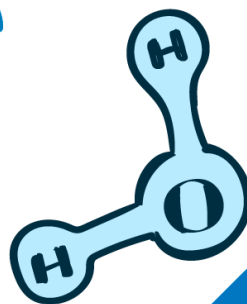


COLEÇÃO
PROFCIAMB

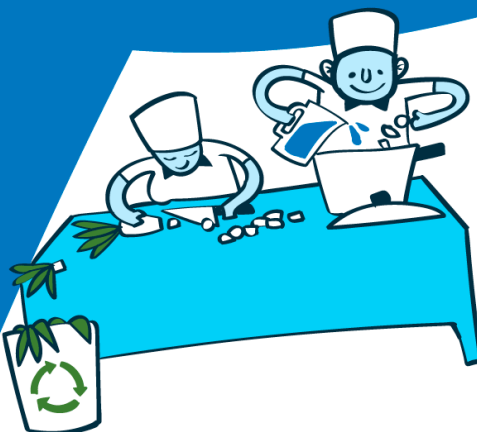


SÉRIE
GUIAS
EDUCACIONAIS



ÁGUA e SUSTENTABILIDADE

BASES CONCEITUAIS PARA O ENSINO
DAS CIÊNCIAS AMBIENTAIS



COM
ARTE

ANA
AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS
E SANEAMENTO BÁSICO

PROFCIAMB
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM REDE NACIONAL
PARA ENSINO DAS CIÊNCIAS AMBIENTAIS

Água e Sustentabilidade: Bases Conceituais para o Ensino das Ciências Ambientais

ASSOCIADAS PROFCIAMB



UNIVERSIDADE FEDERAL DO AMAZONAS

Coordenadora:

Kátia Viana Cavalcante

Vice-coordenadora:

Edivânia dos Santos Schropfer



UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARÁ

Coordenadora:

Rosemery da Silva Nascimento

Vice-coordenador:

José Eduardo Martinelli Filho



UNIVERSIDADE FEDERAL DE PERNAMBUCO

Coordenador:

Helotonio Carvalho

Vice-coordenadora:

Dijanah Cota Machado



UNIVERSIDADE FEDERAL DE SERGIPE

Coordenadora:

Rosana de Oliveira Santos Batista

Vice-coordenadora:

Shiziele de Oliveira Shimada



UNIVERSIDADE ESTADUAL DE FEIRA DE SANTANA

Coordenadora:

Marjorie Cseko Nolasco

Vice-coordenadora:

Joselisa Maria Chaves



UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO

Coordenador:

Tadeu Fabricio Malheiros



UNIVERSIDADE DE BRASÍLIA

Coordenador:

Maurício Amazonas



UNIVERSIDADE ESTADUAL DE MARINGÁ

Coordenador:

Carlos Alberto de Oliveira Jr.

Vice-coordenador:

Henrique Ortêncio Filho



UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ

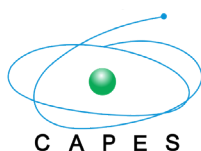
Coordenador:

Christiano Nogueira

Vice-coordenadora:

Ana Josefina Ferrari

Agradecimentos



COLEÇÃO PROFCIAMB

Conselho Editorial

Ana Josefina Ferrari	Izabel Zaneti
Ayrton Luiz Urizzi Martins	Joselisa Maria Chaves
Cleber Silva	Lúcia Helena Pinheiro Martins
Daniel Felipe de Oliveira Gentil	Luiz Fernando de Carli Lautert
Davis Castro	Marjorie Cseko Nolasco
Dijanah Cota Machado	Ronaldo Ribeiro
Edilza de Laray de Jesus	Rosana de Oliveira Santos Batista
Edivânia dos Santos Schropfer	Sandra Helena da Silva
Felipe Fontana	Sara Gurfinkel
Mariza Barion Romagnolo	Shiziele de Oliveira Shimada
Simone Fiori	Solana Meneghel Boschilia
Fernanda da Rocha Brando Fernandez	Tadeu Fabricio Malheiros
Flavia Fazion	Taitiâny Karita Bonzanini Minetto
Helotonio Carvalho	Valéria Sandra de Oliveira Costa
Henrique dos Santos Pereira	

UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO

Reitor Carlos Gilberto Carlotti Junior

Vice-Reitora Maria Arminda do Nascimento Arruda

ESCOLA DE COMUNICAÇÕES E ARTES

Diretora Brasilina Passarelli

Vice-Diretor Eduardo Monteiro

DEPARTAMENTO DE JORNALISMO E EDITORAÇÃO

Chefe Luciano Guimarães

Vice-Chefe Wagner Souza e Silva

COM-ARTE

Professores responsáveis

Marisa Midori Deaecto

Plinio Martins Filho

Thiago Mio Salla

Secretário editorial e arte finalista

Diego Nóbrega

COLEÇÃO PROFCIAMB
SÉRIE GUIAS EDUCACIONAIS

Água e Sustentabilidade: Bases Conceituais para o Ensino das Ciências Ambientais

Organizadores

Tadeu Fabricio Malheiros

Ariane Baffa Lourenço

Gérsica Moraes Nogueira da Silva

Vinicius Perez Dictoro

Andrea Borges



Copyright © Os organizadores

Catálogo na Publicação – Serviço de Biblioteca e Documentação
Escola de Comunicações e Artes da Universidade de São Paulo

Água e sustentabilidade [recurso eletrônico] : bases conceituais para o ensino das Ciências ambientais / organização Tadeu Fabricio Malheiros ... [et al.] – São Paulo : Com-Arte ; [S.l.] : Agência Nacional de Águas e Saneamento Básico ; [S.l.] : Programa de Pós graduação em Rede Nacional para Ensino das Ciências Ambientais, 2023.
PDF (215 p.) – (PROFCIAMB. Série guias educacionais ; v. 1).

ISBN 978-65-89321-25-5

1. Ciência ambiental – Estudo e ensino. 2. Água. 3. Sustentabilidade.
4. Formação de professores. I. Malheiros, Tadeu Fabricio. II. Série.

A282

CDD 21. ed. – 570.7

Elaborado por: Lilian Viana CRB-8/8308

Direitos reservados à

COM-ARTE – EDITORA LABORATÓRIO DO CURSO DE EDITORAÇÃO DA USP
Rua Prof. Lúcio Martins Rodrigues, 443 – Prédio 2 – Sala 10
Cidade Universitária, 05508-020 – São Paulo – SP – Brasil
Tel: (11) 3091-4016 – e-mail: editoracomarte@usp.br

Sumário

Apresentação à Coleção ProfCiAmb	8
<i>Agência Nacional de Águas e Saneamento Básico</i>	
Apresentação	10
<i>Tadeu Fabricio Malheiros • Ariane Baffa Lourenço • Gérsica Moraes Nogueira da Silva • Andréa Borges • Vinicius Perez Dictoro</i>	
Prefácio	11
<i>José Galizia Tundisi</i>	
PARTE I. SOBRE O GUIA EDUCACIONAL ÁGUA E SUSTENTABILIDADE	13
Guia Educacional Água e Sustentabilidade: Bases Conceituais para o Ensino das Ciências Ambientais	14
<i>Tadeu Fabricio Malheiros • Ariane Baffa Lourenço • Gérsica Moraes Nogueira da Silva • Andréa Borges • Vinicius Perez Dictoro</i>	
PARTE II. BASES CONCEITUAIS PARA O ENSINO DAS CIÊNCIAS AMBIENTAIS	17
Capítulo 1. Atuação da Agência Nacional de Águas e Saneamento Básico – ANA no Fomento à Pesquisa & Capacitação na Temática Água nas Ciências Ambientais – ProfCiAmb: Contexto e Perspectivas Institucionais	18
<i>Jair Gonçalves da Silva • Renata Rozendo Maranhão • Vivyanne Graça de Melo</i>	
Capítulo 2. Água e Suas Características	37
<i>Vinicius Perez Dictoro • Frederico Yuri Hanai</i>	
Capítulo 3. Agenda 2030: os Objetivos de Desenvolvimento Sustentável como Ferramenta para Gestão de Recursos Hídricos	43
<i>Gilson Lima da Silva • José Floro de Arruda Neto • José Vitor Silva Aragão • Deysianne Cristina Santos da Silva</i>	

Capítulo 4. Água, Seres Vivos e Serviços Ecossistêmicos: Por que isso É Importante?	60
<i>Henrique Ortêncio Filho • Mariza Barion Romagnolo • Rosa Maria Dias • Cristiane de Paula Ferreira • Solana Meneghel Boschilia</i>	
Capítulo 5. Discorrendo sobre Gestão de Bacias Hidrográficas	81
<i>Renata Maria Caminha Mendes de Oliveira Carvalho • Maria do Carmo Sobral • Silvana Paula Valdevino da Silva</i>	
Capítulo 6. Mobilização e Participação Social para a Gestão da Água	109
<i>Lupércio Zirolto • Suraya Modaelli</i>	
Capítulo 7. Aprender a Ensinar sobre Água: da Alfabetização Científica à Sala de Aula	124
<i>Vânia Galindo Massabni • Marcelo Soares Ribeiro Filho</i>	
Capítulo 8. Potencializando as Estratégias de Ensino e de Aprendizagem sobre Água a Partir de Infográficos	134
<i>Jair Gonçalves da Silva • Izabel Cristina Bruno Bacellar Zaneti</i>	
Capítulo 9. Espaços de Educação Não Formal e Suas Potencialidades na e para a Problemática e Uso Consciente da Água em uma Perspectiva Sustentável	153
<i>Pedro Donizete Colombo Junior • Ana Paula Zanolli Pinheiro • Lélia Adriana Daher Cavalcante</i>	
Capítulo 10. Estamos Todos Cegos, Surdos e Mudos?	166
<i>João José Assumpção de Abreu Demarchi</i>	
Capítulo 11. Acessibilidade e Inclusão: Recomendações Práticas Pedagógicas aos Profissionais no Trato de Pessoas com Limitações Físicas, Sensoriais e/ou Cognitivas	186
<i>Fabiane Cattai da Silva</i>	
Organizadores	209
Prefaciador	210
Autores	211
Colaboradores	215

Apresentação à Coleção ProfCiAmb

Agência Nacional de Águas e Saneamento Básico

A Agência Nacional de Águas e Saneamento Básico (ANA) possui importante frente de atuação na pesquisa e na formação em nível de pós-graduação dos profissionais que atuam na gestão de recursos hídricos, fundamentada na lei de criação da agência, a Lei nº 9984/2000, quando afirma que cabe à ANA *"Estimular a pesquisa e a capacitação de recursos humanos para a gestão de recursos hídricos"*.

Ao longo da nossa história, já foram inúmeras iniciativas voltadas à formação avançada possibilitando a contínua formação de profissionais com subsídios teórico-conceituais e metodológicos, aprimorando o desempenho, a partir de uma atuação mais crítica, reflexiva e criativa nos seus ambientes de prática profissional. É também uma estratégia de produção de conhecimento sobre recursos hídricos a partir da problematização das práticas hoje envolvidas na atuação dos profissionais do Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos (SINGREH).

Das ações atualmente realizadas em nível de pós-graduação, o ProfCiAmb – Curso de Mestrado Profissional em Rede Nacional para Ensino das Ciências Ambientais – tem se destacado, não apenas pela excelência na qualificação dos profissionais da educação nos diversos temas das ciências ambientais que perpassam a gestão das águas, mas também na produção, difusão e aplicação de conhecimento didático-metodológicos, instrumentalizando os professores para abordar o tema em sala de aula.

A história do ProfCiAmb na ANA nasceu do desejo de fortalecer a gestão de recursos hídricos a partir da base da formação do cidadão por meio da educação. Assim, pensou-se em oferecer aos professores uma qualificação para abordar as questões da água em sala de aula e ainda produzir materiais pedagógicos a partir das pesquisas e trabalhos realizados. Nesse sentido, a parceria foi formalizada em 2015, começando assim um novo e importante ciclo de conhecimentos e trocas que só se multiplicaram ao longo dos anos.

Agora, em 2023, estamos, a partir da vislumbrada Coleção, ampliando as conquistas e dando maior visibilidade às experiências exitosas dessa importante parceria, cujos

resultados em termos de formação de pessoas e ganhos de conhecimentos estão nitidamente alinhados ao propósito de sua criação, enquanto Programa fomentado pela ANA e Capes. Todavia, temos observado que, na prática, os benefícios ultrapassaram o que era esperado enquanto meta. Isso só foi possível com o pleno envolvimento de uma Rede formada por Instituições e pessoas, dentre as quais, os docentes e discentes das Universidades Associadas. Para além disso, é imprescindível ressaltar a importância de outros atores sociais e institucionais mobilizados em diversos outros contextos territoriais, dentre as quais, as inúmeras comunidades escolares da Educação Básica do Brasil. Por outro lado, o ProfCiAmb contribui no avanço consolidado da participação da sociedade também na formulação das políticas públicas, a partir da integração com a pesquisa, ciência, prática e inovação, sobretudo no tocante à implementação da Política Nacional de Recursos Hídricos.

Esta publicação retrata, portanto, uma parcela dos resultados deste programa que, para a ANA, é fundamental no avanço do conhecimento e no aprimoramento da sua atuação a partir do investimento no elemento principal que está à frente da gestão: a Educação.

Boa leitura!.

Apresentação

Tadeu Fabricio Malheiros • Ariane Baffa Lourenço

Gérsica Moraes Nogueira da Silva

Andrea Borges • Vinicius Perez Dictoro

Este guia *Água e Sustentabilidade: Bases Conceituais para o Ensino das Ciências Ambientais* faz parte da série Guias Educacionais organizada pelo Programa de Pós-Graduação em Rede Nacional para Ensino das Ciências Ambientais (ProfCiAmb), modalidade Mestrado Profissional, com apoio da Agência Nacional de Águas e Saneamento Básico (ANA) e da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (Capes). Um dos maiores desafios da pós-graduação, especialmente no contexto dos programas de pós-graduação (PPGs) profissionais, refere-se à usabilidade dos produtos resultantes das pesquisas. Essa usabilidade dos produtos dos mestrados é uma das inquietações que têm permeado as discussões do ProfCiAmb, no sentido de potencializar os investimentos públicos e o próprio arranjo de universidades, escolas e parceiros.

Assim, a proposta de criação dos Guias surgiu a partir da experiência da referida Rede na implementação do curso de extensão Água como Elemento Interdisciplinar do Ensino nas Escolas (AIEE), ofertado na modalidade de educação à distância e direcionado a professores da Educação Básica e profissionais de espaços não formais de educação, onde os produtos educacionais da Rede vêm sendo inseridos nas atividades aplicadas no curso AIEE. Observando e acompanhando os resultados positivos dessa estratégia, foi acordado com a ANA a elaboração de um material voltado ao ensino, tendo a água como elemento interdisciplinar e com forte diálogo e alinhamento à Base Nacional Comum Curricular (BNCC), trazendo os resultados das dissertações do ProfCiAmb.

