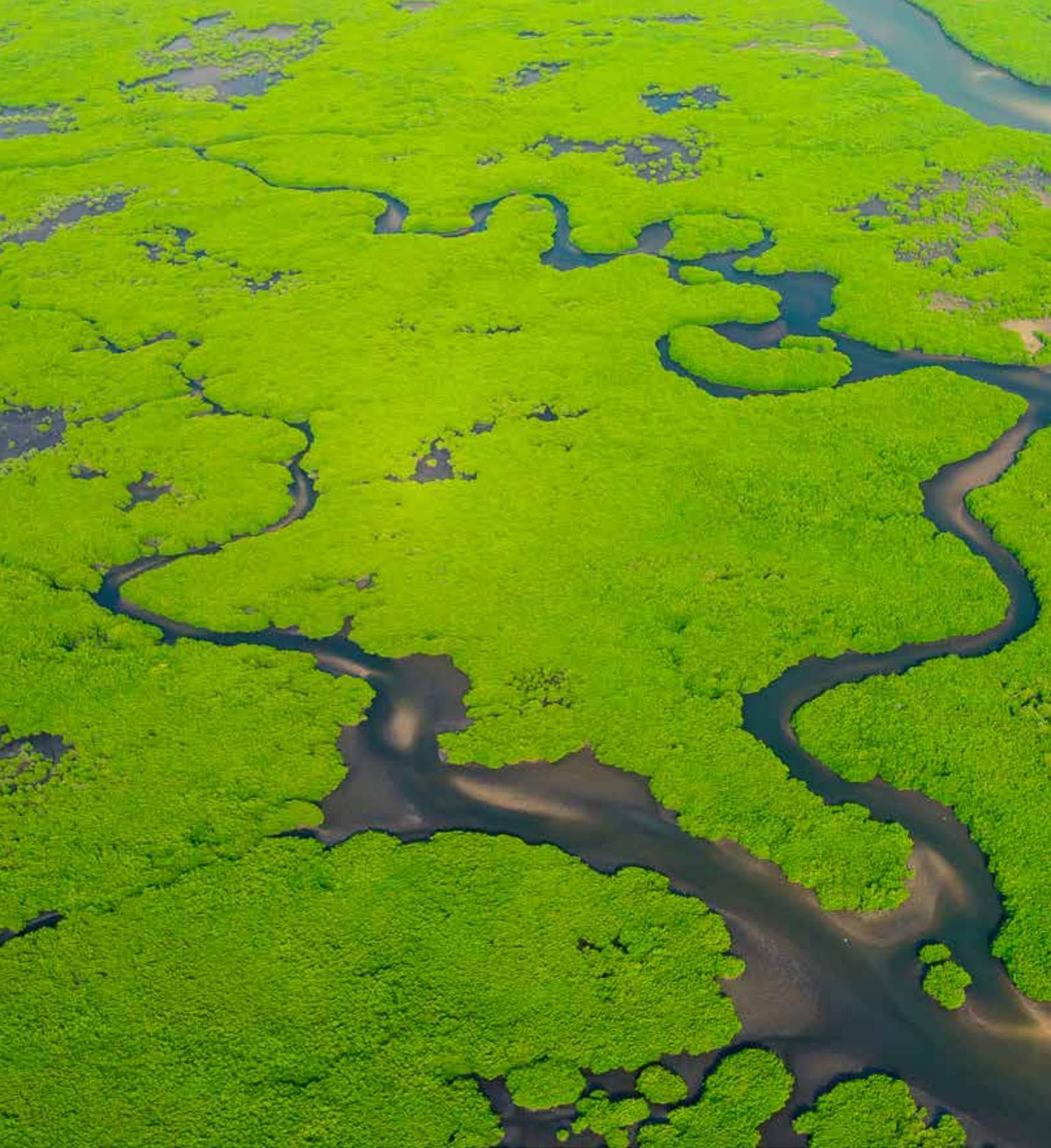
Possui Graduação em Ciências Biológicas pela UEM, Mestrado e Doutorado em Ecologia de Ambientes Aquáticos Continentais através do Programa de Pós-graduação em Ecologia de Ambientes Aquáticos Continentais (PEA) da UEM. Tem experiência na área de Ecologia de Ecossistemas aquáticos, atuando principalmente nos seguintes temas: macroinvertebrados bentônicos, bioindicadores e gestão ambiental. É Professora Associada I da UFPR, Setor Palotina,

desde 2011 e Professora do Programa de Pós-Graduação em Aquicultura e Desenvolvimento Sustentável. Atualmente, é Diretora de Setor no Campus Palotina da Universidade Federal do Paraná.



## Zaki Shubber

É Advogada especialista em direito nacional e internacional da água e em resolução de conflitos pelo uso da água, sendo mediadora certificada. Exerceu advocacia empresarial em Londres, Inglaterra, e em Genebra, Suíça. Ingressou no Instituto de Educação Hídrica (IHE-Delft), Holanda, onde coordenou cursos em direito e diplomacia da água. Colaborou com a modernização da legislação hídrica de vários países do sul e sudeste asiático e orientou o estabelecimento do Programa de Mestrado Integrado em Cooperação e Diplomacia Hídrica, desenvolvido pela Universidade para a Paz, Costa Rica, pela Universidade Estadual de Oregon, EUA, e pelo IHE-Delft, Holanda. Atualmente é pesquisadora da Queen Mary, University of London, Inglaterra.



apoio:



Embaixada da Austrália