Portanto, o Guia Educacional da Rede ProfCiAmb *Água e Sustentabilidade: Bases Conceituais para o Ensino das Ciências Ambientais* tem como objetivo principal oferecer aos educadores que atuam em espaços formais e não formais de educação um conjunto de saberes sobre a temática água e suas interfaces, abarcando diferentes conceitos, como: nascentes, bacias hidrográficas, recursos hídricos, poluição hídrica, impactos socioambientais, rios urbanos, saneamento básico, conservação da água, sustentabilidade, entre outros.

Prefácio

José Galizia Tundisi

Instituto Internacional de Ecologia e Gerenciamento Ambiental

Universidade Federal de São Carlos

O presente Guia Educacional é uma contribuição muito relevante para o Ensino de Ciências Ambientais. Ciência Ambiental é uma área interdisciplinar, e o tema Recursos Hídricos tem interações com inúmeras ciências das áreas ecológicas, biológicas, sociais e de gestão. Todos estes componentes foram muito bem apresentados e discutidos neste volume, com uma excelente base de informações e didática de ótimo nível.

Inicia-se com a apresentação da água e suas características, aspectos essenciais para compreender a importância deste recurso natural para todas as formas de vida do planeta Terra, inclusive o *Homo sapiens*.

A Agenda das Nações Unidas 2030 é um guia muito importante para estabelecer metas fundamentais para a sustentabilidade, e a inclusão deste capítulo foi muito bem-vinda e apropriada, pois mostra a interação do recurso água com um grande número de problemas como pobreza, fome, qualidade de vida, biodiversidade e saúde humana.

O capítulo sobre água, seres vivos e serviços ecossistêmicos é fundamental no contexto do ensino de Ciências Ambientais. Serviços ecossistêmicos e bem-estar humano estão associados e, portanto, esta contribuição aborda uma área de ciência em expansão atualmente.

Bacias hidrográficas são as unidades biogeofisiográficas essenciais para a futura conservação e recuperação de recursos hídricos superficiais e subterrâneos. São estas unidades que compõem os filtros essenciais para manter quantidade e qualidade de água, e tal capítulo, com uma visão sistêmica e abordando aspectos de gestão, também se mostra uma excelente contribuição. Componentes de gestão são parte importante na capacitação de recursos humanos.

O volume discute ainda outra questão essencial, a participação da sociedade e a mobilização social na gestão de recursos hídricos. É experiência comprovada que esta participação é essencial para a sustentabilidade.

O uso de novas tecnologias, como infográficos, o uso de espaços não formais e as questões de acessibilidade e recomendações pedagógicas aos docentes para o trato destes casos é também uma notável contribuição.

O volume conta com a participação de profissionais experientes, especialistas em recursos hídricos, e é sem dúvida uma ótima contribuição conceitual e teórica, com abordagens práticas e motivadoras e novas propostas. Portanto, é uma obra extremamente útil e relevante, estando perfeitamente em conformidade com os objetivos propostos para o Ensino de Ciências Ambientais. Parabéns aos autores e organizadores.

PARTE I

SOBRE O GUIA EDUCACIONAL ÁGUA E SUSTENTABILIDADE



Guia Educacional Água e Sustentabilidade: Bases Conceituais para o Ensino das Ciências Ambientais

Tadeu Fabricio Malheiros • Ariane Baffa Lourenço

Gérsica Moraes Nogueira da Silva

Andréa Borges • Vinicius Perez Dictoro

A Rede ProfCiAmb e o Processo de Criação deste Guia

O ProfCiAmb conta, no ano de 2022, com o envolvimento de nove instituições de Ensino Superior públicas brasileiras: Universidade Estadual de Feira de Santana (UEFS), Universidade Estadual de Maringá (UEM), Universidade Federal do Amazonas (UFAM), Universidade Federal do Pará (UFPA), Universidade Federal de Pernambuco (UFPE), Universidade Federal de Sergipe (UFS), Universidade Federal do Paraná (UFPR), Universidade de Brasília (UnB) e Universidade de São Paulo (USP).

O ProfCiAmb assume como proposta formar profissionais para discutir, criar, implementar, analisar e divulgar práticas educativas direcionadas ao desenvolvimento sustentável. E espera-se que os trabalhos desenvolvidos na pesquisa sejam, em especial, relacionados com a realidade de vida e/ou profissional dos mestrados e abordem temas da área das ciências ambientais.

Desde sua criação até o ano de 2022, o ProfCiAmb formou 429 mestres em ensino das ciências ambientais; para obter o referido título, cada egresso teve que cumprir os créditos em disciplinas, produzir uma dissertação e um produto técnico e tecnológico (PTT). Dada a riqueza dos trabalhos produzidos nas dissertações e PPTS e considerando o incentivo da ANA para a elaboração de material voltado ao ensino do tema água a partir de trabalhos do ProfCiAmb, iniciou-se em 2021 a elaboração da série Guias Educacionais ProfCiAmb: Água e Sustentabilidade.

Para esse processo foi feito inicialmente um levantamento das dissertações que trouxessem em seu bojo atividades relacionadas ao tema água. Observou-se então que grande parte dos trabalhos abordavam de maneira direta ou indireta essa temática, reforçando os resultados positivos da parceria com a ANA. Assim, vimos o potencial de trabalhos que poderiam compor os guias. Na sequência, foram feitos contatos com os coordenadores e egressos das associadas divulgando a chamada da série de guias e compartilhando um template para a escrita do capítulo. Considerando a expressiva

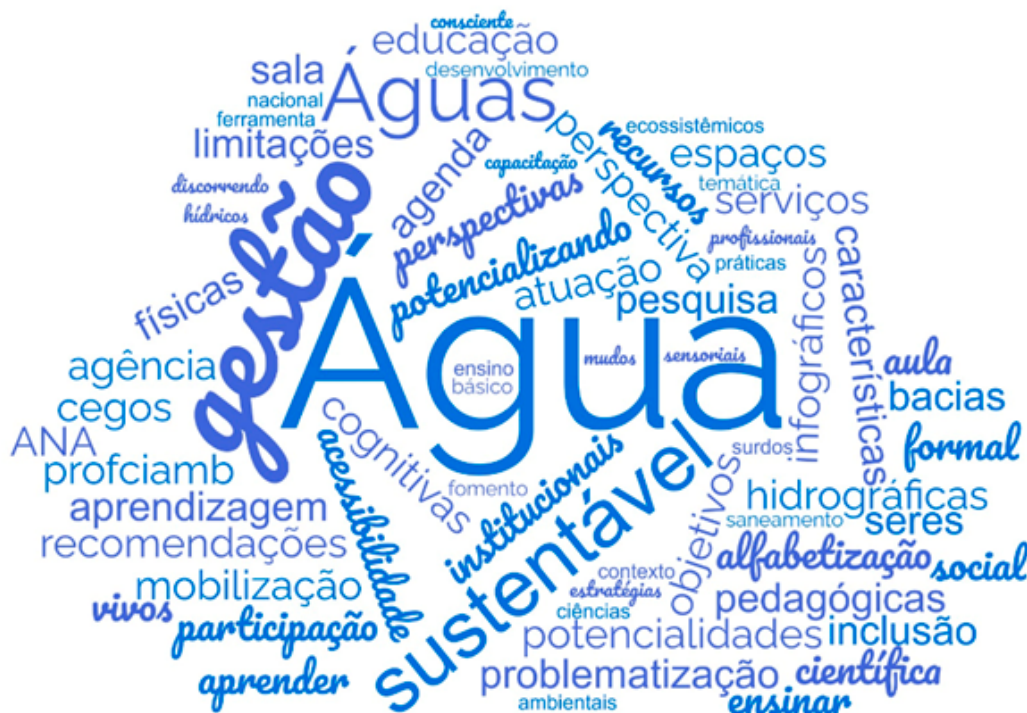
quantidade de capítulos recebidos e a variedade de assuntos, foram organizados os primeiros quatro livros: Guia 1 (*Água e Sustentabilidade: Bases Conceituais para o Ensino das Ciências Ambientais*), Guia 2 (*Água e Sustentabilidade: Educação Infantil e Ensino Fundamental*), Guia 3 (*Água e Sustentabilidade: Ensino Médio*) e Guia 4 (*Água e Sustentabilidade: Espaços Não Formais de Educação*). Para os próximos anos, novos guias já estão sendo planejados.

Ao todo, os guias possuem 88 capítulos com atividades/abordagens na temática água e 202 autores, distribuídos da seguinte forma: 11 capítulos no Guia 1, escritos por 27 autores; 36 capítulos no Guia 2, escritos por 76 autores; 21 capítulos no Guia 3, escritos por 47 autores; e 20 capítulos no Guia 4, escritos por 52 autores. Os autores são profissionais de diferentes instituições, como universidades, escolas, centros de ciências, agências governamentais, empresas, entre outros, e são procedentes de todas as regiões brasileiras.

Como Utilizar Este Guia Educacional

Este Guia é composto por duas partes. Na primeira é feita uma contextualização do Mestrado Profissional em Rede Nacional para Ensino das Ciências Ambientais (ProfCiAmb) e a série dos Guias de Água e Sustentabilidade, mostrando como arranjos inovadores da pós-graduação com a extensão podem fortalecer as pontes da universidade com a Educação Básica. Em seguida, são dadas orientações de como utilizar o guia e aproveitar o seu potencial. Posteriormente aborda-se acessibilidade e inclusão, em que são apresentadas recomendações práticas no trato de estudantes com alguma limitação, seja física, sensorial e/ou cognitiva, além de sugestões e alternativas de como tornar as atividades apresentadas no Guia mais acessíveis.

A segunda parte é formada por capítulos que apresentam bases conceituais para o ensino das ciências ambientais, tendo como tema gerador a água. Tais capítulos foram elaborados por especialistas e pesquisadores atuantes na área e planejados de forma a orientar os educadores em espaços formais e não formais de educação em suas atividades, trazendo conteúdos relacionados às características da água, sua inserção nos Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS), os serviços ecossistêmicos e sua importância para os seres vivos, o conceito de bacia hidrográfica e como se dá a participação social na gestão da água, a importância da alfabetização científica e do aprender a ensinar sobre a água, e formas de potencializar o ensino e a aprendizagem sobre a água. Além disso, este volume traz um capítulo com conteúdo sobre acessibilidade e inclusão, em que são apresentadas recomendações práticas no trato de estudantes com alguma limitação, seja física, sensorial e/ou cognitiva, além de sugestões e alternativas de como tornar as atividades apresentadas no Guia mais acessíveis. A Figura 1 apresenta uma nuvem de Tags (Figura 1) elaborada a partir dos títulos dos capítulos em que é possível ver a diversidade de temas abordados nos capítulos deste guia.



Fonte: Elaborado pelos autores por meio da versão gratuita do programa Wordclouds.

Destaca-se que o Guia no formato digital foi planejado e elaborado para atender qualquer pessoa interessada, inclusive pessoas com limitações visuais, físicas, surdocegueira e quem utiliza tecnologias assistivas para acessar conteúdos digitais. Todas as figuras presentes nos capítulos estão com audiodescrição. Com isso, descrevem-se textualmente todas as imagens que transmitem informações relevantes, possibilitando que quem utiliza, por exemplo, leitores de tela ou a linha de braille possa acessá-las. As formatações realizadas neste Guia seguiram as Diretrizes Internacionais de Acessibilidade para o Conteúdo da Web (WCAG 2.1) – um documento que contém recomendações para tornar o conteúdo digital acessível.

Ainda que este Guia tenha como público-alvo professores da Educação Básica e demais agentes educativos em espaços não formais de educação, ele também pode ser um importante recurso para acadêmicos de diferentes cursos de graduação, em especial os licenciandos, que podem utilizá-lo como apoio ao desenvolvimento de atividades de estágio curricular supervisionado e de extensão. Além disso, o Guia é acessível ao público geral interessado nas temáticas das ciências ambientais e da água.

Por fim, deseja-se que este Guia seja um material de apoio para que educadores desenvolvam em diferentes contextos de educação atividades envolvendo a temática água, de maneira a trazer à tona e/ou intensificar nos educandos conhecimentos sobre esse tema, bem como o interesse em sua conservação.

PARTE II

BASES CONCEITUAIS PARA O ENSINO DAS CIÊNCIAS AMBIENTAIS



CAPÍTULO 1

Atuação da Agência Nacional de Águas e Saneamento Básico – ANA no Fomento à Pesquisa & Capacitação na Temática Água nas Ciências Ambientais – ProfCiAmb: Contexto e Perspectivas Institucionais¹

Jair Gonçalves da Silva • Renata Rozendo Maranhão • Vivyanne Graça de Melo

Agência Nacional de Águas e Saneamento Básico (ANA)

Introdução

O Brasil é um dos países que possui, em termos gerais, a maior disponibilidade de água doce do mundo. Ao longo da história, essa característica possivelmente influenciou a ideia de que a água é um recurso abundante e, portanto, não seríamos impactados por situações de escassez desse bem natural essencial à vida. No entanto, a distribuição da água no Brasil se dá de forma diferenciada em cada região, e sua disponibilidade tem sido prejudicada pelos efeitos das mudanças climáticas, desmatamento, entre outros aspectos naturais e/ou antrópicos que comprometem a capacidade de recarga dos mananciais e o equilíbrio do ciclo hidrológico. Diante de tal cenário, que se agrava por essa percepção distorcida em relação à disponibilidade da água, surge o desafio de desenvolvermos ações de educação e capacitação estruturantes no âmbito da gestão de recursos hídricos visando contribuir com uma mudança cultural e de conscientização que promova e aperfeiçoe o cuidado com a água. Cabe destacar que essas iniciativas devem instigar atitudes e práticas de conservação e uso racional da água pelos diversos segmentos da sociedade, considerando, por oportuno, a pluralidade setorial, institucional e das comunidades envolvidas, características que devem orientar toda e qualquer ação de comunicação e de educação ambiental para gestão das águas.

A gestão de recursos hídricos se faz em um contexto desafiador, que também engloba a complexidade das perspectivas ambientais, sociais, territoriais (bacias, sub-bacias hidrográficas etc.) e políticas. Considerando essa diversidade e interdependência de fatores, a Política Nacional de Recursos Hídricos (PNRH)² preconiza, como imprescindível,

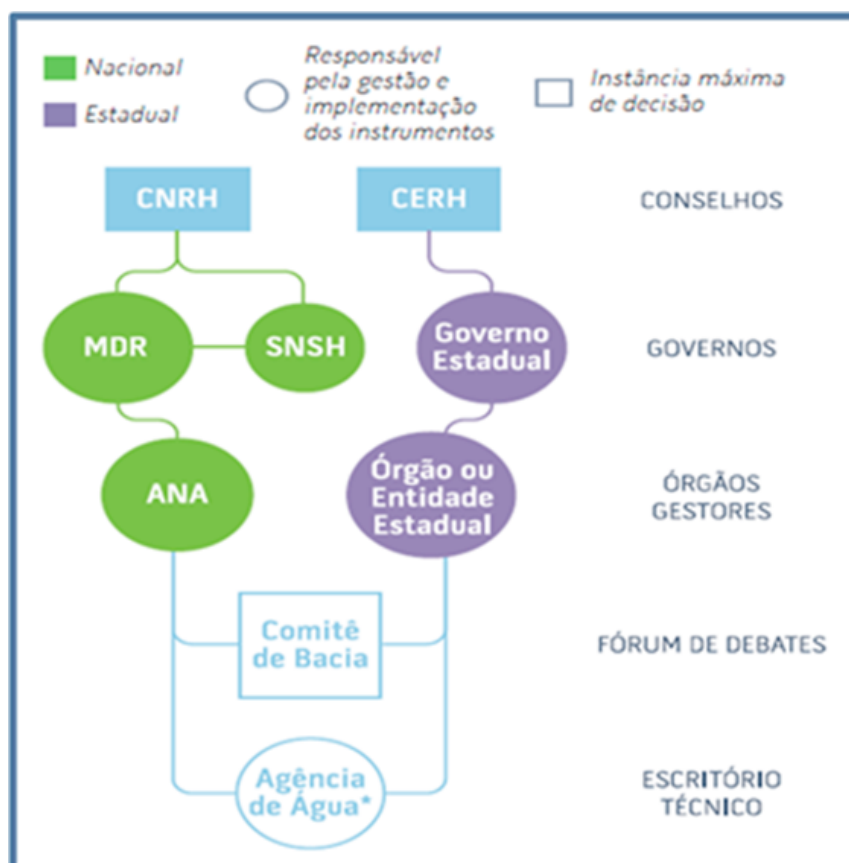
¹ O referido capítulo foi originalmente publicado em T. F. Malheiros *et al.*, *Rede ProfCiAmb: Histórico, Aprendizado e Perspectivas*, São Paulo, Com-Arte, 2022 (Coleção ProfCiAmb, Série Pesquisa e Reflexão, 1).

² Brasil, [Lei nº 9.433, de 8 de janeiro de 1997](#). Institui a Política Nacional de Recursos Hídricos, cria o Sistema Nacional

a atuação integrada e participativa entre as instituições que compõem o Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos (Singreh) para o alcance de seus objetivos.

Diante desse escopo multidimensional de desafios, entre os quais se inclui como grande diretriz “assegurar a disponibilidade hídrica em quantidade e qualidade a todos (atuais e futuras gerações)”, a ANA, que é uma das instituições que compõem o Singreh, tem importância estratégica, uma vez que é a entidade federal criada com a finalidade de contribuir com a implementação da PNRH e coordenar o Singreh. A Lei nº 9.984 de 2000, que criou a ANA³, lhe designou um conjunto de atribuições específicas para alcance dessa dupla finalidade de essência coletiva e interinstitucional. Nessa esteira, é de grande importância a implementação e o estímulo aos processos de educação, capacitação, pesquisa e formação contínua das pessoas que atuam na gestão de recursos hídricos, ou seja, todos aqueles que compõem o Singreh (Figura 1).

Figura 1 – Matriz institucional do Singreh



Fonte: Agência Nacional de Águas e Saneamento Básico (ANA), *Atlas Irrigação: Uso da Água na Agricultura Irrigada*, 2. ed., Brasília, 2021.

de Gerenciamento de Recursos Hídricos, regulamenta o inciso xix do art. 21 da Constituição Federal, e altera o art. 1º da Lei nº 8.001, de 13 de março de 1990, que modificou a Lei nº 7.990, de 28 de dezembro de 1989.

- 3 Brasil. Lei nº 9.984 de 17 de julho de 2000. Dispõe 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, e dá outras providências.

Para além dessas ações de capacitação no âmbito do Singreh, a ANA, igualmente, tem a missão de comunicar, informar, sensibilizar e mobilizar a população para, entre outros, o enfrentamento coletivo dos prementes desafios relacionados a esse recurso de domínio público que é a água. O fortalecimento de uma cultura para uma relação com a água mais racional e sustentável só é possível com a participação e consciência cidadã, inerentemente crítica, proativa e sociocolaborativa.

Nesse sentido, a atuação da ANA nas ações de capacitação, educação ambiental e educação para a gestão de recursos hídricos, bem como a promoção e fomento às pesquisas e ao avanço técnico-científico, são estratégicos a ponto de a lei de criação da ANA tratar como atribuição sua no artigo 4º: “estimular a pesquisa e a capacitação de recursos humanos para a gestão de recursos hídricos”⁴. Especificando essas atribuições institucionais, no Regimento Interno da ANA, em seu artigo 59, consta entre as competências da área responsável pela capacitação: apoiar programas, projetos e atividades de parceiros no âmbito do fortalecimento das capacidades para a gestão de recursos hídricos e “preparar, avaliar e apoiar planos, programas e projetos educativos orientados para a participação da sociedade na gestão de recursos hídricos”⁵.

Para tanto, desde 2001, a ANA tem desenvolvido e fomentado ações de educação e capacitação com o intuito de formação técnico-instrumental para os profissionais que atuam diretamente no Singreh, como também de difusão, informação e mobilização para os demais atores, tais como os formadores de opinião. Nesse último caso, a proposta é estimular a tomada de consciência quanto ao uso racional individual e coletivo da água e também formas de participação democrática da sociedade em sua pluralidade na gestão de recursos hídricos.

Sobre a importância dessa atuação, vale o reforço da compreensão institucional:

A discussão da gestão das águas associadas a pautas como participação social, sustentabilidade, abordagem ecossistêmica, relações diferenciadas com a água sob as perspectivas simbólica, cultural, religiosa, e de usos múltiplos, entre outras, traz questões prementes não só para a atuação dos educadores ambientais, mas para os gestores de forma geral, nesse momento em que a Lei das Águas (Lei Federal 9.433/1997) completa 20 anos⁶.

Este capítulo tem como objetivo apresentar o histórico das ações de educação e capacitação desenvolvidas pela ANA, destacando os programas de pós-graduação

4 Brasil, *op. cit.*, 17 de julho de 2000.

5 Agência Nacional de Águas e Saneamento Básico (ANA), *Regimento Interno da Agência Nacional de Águas*, Brasília, 2020.

6 Agência Nacional de Águas e Saneamento Básico (ANA), *Encontros Formativos: Educação Ambiental, Capacitação e a Gestão das Águas*, Brasília, 2018.

e, em especial, o Mestrado Profissional em Rede Nacional para o Ensino das Ciências Ambientais (ProfCiAmb).

Panorama das Ações de Educação e Capacitação da ANA

Iniciadas em 2001, as ações de educação e capacitação têm se ampliado de forma significativa, incluindo as ações de formação avançada em nível de pós-graduação, para uma atuação mais qualificada dos atores responsáveis pela implementação da gestão integrada e participativa dos recursos hídricos.

Em outra perspectiva, a ANA, ao longo dos anos, também passou a incorporar novas atribuições de temas de interface aos recursos hídricos de gestão federal, entre as quais aquelas relacionadas à implementação da Política Nacional de Segurança de Barragens e, mais recentemente, a de Saneamento Básico, que trouxe à ANA a responsabilidade de “promover a capacitação de recursos humanos para a regulação adequada e eficiente do setor de saneamento básico”⁷. O novo marco legal do saneamento básico, além de alterar o nome da ANA, que passou a ser Agência Nacional de Águas e Saneamento Básico, ampliou de forma significativa os desafios afetos à capacitação, que, como vimos anteriormente, já eram significativos mesmo quando só relacionados aos recursos hídricos.

Diante desses desafios, são inegáveis os avanços dos processos estruturantes de educação e capacitação, bem como as conquistas e acúmulo de experiência que a ANA obteve ao longo dessas duas décadas de existência e atuação institucional junto ao Singreh e à sociedade brasileira. Em termos quantitativos, os Gráficos 1 e 2 demonstram a evolução dos resultados de todas as ações de capacitação, que somam mais de 230 mil certificados emitidos em 843 cursos ofertados até 2021.

Os cursos presenciais foram a estratégia predominante nos anos de 2000 a 2010 para oferecer formação especializada para técnicos dos órgãos estaduais e de outras instituições do Singreh, com 112 cursos oferecidos (em turmas diversas, cada um deles) e mais de 11 mil pessoas capacitadas nesse período. Embora em menor número, a ANA manteve a oferta dos cursos presenciais até os dias atuais, pois essa modalidade tem a vantagem de promover maior interação e troca de experiências entre os alunos e

7 Brasil. Lei nº 14.026, de 15 de julho de 2020. Atualiza o marco legal do saneamento básico e altera a Lei nº 9.984, de 17 de julho de 2000, para atribuir à Agência Nacional de Águas e Saneamento Básico (ANA) competência para editar normas de referência sobre o serviço de saneamento, a Lei nº 10.768, de 19 de novembro de 2003, para alterar o nome e as atribuições do cargo de Especialista em Recursos Hídricos, a Lei nº 11.107, de 6 de abril de 2005, para vedar a prestação por contrato de programa dos serviços públicos de que trata o art. 175 da Constituição Federal, a Lei nº 11.445, de 5 de janeiro de 2007, para aprimorar as condições estruturais do saneamento básico no País, a Lei nº 12.305, de 2 de agosto de 2010, para tratar dos prazos para a disposição final ambientalmente adequada dos rejeitos, a Lei nº 13.089, de 12 de janeiro de 2015 (Estatuto da Metrópole), para estender seu âmbito de aplicação às microrregiões, e a Lei nº 13.529, de 4 de dezembro de 2017, para autorizar a União a participar de fundo com a finalidade exclusiva de financiar serviços técnicos especializados.

facilitadores, além de permitir a realização de saídas de campo e atividades práticas, aspectos essenciais para determinados cursos, tais como os de segurança de barragens e de metodologias participativas.

Gráfico 1 – Número de certificados emitidos pela ANA (2001-2021)



Fonte: banco de dados da ANA.

Gráfico 2 – Número de cursos realizados pela ANA (2001-2021)



Fonte: banco de dados da ANA.

A partir de 2011, aliaram-se também os cursos na modalidade a distância, tanto os com tutoria quanto os autoinstrucionais, o que trouxe alcance ampliado e aumento progressivo nos números de capacitados. O modelo apresenta inúmeras vantagens, como a flexibilidade do aluno para fazer o curso, não havendo necessidade de deslocamento, e maior disposição do conhecimento ao público-alvo e a toda a sociedade. Porém, essa estratégia não substituiu a imprescindível necessidade dos cursos presenciais, como já mencionado. Por oportuno, os cursos a distância chegam como modalidade

complementar da ANA, fundamentais nos processos de capacitação, tendo sido, ao longo do tempo, atualizados e ajustados conforme a tecnologia e o perfil de aprendizagem das pessoas, que pouco a pouco foram se adaptando a essa forma de aprendizado. Para fins de exemplo, numa perspectiva mais abrangente e quantitativa, no que tange às ações de capacitação na forma de cursos livres (modalidade EAD de ensino), a Figura 2 traz alguns dados dessa conquista e alcance socioterritorial.

Figura 2 – Informações gerais sobre os cursos totalmente a distância e autoinstrucionais da ANA (2001-2021)

Cursos	Matriculas	Certificados Emitidos
189	548153	100990

Fonte: Agência Nacional de Águas e Saneamento Básico (ANA), *Capacitação para a Gestão das Águas*, [s.l.], 2022.

Mesmo com exitosos resultados, o uso do EAD adicionou desafios outros à capacitação, por exemplo, os relacionados às taxas de evasão e de aproveitamento. É preciso ressaltar que esse desafio não é uma particularidade da ANA, visto ser preocupação comum das instituições que fazem uso dessa modalidade de ensino. A área de capacitação tem buscado identificar arestas e propor o aperfeiçoamento dos cursos.

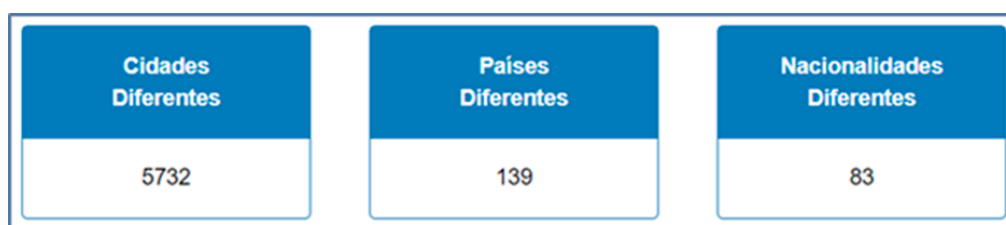
Os dados expressivos da Figura 2 demonstram parte da dimensão das ações de capacitação que hoje a ANA possui. Porém, como aspecto de uma política pública, é preciso contextualizar melhor. Primeiro, longe de demonstrar qualquer saturação na oferta, o número de matrículas sugere, entre outros, que há uma demanda histórica (latente) por capacitação (permanente) para aperfeiçoamento da gestão de recursos hídricos no Brasil e que também melhor mobilize, instrumentalize e qualifique a participação plural e irrestrita da sociedade na concepção, implementação e controle da gestão dos recursos. Essa compreensão também é decorrente dos crescentes desafios para fins da sustentabilidade e harmonia nos usos múltiplos das águas de nosso país – sem, contudo, desconsiderar as bacias hidrográficas compartilhadas com os países fronteiriços.

Em outra perspectiva, convém destacar o uso com mais frequência do termo “educação” nas ações da área de capacitação da ANA, com o intuito de trazer as ferramentas e o arcabouço conceitual do campo da educação e da educação ambiental para os processos formativos e de capacitação, bem como desenvolver ações que promovam a mudança de atitude e a formação do pensamento crítico a partir dos conhecimentos e habilidades adquiridas. Além disso, as ações de educação visam fomentar a formação de professores

e sociedade em geral com o objetivo de inserção da temática da água na escola da Educação Básica e em espaços não formais de educação.

Outro aspecto indispensável de registro foi o alcance, geográfico e de diversidade de público-alvo, que vem sendo possível realizar desde 2012, quando a ANA começou, acertadamente, a ofertar cursos também na modalidade de educação a distância (EAD). Até então, os cursos eram oferecidos presencialmente em Brasília e/ou nas unidades da federação, conforme o tema e as prioridades institucionais. Isso, sem dúvida, diminuía a inserção territorial de todo o país e a diversidade temática conforme a dinâmica dos desafios-objeto da capacitação. Isso fica bem evidenciado quando se observa a Figura 3.

Figura 3 – Dados de distribuição geográfica de matrículas dos cursos EAD totalmente a distância (2001-2021)



Fonte: Agência Nacional de Águas e Saneamento Básico (ANA), *op. cit.*, 2022.

A Pesquisa e a Pós-Graduação na ANA

A atuação da ANA na formação avançada foi estruturada pensando em um processo mais abrangente e robusto de desenvolvimento de profissionais, demandado diretamente por órgãos gestores estaduais, comitês e entidades delegatárias de funções de agência de bacia, bem como servidores da ANA e dos demais órgãos federais atuantes na gestão e regulação do uso de recursos hídricos. Por outro lado, houve também a necessidade de um maior fomento a pesquisas nas diversas temáticas que englobam ou tangenciam a gestão de recursos hídricos.

Em um primeiro momento, de 2001, logo após a criação da ANA, até 2009, a atuação da agência se fez com a participação direta e ativa no Comitê Gestor do Fundo Setorial de Desenvolvimento Científico e Tecnológico para Recursos Hídricos (CT-Hidro), contribuindo com os editais para bolsas de mestrado e doutorado, com as chamadas públicas para o desenvolvimento de ações de capacitação para gerenciamento de bacias hidrográficas e com o desenvolvimento de aplicativos e outros produtos voltados à gestão de recursos hídricos.

Ao longo desses nove anos (Quadro 1), houve uma importante ampliação do conhecimento científico na área de recursos hídricos e o desenvolvimento de tecnologias, com o investimento de cerca de R\$ 150 milhões do fundo em projetos de

pesquisa, desenvolvimento, inovação e formação de recursos humanos, contribuindo decisivamente para mudar a cultura das engenharias e ciências básicas relacionadas com os recursos hídricos no Brasil.

Quadro 1 – Resumo das ações financiadas pelo CT-Hidro com o importante apoio da ANA na construção e acompanhamento das propostas (2001-2009)

Ano	Ação
2001	Primeiros cursos, com diversos parceiros e públicos específicos, nos temas: 1) gestão de recursos hídricos – aspectos jurídicos; 2) gestão de recursos hídricos; 3) curso internacional de medição de descarga líquida em grandes rios.
2002	Três editais para 134 vagas de mestrado e 80 de doutorado, para apoiar a pesquisa nos instrumentos da Política Nacional de Recursos Hídricos com quinze projetos selecionados e apoiar dez estudos e pesquisas visando a recuperação dos sistemas hídricos nas cidades, com destaque para a integração dos componentes do saneamento.
2003	Quatro editais para capacitação para gerenciamento de recursos hídricos com cursos de especialização (<i>lato sensu</i>) para o gerenciamento de recursos hídricos e cursos presenciais de aperfeiçoamento técnico.
2004	Capacitação; fomento à pesquisa, com formação de uma rede responsável pelo desenvolvimento de aplicativos e alimentação do SNIRH; instituições de pesquisa para redes cooperativas para aperfeiçoamento da base técnica dos instrumentos de gestão; bolsas de mestrado e doutorado, aumentando o número de profissionais nessas áreas.
2005	Seis chamadas públicas para capacitação nacional em saneamento, segurança de barragens, água em aeroportos, bacias representativas, capacitação para gestão de recursos hídricos, hidrossedimentologia e gestão de bacias hidrográficas.
2006	Lançamento da Rede Nacional de Capacitação e Extensão Tecnológica em Saneamento Ambiental (Recesa) em conjunto com outras instituições para promover o desenvolvimento institucional do setor mediante soluções de capacitação, intercâmbio técnico e extensão tecnológica.
2007	Capacitação de agentes gestores em recursos hídricos, com a inclusão de especialistas em recursos hídricos, por até dois anos, nos órgãos gestores de onze estados brasileiros, e treinamento de profissionais que trabalham nesses órgãos, perfazendo um total de 107 bolsas de apoio técnico e capacitação. Realização de cursos voltados para membros de comitês, conselhos estaduais, consórcios e associações de municípios e outros.
2008	Apoio a projetos de cursos de capacitação e de difusão de conhecimentos e práticas em recursos hídricos, para membros de comitês de bacias, funcionários de prefeituras municipais, de órgãos gestores estaduais, e outros, para estimular a formação de uma Rede Nacional de Formação de Capacidades e Extensão Tecnológica para Gestão da Água.
2009	Cursos com mais de 1070 pessoas capacitadas, com apoio, coordenação e participação de várias universidades do país e capacitação de agentes gestores.

Fonte: Agência Nacional de Águas e Saneamento Básico (ANA), *op. cit.*, 2022.

Dando continuidade à estruturação do processo de formação avançada pela ANA, tendo em vista as necessidades apresentadas pelo Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos (Singreh), foram definidas três frentes de atuação:

- i) apoio à pesquisa em recursos hídricos (editais e projetos);
- ii) apoio à produção e disseminação de materiais didáticos com o tema da água;
- iii) apoio e fomento a programas de pós-graduação (mestrados profissionais e especializações) relacionados à temática de recursos hídricos.

Essas três frentes de atuação requeriam um arranjo institucional com a presença de uma instituição com legitimidade e experiência em pesquisa e pós-graduação. A Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (Capes) foi a instituição que naturalmente se pensou como parceira, em virtude do seu papel fundamental na expansão e na consolidação da pós-graduação *stricto sensu* no país, associado à vasta experiência em financiamento de projetos especiais de estudos no Brasil, para que a missão de estimular a formação de recursos humanos de alto nível fosse justa e bem-sucedida.

Com esse intuito, em 2013 a ANA formalizou a intenção de implementar uma parceria entre as duas instituições para a realização de ações de capacitação e de estudos e pesquisas científicas. A partir de então, teve início uma parceria, que figurou em vários projetos diferentes e que permanece até os dias atuais.

Apoio à Pesquisa em Recursos Hídricos

A princípio, definiu-se a implementação de um primeiro programa no âmbito do apoio à pesquisa em recursos hídricos, o Programa de Apoio ao Ensino e à Pesquisa Científica e Tecnológica em Regulação e Gestão de Recursos Hídricos (Pró-Recursos Hídricos), que tem como objetivo o desenvolvimento de projetos de pesquisas científicas e a formação de recursos humanos em nível de pós-graduação *stricto sensu* nas áreas de regulação e gestão de recursos hídricos, com o apoio ao desenvolvimento de projetos e financiamento de bolsas de doutorado, mestrado, iniciação científica e outras ações.

A parceria entre a ANA e a Capes para essa ação requereu um longo processo de articulação e foi formalizada por meio do Termo de Execução Descentralizada (TED) em 2016, com vigência até 31 de dezembro de 2022. Foram selecionados doze projetos de pesquisa, nos diversos temas da gestão das águas, sendo que cada projeto envolveu, no mínimo, três instituições de pesquisa de ensino superior e podia ter até cinco bolsas para mestrado, três para doutorado e três para pós-doutorado no Brasil.

Apoio à Produção e Disseminação de Materiais Didáticos com o Tema da Água

A formação de pessoas com uma percepção crítica sobre as questões ligadas à água envolve a necessidade de tratar do tema em todos os níveis de formação, no ensino formal e não formal. No ensino formal, a escola é um local privilegiado para fomentar a criação de nova cultura em relação à água, o que nos motivou a realizar parcerias e projetos para a produção de materiais didáticos e objetos educacionais sobre o assunto, abrangendo a atuação qualificada como *apoio à produção e disseminação de materiais didáticos com o tema da água*.

Para essa ação, a parceria com a Capes foi formalizada no ano de 2015, também por meio de TED, e seu objeto era a cooperação para a produção de material didático sobre o tema da água, contribuindo para o processo de ensino e aprendizagem e para o desenvolvimento de conteúdos educacionais para uso na Educação Básica, no ciclo II do Ensino Fundamental e do Ensino Médio. O referido Termo previa a seleção, por meio de edital, de vinte projetos de disseminação de conteúdos e produção de material didático com o tema da água. Em parceria com várias universidades e outras instituições, foram produzidos mais de cem materiais didáticos, entre jogos didáticos, documentários, videoaulas, cartilhas, todos voltados ao público escolar, importantes ferramentas para os professores e multiplicadores de conhecimento. Foi relevante a contribuição dos projetos para o aprimoramento da qualidade da Educação Básica brasileira sobre o tema da água por meio do estímulo de experiências inovadoras e do uso de recursos e tecnologias de comunicação e informação. Esse material, de fácil acesso, encontra-se disponível no *Catálogo de Materiais Didáticos com o Tema Água para a Educação Básica*⁸.

Apoio e Fomento a Programas de Pós-Graduação

O apoio e fomento a programas de pós-graduação (mestrados profissionais e especializações) foi pensado quando se constatava que havia uma reduzida quantidade de centros de ensino, pesquisa e formação de recursos humanos aptos a atuar no campo da gestão e regulação de recursos hídricos (Quadro 2). A partir disso, considerou-se oportuno o estímulo, por meio de esforços consistentes, o contínuo aprimoramento do ensino nessa área, bem como a criação, nos programas de pós-graduação existentes, de áreas de concentração em recursos hídricos que incluíssem linhas de pesquisa em áreas temáticas multidisciplinares, por exemplo: i) políticas públicas na área de recursos hídricos; ii) gestão integrada de recursos hídricos; iii) governança e conflitos no uso de recursos hídricos; iv) economia de recursos hídricos; v) regulação de bens ou serviços públicos; e vi) direito de águas.

Quadro 2 – Resumo das ações de pós-graduação, com respectivos resultados diretamente observáveis e respectivos parceiros

Ação de pós-graduação fomentada pela ANA	Produto pactuado	Parceiros
Mestrado profissional em gestão de riscos e desastres naturais – formação avançada e pesquisa aplicada no Sistema de Defesa Civil.	80 alunos formados; 80 pesquisas	UFSC; UFPA; UFF; UFPE
Mestrado Profissional em Ensino de Ciências Ambientais (ProfCiAmb) – formação avançada e pesquisa aplicada no sistema de ensino.	250 alunos formados; 250 pesquisas com produtos técnicos aplicáveis ao Singreh e sistema de ensino	UFES; UFAM; UFPA; UNB; USP; UFS; UFPE; UFPR; UEM

8 Agência Nacional de Águas e Saneamento Básico (ANA), *Catálogo de Materiais Didáticos com o Tema Água para a Educação Básica*, Brasília, 2018.

Ação de pós-graduação fomentada pela ANA	Produto pactuado	Parceiros
Mestrado Profissional em Gestão e Regulação de Recursos Hídricos (ProfÁgua) – formação avançada e pesquisa aplicada ao Singreh.	500 alunos formados; 500 pesquisas com produtos técnicos aplicáveis ao Singreh; 40 objetos educacionais	UEA; UERJ; UFBA; UFCG; UFES; UFPE; UFRGS; UFRR; UNB; UNEMAT; UNESP; UNIFEI; UNIR; UTFPR
Curso de especialização em Segurança de Barragens (Cesb) para usos múltiplos.	36 alunos formados; 36 trabalhos de conclusão de curso	UFBA
Curso de especialização em Elaboração e Gerenciamento de Projetos para a Gestão Municipal de Recursos Hídricos.	359 alunos formados; 359 trabalhos de conclusão de curso; 20 materiais didáticos; 12 apostilas	IFCE

Fonte: Agência Nacional de Águas e Saneamento Básico (ANA), *op. cit.*, 2022.

Para temáticas específicas, foram propostos dois cursos de especialização, que se desenvolveram em parceria com as universidades escolhidas. A especialização em Elaboração e Gerenciamento de Projetos para a Gestão Municipal de Recursos Hídricos foi estruturada mediante a demanda identificada nos municípios por formação especializada de seus técnicos para que fossem capazes de conceber e estruturar projetos de captação de recursos para aplicação às principais políticas de âmbito municipal (ambiente, saneamento, uso e ocupação do solo) com potencial impacto sobre os recursos hídricos. O foco no município é por este ser o ator principal para a efetivação dos programas de desenvolvimento local em consonância com os usos múltiplos e racionais dos recursos hídricos.

Nessa perspectiva, os esforços para criar a especialização em Elaboração e Gerenciamento de Projetos para a Gestão Municipal de Recursos Hídricos começaram em 2009 com reunião entre ANA e MEC e culminaram, após longo processo de ajustes e trâmites, em 2013, em uma parceria com o Instituto Federal do Ceará (IFCE), com a descentralização de recursos para oferta de duas turmas de especialização. O curso se iniciou em dezembro de 2014 e terminou em 2018, com muitos resultados importantes materializados nos trabalhos de conclusão de curso, além dos alunos formados.

O curso de especialização em Segurança de Barragem para Usos Múltiplos, mais recente, em 2021, partiu da demanda identificada no Programa de Educação e Comunicação Sobre Segurança de Barragens de Acumulação de Água para Usos Múltiplos⁹ de formar servidores públicos permanentes dos órgãos gestores estaduais que atuassem na área de segurança de barragens de usos múltiplos, além de profissionais da Defesa Civil nos estados e no Distrito Federal. A parceria foi formalizada, também por um TED, com a Escola Politécnica da Universidade Federal da Bahia (UFBA).

⁹ Agência Nacional de Águas e Saneamento Básico (ANA), *Programa de Educação e Comunicação Sobre Segurança de Barragens de Acumulação de Água para Usos Múltiplos*, Brasília, 2019.

No fomento aos programas de pós-graduação, o mestrado profissional foi a modalidade empregada, já que tem como objetivo ampliar e aperfeiçoar conhecimentos teóricos e práticos voltados ao desenvolvimento de um alto nível de desempenho dos alunos em suas profissões. O mestrado profissional responde a uma necessidade socialmente definida de capacitação profissional de natureza diferente da propiciada pelo mestrado acadêmico e não se contrapunha, sob nenhum ponto de vista, à oferta e expansão desta modalidade de curso, nem se constituía em uma alternativa para a formação de mestres segundo padrões de exigência mais simples ou mais rigorosos do que aqueles tradicionalmente adotados pela pós-graduação, conferindo idênticos graus e prerrogativas. Três foram as propostas de mestrados desenvolvidos pela ANA em parceria com a Capes: o mestrado profissional em Gestão de Riscos e Desastres Naturais – formação avançada e pesquisa aplicada no Sistema de Defesa Civil; o mestrado profissional em Gestão e Regulação – formação avançada e pesquisa aplicada ao Singreh (ProfÁgua); e o mestrado profissional em Ensino de Ciências Ambientais – formação avançada e pesquisa aplicada no sistema de ensino (ProfCiAmb).

O mestrado profissional em Gestão de Riscos e Desastres Naturais foi escolhido pela ANA em virtude de a maioria das ocorrências de desastres notificadas à Secretaria Nacional de Proteção e Defesa Civil do Ministério da Integração Nacional ser devida à falta ou ao excesso de água (enchentes, enxurradas, secas e estiagens prolongadas), representando a principal causa de desastres no país, com importantes perdas humanas, ambientais, materiais e econômicas. O curso, iniciado em 2015, era voltado à formação específica de profissionais na área de desastres naturais no país, em atenção ao importante impacto social do tema. O encerramento do TED com a Capes se deu em junho de 2019.

Em meados de agosto de 2014, a Capes sinalizou a possibilidade de se trabalhar diretamente em um mestrado profissional em Rede Nacional em Gestão e Regulação de Recursos Hídricos. A proposta já vinha sendo avaliada e discutida internamente como possibilidade desde o ano de 2009, porém sem encaminhamentos concretos para a sua efetivação. A necessidade de se promover um mestrado profissional voltado exclusivamente à gestão de recursos hídricos foi percebida a partir da demanda por uma formação avançada específica nas temáticas ligadas à água por parte dos servidores das instituições integrantes do Singreh. Pretendia-se ampliar e aperfeiçoar conhecimentos voltados ao desempenho de um alto nível de qualificação desses profissionais, com um ciclo mais elevado de estudos que visam a desenvolver competências e habilidades para lidar com a diversidade de situações enfrentadas na gestão de recursos hídricos, especialmente aquelas relativas aos novos desafios da área de regulação do uso de um bem público.

O objetivo do ProfÁgua é proporcionar formação ampla aos alunos, aliando teoria e prática, de modo a aumentar a eficácia de sua atuação na área de recursos hídricos,

com a compreensão e incorporação das dimensões relacionadas à gestão integrada dos recursos hídricos, tais como: qualidade e quantidade, aspectos legais, institucionais e ambientais, disponibilidades hídricas, de regulação, entre outros. A primeira etapa oficialmente registrada para a criação do curso foi a definição da Proposta de Curso Novo (PCN), desenhado pela ANA em conjunto com a Unesp, com duas áreas de concentração, cada qual com duas linhas de pesquisa:

1. Instrumentos de Política de Recursos Hídricos

1.1. Ferramentas Aplicadas aos Instrumentos de Gestão de Recursos Hídricos

1.2. Metodologias para Implementação dos Instrumentos de Gestão de Recursos Hídricos

2. Regulação e Governança de Recursos Hídricos

2.1. Planejamento e Gestão de Recursos Hídricos

2.2. Segurança Hídrica e Usos Múltiplos da Água

Aprovada a PCN, o curso foi formalmente iniciado por meio de TED com a Capes, no ano de 2016, com previsão para encerrar em 2022, com quinhentos alunos formados e os respectivos produtos, sob a coordenação geral de uma das universidades da rede, que comporta catorze associadas. Este programa tem alcançado resultados que ultrapassam aqueles pactuados no plano de trabalho, beneficiando outras parcelas da sociedade com ações de formação estruturadas e voltadas a outros públicos. Destaca-se também o aspecto inclusivo do programa, que tem entre os seus alunos representantes das comunidades tradicionais e indígenas e desenvolve projetos ligados à temática da água nessas comunidades.

No mesmo período em que nasceu o ProfÁgua, a ANA tomou também a decisão de investir na formação dos educadores nas questões da água, para que essa ação se tornasse uma semente da mudança cultural na relação da sociedade com a água. Uma vez esses educadores estando com uma visão crítica e atuante acerca da gestão de recursos hídricos, naturalmente havia reflexos na sala de aula, nas escolas e na formação dessas crianças. Assim, surgiu o interesse pelo ProfCiAmb, tendo como público principal os professores de Ensino Básico.

O ProfCiAmb na ANA

O ProfCiamb já existia formalmente, como escopo estrutural aprovado e gerido pela Capes, desde o final de 2015. Todavia, em diálogos institucionais com a Capes, a ANA tomou conhecimento da existência do programa e de sua importância estratégica, sobretudo como oportunidade de também estruturar e ampliar a implementação do programa em resposta às demandas que vinham se apresentando de uma atuação mais

qualificada dos professores na temática da gestão das águas nas escolas e à necessidade de produção permanente de conteúdos e demais soluções educacionais em apoio à formação da comunidade escolar, sobretudo professoras e professores atuantes na Educação Básica.

Diante disso, a ANA depreendeu as potencialidades de uma possível parceria, visto que, inequivocamente, o ProfCiAmb demonstrou-se, em seus objetivos, estratégico para a Agência atuar de forma mais ampliada e concatenada, pois se trata de uma ação que contribui tanto na formação dos educadores (por decorrência, dos atores sociais diversos relacionados ao contexto da educação básica) quanto na produção de materiais didáticos construídos de forma prática e expressos nos produtos finais do curso. Oportunidade, portanto, de fomentar, produzir e compartilhar diversos exemplos de interface do tema água com os demais temas das ciências ambientais, o que, por fim, oportuniza um significativo aporte de materiais didáticos com possibilidades de fortalecer, dinamizar e ampliar a escala de atuação da ANA no que tange às ações de capacitação, entre as quais os já mencionados cursos na modalidade de ensino a distância.

Para além da formação de professores em nível de mestrado, o ProfCiAmb tem possibilitado outras ações, como a oferta de quase 3 mil vagas em cursos de extensão, como o Água e Interdisciplinaridade no Contexto Escolar, a produção de Guias de Disciplinas Eletivas e demais recursos pedagógicos (soluções educacionais) a serem disponibilizados às secretarias estaduais de educação, no contexto dos itinerários formativos do novo Ensino Médio afeitos às temáticas da água e do meio ambiente de forma integrada e participativa com o público escolar.

Dentro dessa perspectiva de construção e fortalecimento da cidadania e do estímulo qualificado da participação social plural na gestão de recursos hídricos preconizadas pela ANA, o ProfCiAmb vem se mostrando uma alternativa concreta, visto que tem possibilitado, por exemplo, uma exitosa integração entre esses objetivos marcadamente presentes como um dos fundamentos contextuais da instituição. Por conseguinte, a formação continuada e interdisciplinar de educadores e educadoras do nosso país em práticas pedagógicas diversificadas na temática da água no ambiente escolar é de suma importância também como possibilidade de grande monta de informar, sensibilizar e mobilizar o público juvenil para uma formação cidadã, a partir da consolidação coletiva de conceitos de vanguarda na academia no que tange às ciências ambientais para a gestão das águas e também para o fortalecimento de perspectivas e visões de mundo, seja na escala local (bacia e/ou sub-bacias hidrográficas etc.) e/ou nacionais, para uma cultura de gestão dos recursos hídricos que responda aos desafios atuais e futuros com relação à água, uma das grandes riquezas do Brasil.

Isto posto, importa reforçar que a ANA entende que a natureza do espaço escolar não é o de estar apartada das questões do seu entorno e/ou das questões regionais e

nacionais, mas sim o de um espaço socioterritorial de mediação de conflitos, no caso, socioambientais, que, em última instância, impactam sobremaneira nos processos de ensino e aprendizagem em sala ou apresentam potencial de obstaculizar a consecução de projetos e/ou agendas político-pedagógicas e demais ações escolares/formativas de tomada de consciência e exercício da cidadania.

Desta maneira, compreende-se como assertiva a decisão da Agência de fomentar a promoção de programas, como o ProfCiAmb, que estructurem e promovam ações que disseminem informações e ampliem a sensibilização e mobilização da comunidade escolar. Essa é a compreensão institucional da “escola”, como espaço-sujeito em que se dará, entre outros: o intercâmbio, transformação e ressignificações sociais; a reflexão dialético-histórica e de formação da consciência cidadã; o fomento de hábitos individuais e coletivos de conservação e uso racional da água; a construção coletiva, enquanto confluente dos atores sociais, de novos paradigmas, visão de mundo e ação no mundo; o fomento da necessária e improrrogável cultura da sustentabilidade socioambiental no que tange à água como parte indissociável de um sistema multitemático objeto, entre outras, das ciências ambientais. Trata-se assim a escola como um lugar estratégico, tanto sob a perspectiva da gestão (GRH) como também dos processos de ensino-aprendizagem, do pensar e agir com foco numa abordagem multidimensional e interdisciplinar do tema água, e, sem a pretensão de encerrar os argumentos que fortalecem a pertinência da ANA na “escola”, ambiente que possibilita que educadores e educandos exercitem não só a percepção sistêmica do ambiente e das questões ambientais afeitas às águas, mas que, sobretudo, descortinem os desafios crescentes relacionados à gestão dos recursos hídricos do Brasil em seu contexto local, regional, nacional integrados, ademais, aos desafios globais.

Diante desse sucinto contexto, a ANA entrou como parceira de fomento ao programa. Por meio de TED, foram aportados recursos para a formação de professores atuantes na Educação Básica (sobretudo, mas não exclusivos, de escolas públicas), mas também para os agentes que atuam em espaços não escolares, tais como aqueles envolvidos com divulgação e comunicação (educomunicação) com interfaces práticas nas temáticas das ciências ambientais. Essa parceria iniciou-se em 2016. A previsão de encerramento do TED em vigência é em dezembro de 2022. Todavia, a partir dos relatórios disponibilizados pela Coordenação da Rede ProfCiAmb, é possível, de pronto, afirmar que a principal meta do plano de trabalho está superada, visto que serão bem mais de 350 mestres formados e quase 3 mil vagas disponibilizadas no curso de extensão na modalidade EAD.

Vale ainda ressaltar que a área de concentração definida foi Ensino das Ciências Ambientais, com as linhas de pesquisa (a) Ambiente e Sociedade; e (b) Recursos Naturais e Tecnologia.

A rede foi composta por nove instituições e coordenada e administrada pelo Polo de São Carlos da USP. As universidades abarcam todas as regiões brasileiras:

- Universidade Federal do Amazonas (Ufam);
- Universidade Federal do Pará (UFPA);
- Universidade Federal de Sergipe (UFS);
- Universidade Federal de Pernambuco (UFPE);
- Universidade Estadual de Feira de Santana (UEFS);
- Universidade de Brasília (UnB);
- Universidade Estadual de Maringá (UEM);
- Universidade Federal do Paraná (UFPR);
- Universidade de São Paulo (USP).

Por se tratar de um mestrado profissional, esperava-se, quando da constituição da parceria, a produção de práticas pedagógicas, por meio de produtos que deveriam refletir os aspectos e desafios, em bases interdisciplinares e transversais, do ensino da temática da água em ciências ambientais no nível educacional de referência. Também se esperava que esses produtos pudessem ser difundidos e replicados em outros contextos escolares formais da Educação Básica e em espaços não formais de educomunicação de todo o território nacional, fortalecendo, assim, a gestão integrada e participativa dos recursos hídricos. A longo prazo, espera-se incrementar o processo de mudança cultural na relação com a água, a partir do fortalecimento da visão da necessidade do cuidado e conservação da água, com o fortalecimento da cidadania e participação social desde as séries iniciais do Ensino Fundamental. A partir disso, a formação de políticas públicas transversais, com a integração da educação formal e não formal nessa agenda, aprimora a gestão de recursos hídricos.

Noutra perspectiva, o objetivo do ProfCiAmb é também o de qualificar os mestrandos para desenvolvimento de múltiplas competências com foco no aprimoramento de práticas pedagógicas ao tempo em que se realizava a produção, difusão e aplicação de conhecimento didático-metodológico associado às questões socioambientais em sintonia com a produção acadêmica e profissional.

Importante destacar ainda que, entre os objetivos específicos, destacava-se a contribuição no aprimoramento de práticas pedagógicas, utilizando-se do contexto socioambiental local para realizar pesquisas na área das ciências ambientais no espaço da escola de Ensino Básico, contribuindo para que se fortaleça a produção, difusão e aplicação de conhecimentos didático-metodológicos associados às questões socioambientais da atualidade nos contextos e desafios vivenciados pelos atores plurais envoltos em territórios de protagonismo da escolar. Oportuno ainda afirmar que o

ProfCiAmb também é uma ponte importante de integração das universidades com as escolas de Educação Básica, possibilitando que temas-chave de pesquisas na temática das ciências ambientais alcancem as redes municipais, estaduais e mesmo escolas técnicas federais e cheguem ao estudante.

Para acompanhar a execução deste programa, a ANA destacou os especialistas em recursos hídricos autores deste capítulo, que puderam vislumbrar a evolução e amadurecimento do programa, bem como os resultados que muito vêm contribuindo para uma mudança na educação para a gestão das águas e aperfeiçoando as demais ações de capacitação promovidas pela Agência.

Dos resultados, até o momento, ressaltamos três aspectos sob a perspectiva da ANA: a formação e capacitação de profissionais da educação com este olhar crítico e consciente em relação à gestão das águas; a instrumentalização de profissionais da educação com os materiais pedagógicos produzidos dentro do ProfCiAmb; e a formação de uma rede de integração e troca de experiências, que agrega e estimula o crescimento e a produção do conhecimento, que culmina na construção coletiva de um ambiente para a mudança diante dos desafios pertinentes à ação da ANA.

Por fim, embora em termos numéricos o ProfCiAmb já tenha superado a meta estabelecida no instrumento de parceria com a ANA, há que se destacar a riqueza dessa formação, que não é alcançada pela letra fria do processo, visto que o debate, seja nas disciplinas, seja na relação com os pares, e a reflexão proporcionada por esse processo durante o período de mestrado que o aluno (e educador) está vivenciando propiciam uma mudança no olhar em relação aos recursos ambientais. O ambiente educacional impregnado de oportunidades de ampliação de olhares, mudança de prismas e de perspectivas em relação à água é o espaço privilegiado de mudança esperada no ser humano. E isso tem sido visto a partir da leitura das dissertações e dos produtos disponibilizados pelos egressos do programa.

No que diz respeito à produção de ferramentas para os professores nas escolas, a riqueza, a diversidade e o respeito à cultura local dos materiais tem sido um importante destaque das produções. São materiais que levam em consideração as singularidades, diferenças e potencialidades, valorizando a cultura e a história dos indivíduos e das comunidades: síntese de percepções e vivências com rebate na ampliação das ações em relação aos processos de ensino-aprendizagem nas escolas voltados aos recursos hídricos do nosso país.

Considerações Gerais e Perspectivas

Assegurar o acesso à água em quantidade e qualidade por todos e todas é um compromisso dos entes do Singreh que requer uma gestão de recursos hídricos eficiente e de qualidade. Para tanto, ações de educação e capacitação desenvolvidas pela ANA

desde 2001 surgem como uma estratégia que pode contribuir significativamente com essa missão, seja na mobilização, seja na formação e qualificação de seus entes. As ações de pós-graduação se mostram com um caráter mais abrangente e robusto, aproximando a academia dos reais problemas da gestão e regulação de recursos hídricos.

A opção pelo apoio aos cursos de mestrado profissional relacionados à temática de gestão e regulação de recursos hídricos e de ciências ambientais visa proporcionar o oferecimento de subsídios teórico-conceituais e metodológicos aos profissionais, como uma estratégia de produção de conhecimento sobre recursos hídricos a partir da problematização das práticas hoje envolvidas na atuação dos profissionais do Singreh.

Nesse contexto, tanto a oferta de cursos adicionada a outras ações educacionais como a pesquisa e a pós-graduação são iniciativas da ANA que deverão ter cunho permanente, com o desafio de agregar os produtos desenvolvidos às demandas do Singreh e difundir o conhecimento produzido de forma a facilitar o acesso pelos interessados, sejam eles vinculados ou não a instituições de interface no tema. O apoio a esses mestrados profissionais, a exemplo do ProfCiAmb, fomenta a inserção do tema da água no ensino e pesquisa, trazendo a estrutura da universidade juntamente com um elenco de professores e alunos de diversas áreas que possuem um papel fundamental tanto na identificação dos desafios quanto na construção de caminhos para que possamos alcançar a segurança hídrica e minimizar os impactos oriundos das crises enfrentadas e aquelas por vir, como as decorrentes das mudanças climáticas etc.

Ademais, a ANA possui outros desafios específicos relacionados à gestão de recursos hídricos, tais como: governança; participação no processo de gestão; efetiva implementação dos instrumentos; integração entre a gestão de recursos hídricos e a pauta ambiental; temas que podem ser inseridos e discutidos nos currículos escolares e espaços não formais de aprendizagem. Para isso, o ProfCiAmb tem contribuído com a formação dos profissionais das águas do futuro, que, além desses conhecimentos, precisam compreender os desafios contemporâneos relacionados às problemáticas da bacia hidrográfica e contribuir no seu enfrentamento a partir do seu campo de ação e exercício de cidadania. Uma preparação para a tomada de decisão, para a gestão de conflitos, para uma visão crítica sobre os desafios da gestão e para a busca de soluções inovadoras, individuais e coletivas.

Se uma sociedade percebe que precisa mudar qualquer processo cultural, como é o caso da relação com a água e da gestão de recursos hídricos, para garantir disponibilidade de água para as atuais e futuras gerações, é preciso investir diuturnamente e de forma estratégica em educação, em processos plurais de formação continuada dos diversos segmentos da sociedade. Nesse caso, o ProfCiAmb contribui para uma mudança cultural a partir da formação de educadores, como também da produção de práticas pedagógicas dentro de uma perspectiva de diálogo interdisciplinar e transversal entre as diversas

disciplinas e áreas do conhecimento em que a água pode e deve ser protagonista e tema gerador da prática escolar. Temos consciência institucional de que a escola é, além de espaço de formação de cidadãos, também um ambiente de transformação cultural; e é nesse contexto que a ANA se faz presente.

Referências Bibliográficas

- AGÊNCIA Nacional de Águas e Saneamento Básico (ANA). *Atlas Irrigação: Uso da Água na Agricultura Irrigada*. 2. ed. Brasília, 2021. Acesso em: 12 out. 2022.
- _____. *Capacitação para a Gestão das Águas*. [S.l.], 2022. Acesso em: 27 out. 2022.
- _____. *Catálogo de Materiais Didáticos com o Tema Água para a Educação Básica*. Brasília, 2018. Acesso em: 12 out. 2022.
- _____. *Encontros Formativos: Educação Ambiental, Capacitação e a Gestão das Águas*. Brasília, 2018. Acesso em: 12 out. 2022.
- _____. *Programa de Educação e Comunicação sobre Segurança de Barragens de Acumulação de Água para Usos Múltiplos*. Brasília, 2019. Acesso em: 12 out. 2022.
- _____. *Regimento Interno da Agência Nacional de Águas*. Brasília, 2020. Acesso em: 12 out. 2022.
- BRASIL. *Lei nº 14.026, de 15 de julho de 2020*. Atualiza o marco legal do saneamento básico e altera a Lei nº 9.984, de 17 de julho de 2000, para atribuir à Agência Nacional de Águas e Saneamento Básico (ANA) competência para editar normas de referência sobre o serviço de saneamento, a Lei nº 10.768, de 19 de novembro de 2003, para alterar o nome e as atribuições do cargo de Especialista em Recursos Hídricos, a Lei nº 11.107, de 6 de abril de 2005, para vedar a prestação por contrato de programa dos serviços públicos de que trata o art. 175 da Constituição Federal, a Lei nº 11.445, de 5 de janeiro de 2007, para aprimorar as condições estruturais do saneamento básico no País, a Lei nº 12.305, de 2 de agosto de 2010, para tratar dos prazos para a disposição final ambientalmente adequada dos rejeitos, a Lei nº 13.089, de 12 de janeiro de 2015 (Estatuto da Metrópole), para estender seu âmbito de aplicação às microrregiões, e a Lei nº 13.529, de 4 de dezembro de 2017, para autorizar a União a participar de fundo com a finalidade exclusiva de financiar serviços técnicos especializados. Acesso em: 12 out. 2022.
- _____. *Lei nº 9.433, de 8 de janeiro de 1997*. Institui a Política Nacional de Recursos Hídricos, cria o Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos, regulamenta o inciso XIX do art. 21 da Constituição Federal, e altera o art. 1º da Lei nº 8.001, de 13 de março de 1990, que modificou a Lei nº 7.990, de 28 de dezembro de 1989. Acesso em: 12 out. 2022.
- _____. *Lei nº 9.984 de 17 de julho de 2000*. Dispõe 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, e dá outras providências. Acesso em: 12 out. 2022.
- LIMA, W. V. *Percepção Ambiental e Desenvolvimento Scratch: Uso da Água no Pulsar do Rio Juruá – Eirunepé – Amazonas*. Dissertação de mestrado em Ensino de Ciências Ambientais, Manaus, Universidade Federal do Amazonas, 2018. Acesso em: 12 out. 2022.
- MALHEIROS, T. F. et al. *Rede ProfCiAmb: Histórico, Aprendizado e Perspectivas*. São Paulo, Com-Arte, 2022 (Coleção ProfCiAmb, Série Pesquisa e Reflexão, 1).

CAPÍTULO 2

Água e Suas Características

Vinicius Perez Dictoro

*Centro de Síntese USP Cidades Globais – Instituto de Estudos Avançados
do Polo São Carlos da Universidade de São Paulo*

Frederico Yuri Hanai

Departamento de Ciências Ambientais da Universidade Federal de São Carlos

Para iniciar este capítulo, resgatamos uma importante expressão que foi considerada uma das primeiras frases filosóficas do Ocidente: “Tudo é água”, atribuída a Tales de Mileto, filósofo da Grécia antiga. Segundo Bruni¹, Tales de Mileto considera a água como a origem de todas as coisas, fonte de movimento e da vida no universo, constituindo um elemento divino e uma substância material primordial, sendo que todos os seres existentes seriam, essencialmente, produtos da transformação da água.

Mas, então, o que é a água? Podemos apresentar algumas características básicas da água e, mesmo assim, iremos notar particularidades incomuns que não existem em nenhum outro elemento químico. A água é uma substância química, constituída por dois átomos de hidrogênio e um átomo de oxigênio, formando uma ligação covalente com um ângulo exato de 104,5° que promove a polarização da molécula. Essa geometria molecular, estrutura e sua polaridade proporcionam importantes propriedades à água, tais como fluidez líquida à temperatura ambiente, densidade menor quando no estado sólido, capacidade de dissolução de substâncias inorgânicas e orgânicas como solvente universal e capilaridade.

Outro fato interessante é que a água é a única substância que pode ser encontrada nos seus três estados nas temperaturas ambientes da Terra (sólida, líquida e gasosa). Mesmo apresentando algumas características simples sobre esse recurso natural, podemos observar suas particularidades e especificidades que a tornam bastante especial.

Após a apresentação de algumas características e propriedades da água, abordaremos a importância da água para a vida, no sentido da vida e das relações que nós, seres humanos, possuímos com a água. Dessa maneira, citamos a reflexão do autor José Carlos Bruni:

¹ J. C. Bruni, “A Água e a Vida”, *Tempo Social – Revista da Sociologia da USP*, São Paulo, vol. 5, n. 1-2, pp. 53-65, 1994.

Se quisermos compreender o simbolismo da água, não podemos pensá-la como H₂O, mas como elemento fundamental indissociável de suas formas concretas: os mares, os oceanos, os rios, os lagos, os regatos, os riachos, as torrentes, as chuvas, as fontes, as nascentes, as praias, as quedas d'água, as cascatas, o gelo, o orvalho, onde se podem distinguir as águas claras, as águas correntes, as águas primaveris, as águas profundas, as águas dormentes, as águas mortas, as águas compostas, as águas doces, as águas violentas, as lágrimas².

Vivemos hoje em um período que já é considerado como o Antropoceno. Conforme Artaxo³, desde os anos 1980, pesquisadores começaram a definir esse termo como uma época em que os efeitos e impactos da humanidade estariam afetando globalmente o planeta. Uma das causas que contribuiu para isso origina-se na crença de que os seres humanos são capazes de exercer total controle sobre a natureza, e isso tem ocasionado um maior número de desastres e impactos socioambientais e ampliação das vulnerabilidades e desigualdades em diversas questões ambientais e socioculturais; além disso, reflete-se diretamente nas nossas relações com o ambiente e seus recursos naturais, incluindo a água.

Podemos estar vivenciando uma época em que a diversidade de culturas tem se degradado cada vez mais, prevalecendo uma monocultura humana caracterizada pela cultura urbana de consumo. Conforme Gratão⁴, as relações humanas estão progressivamente se deteriorando, se distanciando da sua própria natureza, e as suas manifestações estão expressas nas suas relações com o meio ambiente, cada vez mais degradantes na questão dos recursos naturais. Os rios e a água têm sido vistos como um problema nas cidades, devido à sua poluição, más condições de qualidade e dificuldade de sua gestão urbana.

Por muitos séculos, os seres humanos consideraram a água como um recurso inextinguível, utilizando-a imprudentemente sem avaliar as consequências ambientais relacionadas à sua qualidade e à sua quantidade, o que se reflete em nossas relações com esse símbolo de vida. A atual forma de apropriação da água, visando atender as diversas demandas individuais e coletivas, tem configurado intensas transformações nas nossas relações com a água, que vêm sendo pautadas prioritariamente no sentido utilitarista.

Por mais operacional e superficial que seja a nossa relação com a água durante nossas atividades diárias, é impossível deixar de notar sua presença constante nos nossos cuidados diários e nos nossos afazeres (higiene pessoal, consumo, limpeza). Essa água, que utilizamos diariamente, não só nos limpa, mas também nos conforta e reconforta,

2 *Idem*, p. 59.

3 P. Artaxo, "Uma Nova Era Geológica em Nosso Planeta: o Antropoceno?", *Revista USP*, São Paulo, n. 103, pp. 13-24, 2014.

4 L. H. B. Gratão, "O 'Olhar' a Cidade pelos 'Olhos' das Águas", *Geografia*, Rio Claro, vol. 33, n. 2, pp. 199-216, 2008.

trazendo uma sensação de paz e frescor que não podemos dispensar⁵. Por mais que este sentido esteja relacionado a uma relação utilitarista da água, devemos compreender, valorizar e cuidar deste bem natural, e ainda conhecer e reconhecer outras relações que também são extremamente importantes para a vida.

Não podemos negar a importância da água para a vida; não existe nenhuma forma de vida conhecida que não necessite da água, seja para a sua sobrevivência ou para seu desenvolvimento. Os autores Bacci e Pataca⁶ discorrem sobre esse tema, explicitando a fundamental importância da água para a manutenção da vida, sobrevivência dos seres vivos, conservação e equilíbrio da biodiversidade e dos ecossistemas naturais, ressaltando as relações de dependência que temos com esse elemento natural.

Segundo Cabral⁷, a água não pode ser considerada “somente água” para os seres humanos, ou seja, eles sempre terão distintos significados atrelados à água. Cada uma das variadas culturas humanas possui um papel especial para a água, ressaltando sua importância social e simbólica na sociedade⁸.

Ainda temos uma visão bastante limitada sobre o sentido que damos à água, sendo o sentido utilitarista o mais comumente relacionado, voltado apenas para os diversos usos e demandas individuais. Vale ressaltar que essa consideração utilitarista sempre existiu nas sociedades, mas a importância da água deve extrapolar esse entendimento, pois existem vários aspectos simbólicos, culturais, sociais, religiosos e sentimentais que a envolvem e a relacionam.

A água sempre desempenhou um papel fundamental na história de variadas culturas humanas, seja em diferentes religiões, nos mitos, nas artes ou nas literaturas. Para nós, seres humanos, a água nunca foi somente uma fórmula química (pelo menos não deveria ser interpretada dessa forma). Esse elemento natural é indispensável para nossa existência e para a vida de todo o planeta, seja dos seres vivos como também dos outros elementos da natureza.

Devemos levar em consideração o importante papel que a água desempenha nas mais variadas culturas humanas, nas distintas religiões, nos mitos e lendas, na história e nas artes. Com isso, abre-se diante de nós um outro mundo, com outros olhares, na qual a água deixa de ser apenas parte fundamental para a sobrevivência humana, do ponto de vista físico, mas torna-se também essencial a todas as dinâmicas da vida, da cultura e dos povos⁹. Além de toda a importância e papel fundamental na dinâmica do

5 J. C. Bruni, *op. cit.*, 1994.

6 D. de la C. Bacci e E. M. Pataca, “Educação para a Água”, *Estudos Avançados*, São Paulo, vol. 22, n. 63, pp. 211-226, 2008.

7 D. de C. Cabral, “Águas Passadas: Sociedade e Natureza no Rio de Janeiro Oitocentista”, *RA'EGA – O Espaço Geográfico em Análise*, Curitiba, vol. 23, pp. 159-190, 2011.

8 J. C. Bruni, *op. cit.*, 1994.

9 L. H. B. Gratão, *op. cit.*, 2008.

planeta, a água e os rios possuem valores, sentimentos, memórias, símbolos, oferta de bem-estar, espaço emocional, lúdico, cultural e parte da alma e da personalidade dos seres humanos¹⁰.

Não podemos esquecer do evidente valor econômico e do bem-estar que a água proporciona, porém ela também apresenta conotações mais amplas, como sua importância simbólica e cultural. Por exemplo, para as antigas civilizações do Egito, da Mesopotâmia e para os hindus indianos, a disponibilidade de água sempre foi uma questão de vida e morte, e assim os rios carregam uma forte significação ideológica e simbólica¹¹. Na mitologia grega, a água pode ser vista como uma representação feminina de matriz uterina, ou seja, a genitora universal que dá origem a todos os seres. Este ser feminino primordial concebe, gera, nutre e preserva¹².

Outro exemplo interessante dos aspectos culturais relacionados à água pode ser observado na região norte da Índia, em Kumoan Himalaya, onde a água é considerada sagrada pela comunidade. Nessa região, alguns povos possuem o costume de relacionar a água em suas tradições, tais como em cerimônias de casamento: quando o noivo não pode estar presente nessas cerimônias, a noiva é “casada” com a água, que representa simbolicamente o seu esposo; mas, quando há a presença dos noivos, a celebração sempre é realizada na presença da água¹³.

Já no contexto das mitologias do Antigo Oriente, a água representa um forte símbolo religioso, referindo-se à propagação da vida em distintas culturas¹⁴. A água é considerada um elemento de purificação em várias culturas do mundo. A natureza da água nos remete ao sentido de pureza e regeneração¹⁵. Muitos lugares de onde vertem as águas, como fontes, grutas e nascentes, são considerados lugares sagrados, que se transformam em locais de culto e devoção. No Brasil, existem muitos relatos e histórias de imagens milagrosas que foram encontradas por pescadores nos rios, evidenciando essa relação religiosa com as águas¹⁶. Essas relações de adoração e cultos de distintas religiões também podem ser notadas em diferentes países do mundo.

Os rios, riachos, lagos, nascentes e outras fontes de água desempenham papel fundamental para a produção e reprodução social e simbólica dos seres humanos,

10 F. J. Martínez Gil, “Los Problemas del Agua en España: Análisis de una Realidad”, *Enseñanza de las Ciencias de la Tierra*, vol. 15, n. 3, pp. 228-239, 2007.

11 N. Finneran, “Holy Waters: Pre-Christian and Christian Water Association in Ethiopia”, em T. Oestigaard, *Water, Culture and Identity: Comparing Past and Present Traditions in the Nile Basin Region*, Bergen, BRIC Press, 2009, pp. 165-188.

12 R. Cavalcanti, *Mitos da Água: as Imagens da Alma no seu Caminho Evolutivo*, São Paulo, Cultrix, 1997.

13 A. S. Rawat e R. Sah, “Traditional Knowledge of Water Management in Kumaon Himalaya”, *Indian Journal of Traditional Knowledge*, vol. 8, n. 2, pp. 249-254, 2009.

14 M. Throup, “A Simbologia Religiosa da Água nas Mitologias do Antigo Oriente Próximo: da Mitocrítica à Mitânálise”, *Revista Religare*, João Pessoa, vol. 2, n. 8, pp. 193-200, 2011.

15 J. C. Bruni, *op. cit.*, 1994.

16 A. C. Diegues, (org.), *A Imagem das Águas*, São Paulo, Hucitec/Nupaub, 2000.

que acabam atribuindo valores sentimentais, simbólicos e culturais às águas¹⁷. Além disso, valores e relações de respeito, gratidão, medo e cumplicidade também existem, principalmente em comunidades ribeirinhas, que possuem um contato direto, próximo e contínuo com os rios e com a água¹⁸.

Corroborando com os aspectos citados acima, no trabalho realizado pelos autores Dictoro e Hanai¹⁹, evidencia-se essa relação da água com as crenças religiosas em moradores ribeirinhos na cidade de Pirapora (MG), localizada às margens do rio São Francisco. Neste estudo, pode-se verificar a crença das pessoas no valor espiritual da água e do rio, caracterizando alguns locais por serem de águas sagradas, além da forte relação de respeito com esse elemento natural. Essas relações podem ajudar a criar elos de cuidado e de proximidade com a água, evidenciando relações mais simbólicas e culturais²⁰.

Entre as relações simbólicas que os seres humanos possuem com a água e os rios, está a relação mística. As águas originaram diversos mitos e lendas na história da humanidade, sendo grandes fontes de materiais simbólicos e culturais. Muitas comunidades indígenas, ribeirinhas e tradicionais contam com o auxílio dessas crenças na cultura local como uma forma de atribuir respeito e sentido de precaução em determinadas situações. Cavalcanti²¹ destaca que as narrações místicas e as lendas trazem e guardam resquícios de uma memória dos seres humanos de um conhecimento essencial, que colaboram para a compreensão de antigos mistérios.

Resgatar antigas tradições, histórias, lendas e crenças sobre as águas ajuda a dar vida e categorizar comunidades tradicionais que sustentam seus modos de viver e agir com hábitos culturais que muitas vezes vivem em constante harmonia com a natureza e seus recursos naturais, como a água. Essa é a chave essencial para que os trabalhos de sensibilização possam ser mais efetivos, ressaltando os aspectos culturais, simbólicos e místicos das relações que os seres humanos podem ter com a água, expandindo a abordagem atual da água apenas como recurso hídrico.

Devemos pensar em ampliar nossas reflexões sobre a importância da água e todas as relações que ela possui para os seres humanos: conhecer novas formas de se relacionar com a água; identificar culturas e tradições diferentes; respeitar valores associados à água; zelar pela sua conservação; e ampliar sentimentos de pertencimento à natureza

17 A. C. Diegues, *Água e Cultura nas Populações Tradicionais Brasileiras*, São Paulo, 2007.

18 B. E. Pereira e A. C. Diegues, "Conhecimento de Populações Tradicionais como Possibilidade de Conservação da Natureza: uma Reflexão sobre a Perspectiva da Etnoconservação", *Desenvolvimento e Meio Ambiente*, Curitiba, vol. 22, pp. 37-50, 2010.

19 V. P. Dictoro e F. Y. Hanai, "Simbolismos da Água: Valores, Saberes e Tradições dos Moradores de Pirapora-MG nas Margens do Rio São Francisco", *Revista Gestão & Sustentabilidade Ambiental*, Florianópolis, vol. 6, n. 1, pp. 487-503, 2017.

20 *Idem*.

21 R. Cavalcanti, *op. cit.*, 1997.

das águas. O olhar sobre a água deve ser realizado a partir de diferentes pontos de vista, respeitando todos os seres vivos, os elementos da natureza envolvidos, assim como todas as possíveis relações que podemos ter com a água.

As águas são partes essenciais da personalidade e da conexão emocional dos seres humanos. Assim, o conhecimento hidrológico humanista não pode e não deve ignorar essa realidade, acreditando que os rios e as águas são simplesmente algo a ser explorado; deve-se ter a obrigação de ponderar e encontrar um equilíbrio para seus usos²².

Referências Bibliográficas

- ARTAXO, P. "Uma Nova Era Geológica em Nosso Planeta: o Antropoceno?". *Revista USP*, São Paulo, n. 103, pp. 13-24, 2014.
- BACCI, D. de la C.; PATACA, E. M. "Educação para a Água". *Estudos Avançados*, São Paulo, vol. 22, n. 63, pp. 211-226, 2008.
- BRUNI, J. C. "A Água e a Vida". *Tempo Social – Revista da Sociologia da USP*, São Paulo, vol. 5, n. 1-2, pp. 53-65, 1994.
- CABRAL, D. de C. "Águas Passadas: Sociedade e Natureza no Rio de Janeiro Oitocentista". *RA'EGA – O Espaço Geográfico em Análise*, Curitiba, vol. 23, pp. 159-190, 2011.
- CAVALCANTI, R. *Mitos da Água: as Imagens da Alma no seu Caminho Evolutivo*. São Paulo, Cultrix, 1997.
- DICTORO, V. P. & HANAI, F. Y. "Simbolismos da Água: Valores, Saberes e Tradições dos Moradores de Pirapora-MG nas Margens do Rio São Francisco". *Revista Gestão & Sustentabilidade Ambiental*, Florianópolis, vol. 6, n. 1, pp. 487-503, 2017.
- DIEGUES, A. C. (org.). *A Imagem das Águas*. São Paulo, Hucitec/Nupaub, 2000.
- _____. *Água e Cultura nas Populações Tradicionais Brasileiras*. São Paulo, 2007. Acesso em: 28 abr. 2022.
- FINNERAN, N. "Holy Waters: Pre-Christian and Christian Water Association in Ethiopia". In: OESTIGAARD, T. *Water, Culture and Identity: Comparing Past and Present Traditions in the Nile Basin Region*. Bergen, BRIC Press, 2009, pp. 165-188.
- GRATÃO, L. H. B. "O 'Olhar' a Cidade pelos 'Olhos' das Águas". *Geografia*, Rio Claro, vol. 33, n. 2, pp. 199-216, 2008.
- MARTÍNEZ GIL, F. J. "Los Problemas del Agua en España: Análisis de una Realidad". *Enseñanza de las Ciencias de la Tierra*, vol. 15, n. 3, pp. 228-239, 2007.
- PEREIRA, B. E. & DIEGUES, A. C. "Conhecimento de Populações Tradicionais como Possibilidade de Conservação da Natureza: uma Reflexão sobre a Perspectiva da Etnoconservação". *Desenvolvimento e Meio Ambiente*, Curitiba, vol. 22, pp. 37-50, 2010.
- RAWAT, A. S. & SAH, R. "Traditional Knowledge of Water Management in Kumaon Himalaya". *Indian Journal of Traditional Knowledge*, vol. 8, n. 2, pp. 249-254, 2009.
- THROUP, M. "A Simbologia Religiosa da Água nas Mitologias do Antigo Oriente Próximo: da Mitocrítica à Mitanálise". *Revista Religare*, João Pessoa, vol. 2, n. 8, pp. 193-200, 2011.

22 F. J. Martínez Gil, *op. cit.*, 2007.

CAPÍTULO 3

Agenda 2030: os Objetivos de Desenvolvimento Sustentável como Ferramenta para Gestão de Recursos Hídricos

Gilson Lima da Silva • José Floro de Arruda Neto

José Vitor Silva Aragão • Deysianne Cristina Santos da Silva

Universidade Federal de Pernambuco. Associada ProfªÁgua

Conceitos Básicos

A água é o recurso natural mais importante do planeta, sendo vital para a sobrevivência da vida humana. Por ser formada pela ligação de dois átomos de hidrogênio a um de oxigênio, a água auxilia no metabolismo celular através do transporte de nutrientes. Além de regular a temperatura corporal, auxilia na eliminação de toxinas do corpo através da urina e melhora a circulação sanguínea¹.

Como ela é um recurso versátil, sua utilização na indústria é amplamente difundida nas indústrias tradicionais para resfriamento de máquinas, caldeiras e processos de lavagem, como nas indústrias siderúrgica, têxtil e química. Isso ocorre porque, no início da revolução industrial, a mão de obra era escassa e a disponibilidade hídrica era abundante². No cenário atual, a situação é inversa: os recursos naturais tornaram-se escassos, pois foram tratados como bens gratuitos e ilimitados, à medida que a população mundial foi aumentando.

A humanidade já utilizou mais da metade da água potável do mundo e se apropria de dois quintos de toda a produtividade biológica primária terrestre. Segundo Hawken, Lovins e Lovins e Castro³, devido às tensões internas causadas pela escassez hídrica, diversos problemas e conflitos sociais espalham-se pelos países mais pobres, deixando as regiões em desenvolvimento, como a América Latina e a África, em estado de atenção.

Apesar de a água cobrir mais de 70% da superfície do planeta, a disponibilidade de água própria para uso dos seres humanos corresponde a cerca de 2,5% do total. Desse percentual, 69% encontram-se nas calotas polares, o que torna inviável a sua utilização, e

1 I. V. Rocha, "Os Benefícios da Água para a Saúde", *Agência Experimental de Notícias – UFSM*, 2020.

2 P. Hawken, A. Lovins e L. H. Lovins, *Capitalismo Natural, Criando a Próxima Revolução Industrial*, 1. ed., [s.l.], Cultrix/Amana-Key, 2000.

3 P. Hawken, A. Lovins e L. H. Lovins, *op. cit.*, 2000; J. E. Castro, "A Gestão da Água na América Latina", *Os Desafios do Desenvolvimento – IPEA*, ano 9, ed. 74, 2012.

29% encontram-se em reservas subterrâneas compostas por aquíferos e lençóis freáticos. A exploração desses corpos hídricos é viável, mas necessita de consideráveis aportes financeiros para sua execução, devido ao custo de energia elétrica e do maquinário utilizados no bombeamento. Por fim, 1% localiza-se em rios e lagos, o que facilitou a captação de água ao longo de toda a história de todas as civilizações⁴.

Como os mananciais superficiais e os aquíferos são as principais formas de captação de água, algumas regiões do planeta apresentam problemas severos de escassez hídrica devido à falta de investimentos em infraestrutura, instituições, profissionais capacitados e conhecimento sobre o recurso. As principais regiões que enfrentam este problema encontram-se na África e no Oriente Médio⁵.

Em contraste com essas localidades, o continente americano apresenta aproximadamente 40% de todos os mananciais disponíveis, sendo o Brasil responsável por 12% da disponibilidade hídrica mundial. Apesar da relativa abundância, a América Latina enfrenta um estado de insegurança hídrica devido a diversos fatores⁶. Existe na região uma má distribuição dos corpos hídricos, concentrando-se principalmente na América do Sul, o que prejudica regiões da América Central e Caribe.

A concentração dos grandes rios e aquíferos na bacia do Amazonas também dificulta o acesso à população dos grandes centros urbanos sul-americanos, como São Paulo, Buenos Aires, Bogotá e Colômbia. Assim como sistemas de distribuição de água ineficazes e a falta de racionalidade no seu uso, que eleva os custos para a sociedade, pois ela é desperdiçada pelos consumidores e pelas companhias de abastecimento⁷.

De acordo com os dados da Agência Nacional de Águas e Saneamento Básico (ANA), em 2021, foram retirados dos mananciais brasileiros aproximadamente 96 trilhões de litros de água. Conforme o Gráfico 1, cerca de 70% (67,3 trilhões de litros) foram consumidos por diversos setores da sociedade e 30% pela evaporação. Em relação à ação antrópica nos mananciais, a irrigação é o setor de maior consumo (37,59%), seguida por abastecimento humano urbano (15,82%), indústria de transformação (6,16%), uso animal (5,32%), termoeletricidade (3,01%), abastecimento humano rural (1,12%) e mineração (0,98%)⁸.

4 Brasil, Ministério do Desenvolvimento Regional, Agência Nacional de Águas e Saneamento Básico, *Água no Mundo*, [s.l.], 2022a.

5 Organização das Nações Unidas (ONU), *Relatório da UNESCO Destaca Águas Subterrâneas como Solução para Crise Hídrica*, [s.l.], 2022.

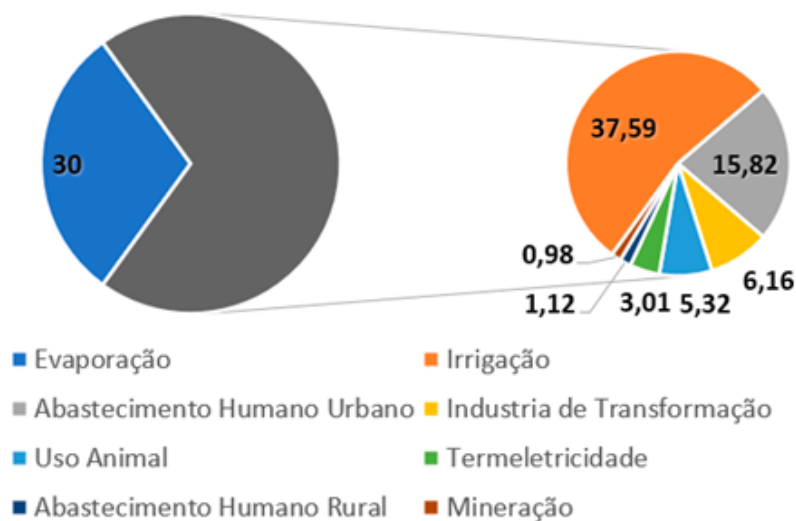
6 J. E. Castro, *op. cit.*, 2012

7 *Idem*.

8 Brasil, Ministério do Desenvolvimento Regional, Agência Nacional de Águas e Saneamento Básico, *Boletim do SNIRH N° 01*, [s.l.], 2022b.

Gráfico 1 – Consumo de água no Brasil

PERCENTUAL DE CONSUMO DE ÁGUA



Fonte: adaptada de Brasil, Ministério do Desenvolvimento Regional, Agência Nacional de Águas e Saneamento Básico, *Boletim do SNIRH N° 01*, [s.l.], 2022b.

Em relação à distribuição dos corpos hídricos, existe um descompasso entre a sua localização e a concentração populacional. Segundo o Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE) e a ANA⁹, as Regiões Centro-Oeste e Norte possuem cerca de 85% das reservas hídricas do país, mas são as menos povoadas. Enquanto as Regiões Nordeste, Sudeste e Sul concentram 85% da população e somente 15% dos mananciais.

Para proteger os corpos hídricos, a legislação brasileira possui diversos instrumentos legais para sua proteção. A própria Constituição Federal de 1988 define no artigo 225 que todos os brasileiros têm o direito ao meio ambiente ecologicamente equilibrado, bem de uso comum do povo e essencial à sadia qualidade de vida, impondo-se ao poder público e à coletividade o dever de defendê-lo e preservá-lo para as presentes e futuras gerações¹⁰.

Além da carta magna que expressa este dever de preservação do patrimônio ambiental, existem outros instrumentos legais de regulamentação que apontam na direção da preservação dos recursos hídricos:

- Política Nacional de Meio Ambiente – Lei 6.938/81;
- Política Nacional de Recursos Hídricos – Lei 9.433/97;

9 Brasil, Ministério da Economia. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística, *Painel de Indicadores IBGE*, 2022. Acesso em 12 dez. 2022; Brasil, *op. cit.*, 2022b.

10 Brasil, Presidência da República, Casa Civil, Subchefia para Assuntos Jurídicos, *Constituição da República Federativa do Brasil*, Brasília, 1988.

- Política Nacional de Educação Ambiental – Lei 9.795/99;
- Política Nacional de Saneamento Básico – Lei 11.445/07;
- Política Nacional de Resíduos Sólidos – Lei 12.305/10;
- Código Florestal – Lei 12.651/12;
- Política Nacional Agrícola – Lei 8.171/81, alterada pela Lei 10.327/01.

Dentre as leis ambientais, na área da gestão dos recursos hídricos, destacam-se a Política Nacional de Meio Ambiente (Lei 6.938/81) e a Política Nacional de Recursos Hídricos (Lei 9.433/97). Pois são responsáveis pelos principais instrumentos e órgãos de regulamentação, como o Conselho Nacional de Meio Ambiente (Conama), o Sistema Nacional de Meio Ambiente (Sisnama) e o Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos (Singreh)¹¹.

A Política Nacional de Meio Ambiente possui como fundamentos o equilíbrio ecológico do meio ambiente; a racionalização do uso do solo, subsolo, água e do ar; e o planejamento e fiscalização dos recursos ambientais por parte do poder público¹². A Política também instituiu o controle e zoneamento das atividades potenciais ou efetivamente poluidoras para mitigação dos impactos ambientais; incentivos ao estudo e pesquisa de tecnologias de proteção aos recursos ambientais; e o acompanhamento do estado de qualidade ambiental dos recursos naturais. Além da recuperação de áreas degradadas pela atividade humana e a instituição da educação em todos os níveis de ensino para incentivar a defesa do meio ambiente¹³.

Já os fundamentos da Política Nacional de Recursos Hídricos definem que a água é um bem de domínio público, limitado e dotado de valor econômico. A Política determina que, em situações de escassez, o uso prioritário dos recursos hídricos deve ser o consumo humano e a dessedentação de animais. A gestão dos recursos hídricos deve sempre proporcionar o uso múltiplo das águas e as bacias hidrográficas são a unidade territorial para implementação e atuação do sistema nacional de gerenciamento de recursos hídricos. Além de a gestão dos recursos hídricos ser descentralizada e contar com a participação do poder público, dos usuários e das comunidades¹⁴.

Para garantir a qualidade dos corpos hídricos, a Resolução Conama 357/05 enquadra os corpos hídricos em diferentes categorias. A depender dos padrões e usos da água,

11 Brasil. Presidência da República. Casa Civil. Subchefia para Assuntos Jurídicos. Lei Nº 6.938, de 31 de agosto de 1981. Dispõe sobre a Política Nacional do Meio Ambiente, seus fins e mecanismos de formulação e aplicação, e dá outras providências. Brasília, 1981; Brasil. Presidência da República. Casa Civil. Subchefia para Assuntos Jurídicos. Lei Nº 9.433, de 8 de janeiro de 1997. Institui a Política Nacional de Recursos Hídricos, cria o Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos, regulamenta o inciso XIX do art. 21 da Constituição Federal, e altera o art. 1º da Lei nº 8.001, de 13 de março de 1990, que modificou a Lei nº 7.990, de 28 de dezembro de 1989. Brasília, 1997.

12 Brasil, *op. cit.*, 1981.

13 *Idem*.

14 Brasil, *op. cit.*, 1997.

ela pode se enquadrar em cinco classes (Especial, 1, 2, 3 e 4), em que a Classe Especial é a melhor e a Classe 4 é a pior. Por outro lado, a Resolução Conama 430/2011 define um padrão para lançamento de efluentes no corpo receptor¹⁵, tendo em vista que a qualidade da água nos corpos receptores depende do tratamento dos efluentes lançados. É imprescindível que o país realize investimentos em políticas públicas de controle ambiental, a fim de mitigar os problemas de infraestrutura nos estados e melhorar a qualidade de vida da população. As ações primárias para solução desses problemas são: a construção de uma rede de esgotamento sanitário e de abastecimento de água; a drenagem de águas pluviais; e a coleta, o transporte e a destinação correta dos resíduos sólidos¹⁶.

Para garantir que a água consumida pelo ser humano seja adequada, foi criada a Portaria MS 2914/2011, que padroniza os níveis de potabilidade da água. Assim, ela deve servir para ingestão, preparação e produção de alimentos e higienização pessoal, independente da origem¹⁷. Em complemento a essas medidas de saneamento básico, também são necessárias medidas de caráter social e ambiental nas comunidades¹⁸. Esta visão mais ampla trata de diversos fatores, como: a educação ambiental nas escolas, a qualidade do ar e do solo e os impactos na saúde da população ocasionados pelo desequilíbrio no ecossistema. Desta maneira, o conjunto de medidas econômicas, ambientais e sociais que promova a melhoria da salubridade de uma localidade é chamada de saneamento ambiental¹⁹.

Esse conjunto de leis e conceitos está alinhado ao princípio do tripé da sustentabilidade (*triple bottom line*). Pois, para que sejam efetivamente aplicadas, elas precisam da participação da sociedade civil, do poder público e dos empresários. A gestão ambiental compartilhada é importante porque divide as responsabilidades e auxilia na administração, direção e regência dos ecossistemas naturais e sociais em que se insere o homem de forma individual e social²⁰.

15 Brasil. Ministério do Meio Ambiente. Conselho Nacional do Meio Ambiente. Resolução CONAMA Nº 357, de 17 de março de 2005. Dispõe sobre a classificação dos corpos de água e diretrizes ambientais para o seu enquadramento, bem como estabelece as condições e padrões de lançamento de efluentes, e dá outras providências. Brasília, 2005; Brasil. Ministério do Meio Ambiente. Conselho Nacional do Meio Ambiente. Resolução CONAMA Nº 430, de 13 de maio de 2011. Dispõe sobre as condições e padrões de lançamento de efluentes, complementa e altera a Resolução nº 357, de 17 de março de 2005, do Conselho Nacional do Meio Ambiente-CONAMA. Brasília, 2011b.

16 C. R. Oliveira, "Regulação do Saneamento Básico: Do Poder Normativo à Norma de Referência", *Revista Digital de Direito Administrativo*, n. 9, vol. 2, pp. 82-98, 2022.

17 Brasil. Ministério da Saúde. Gabinete do Ministro. Portaria Nº 2.914, de 12 de dezembro de 2011. Dispõe sobre os procedimentos de controle e de vigilância da qualidade da água para consumo humano e seu padrão de potabilidade. Brasília, 2011a.

18 R. F. da Silva, B. F. da Costa Borba e G. L. da Silva, "Metodologia G5 Ambiental Aplicada em Escolas Municipais", *Revista Brasileira de Educação Ambiental (RevBEA)*, vol. 17, n. 1, pp. 54-64, 2022.

19 L. F. A. Lourenço, *Saúde e Saneamento Ambiental*, São Paulo, Senac, 2019.

20 B. Braga et al., *Introdução à Engenharia Ambiental: O Desafio do Desenvolvimento Sustentável*, [s.l.], Pearson, 2005.

Uma Breve Discussão sobre os ODS como Ferramentas de Gestão de Recursos Hídricos

Em 2012 a Organização das Nações Unidas (ONU) desenvolveu uma série de orientações, com o intuito de balizar as ações conjuntas de desenvolvimento sustentável em todo o mundo, e nasce o documento conhecido como Agenda 2030. Segundo a ONU Brasil²¹, nela estão enumerados dezessete Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS), que desde 2015 vêm sendo utilizados para o desenvolvimento de políticas de preservação e desenvolvimento nos campos social, econômico e ambiental, inclusive apontando metas de evolução que devem ser alcançadas até o ano de 2030. Segundo a Universidade de Estocolmo²², os Objetivos de Desenvolvimento Sustentável estão hierarquizados em quatro níveis: Biosfera, Economia, Sociedade e Ferramentas de Implementação, conforme observado na Figura 1. Os objetivos são:

ODS 1: Erradicação da pobreza

ODS 2: Fome zero e agricultura sustentável

ODS 3: Saúde e bem-estar

ODS 4: Educação de qualidade

ODS 5: Igualdade de gênero

ODS 6: Água potável e saneamento

ODS 7: Energia limpa e acessível

ODS 8: Trabalho decente e crescimento econômico

ODS 9: Indústria, inovação e infraestrutura

ODS 10: Redução das desigualdades

ODS 11: Cidades e comunidades sustentáveis

ODS 12: Consumo e produção responsáveis

ODS 13: Ação contra a mudança global do clima

ODS 14: Vida na água

ODS 15: Vida terrestre

ODS 16: Paz, justiça e instituições eficazes

ODS 17: Parcerias e meios de implementação

21 Organização das Nações Unidas no Brasil (ONU BR), *A Agenda 2030*, [s.l.], 2015.

22 Universidade De Estocolmo, *A New Way of Viewing the Sustainable Development Goals and How They Are All Linked to Food*, [s.l.], 2016.

Figura 1 – Relação entre os Objetivos de Desenvolvimento Sustentável



Fonte: adaptada de Universidade de Estocolmo, *A New Way of Viewing the Sustainable Development Goals and How They Are All Linked to Food*, [s.l.], 2016.

A criação da Agenda e consequente desenvolvimento dos objetivos é baseada em uma rede íntima e tênue entre eles, ou seja, os objetivos apresentam diversos pontos de interseção e não devem ser observados isoladamente. É comum que no desenvolvimento de políticas e até mesmo estudos sejam abordados de forma isolada. Esta prática afeta diretamente o conceito de desenvolvimento sustentável, em que todos os fatores influenciam nos processos.

Tratando-se do tema da água, o ODS 6 é claramente o principal objetivo, entretanto as relações existentes com os demais devem ser avaliadas com atenção. Por este motivo é possível sugerir as relações existentes a seguir:

- *ODS 1: Erradicação da Pobreza* – A relação entre as comunidades dependentes da água, como ribeirinhos e produtores rurais, deve ser observada, o que pode ser um fator de desenvolvimento econômico e erradicação da pobreza.
- *ODS 2: Fome zero e agricultura sustentável* – É óbvia a relação existente entre a produção agrícola e a piscicultura e o tema. Países com escassez de alimentos podem melhorar a oferta a partir de ações voltadas à gestão eficiente de recursos hídricos.
- *ODS 3: Saúde e bem-estar* – Destaca-se nesse ponto a relação entre indicadores de salubridade ambiental e qualidade de vida, entre eles os níveis de saneamento ambiental e higiene.
- *ODS 4: Educação de qualidade* – Ações de educação ambiental com foco em preservação de corpos hídricos podem ser observadas.

- *ODS 5: Igualdade de gênero* – Embora pareça um tema distante, diversas comunidades tipicamente femininas utilizam a água como fonte de subsistência familiar, a exemplo das comunidades de marisqueiras presentes ao longo de regiões litorâneas; logo, preservar esses corpos hídricos é fundamental para a garantia alimentar e econômica dessas mulheres.
- *ODS 7: Energia limpa e acessível* – A matriz energética de origem hidráulica coloca o Brasil como um dos principais países de energia limpa, tendo a água como principal fonte de geração de eletricidade.
- *ODS 8: Trabalho decente e crescimento econômico* – O desenvolvimento sustentável está lastreado na compatibilização com a preservação ambiental, assim a gestão dos recursos hídricos tem papel fundamental.
- *ODS 9: Indústria, inovação e infraestrutura* – Este ponto apresenta diversas relações com o tema. Inicialmente a água é o principal insumo industrial, e diversas ações e produtos de inovação podem ser desenvolvidos com foco em recursos hídricos; por fim, obras de infraestrutura como barragens, pontes, viadutos, portos, entre outros, apresentam óbvia relação.
- *ODS 10: Redução das desigualdades* – Apresenta relação conjunta com os ODS 1, 2, 3, 5 e 8.
- *ODS 11: Cidades e comunidades sustentáveis* – Relacionada com a infraestrutura urbana, os serviços oferecidos por uma cidade à sua população como saneamento básico.
- *ODS 12: Consumo e produção responsáveis* – Equivalente aos ODS 2 e 7.
- *ODS 13: Ação contra a mudança global do clima; ODS 14: Vida na água; ODS 15: Vida terrestre* – Apresentam relação com o tema da água, visto que as alterações nos corpos hídricos afetam diretamente os três pontos.
- *ODS 16: Paz, justiça e instituições eficazes* – É possível entender que a água potável é um bem finito. Garantir a preservação do recurso pode ser tema de relação internacional entre nações. Outro tema a ser avaliado são as ações de instituições de controle ambiental, inclusive entidades de caráter privado que objetivam a preservação ambiental.
- *ODS 17: Parcerias e meios de implementação* – Neste ponto destacam-se as relações institucionais voltadas à gestão e regulação de recursos hídricos.

Compreendida a infinidade de relações existentes, é possível avaliar de forma mais profunda os fundamentos do Objetivo de Desenvolvimento Sustentável 6, lastreados pelos relatórios da ONU e da ANA²³:

ODS 6: assegurar a disponibilidade e gestão sustentável da água e o saneamento para todos.

6.1: Até 2030, alcançar o acesso universal e equitativo à água potável, segura e acessível para todos.

Este objetivo destaca a importância de fornecer água potável tratada e que não ofereça risco de contaminação a toda a população, de forma a suprir suas necessidades de consumo.

Como indicador, foi tratado neste ODS o acesso ao abastecimento domiciliar com distância de até 30 minutos de caminhada até a fonte. A oferta pode ser através de poço, fonte, nascente, torneira pública, rede de distribuição, entre outros. A água necessita ser livre de contaminação fecal e outros poluentes orgânicos ou químicos, não podendo apresentar risco de contaminação ao ser utilizada²⁴.

Destaca-se nesse tópico que a distribuição territorial de recursos hídricos é naturalmente desequilibrada, ou seja, a água apresenta-se de forma abundante e de fácil acesso em algumas localidades e escassa, limitada, imprópria para o consumo e até mesmo inexistente em outras. É possível descrever o Nordeste brasileiro como exemplo de região que apresenta grande disparidade na oferta hídrica; nele observam-se áreas com características semiáridas, baixa pluviosidade e altos índices de evapotranspiração, que acarretam déficit hídrico.

Embora inicialmente a escassez do recurso hídrico em uma área ou região possa parecer um fator limitante, é possível, com o uso de diversas tecnologias, gerir e ofertar o recurso. Em países desenvolvidos, com características equivalentes e em alguns casos até piores que o semiárido nordestino, a oferta de água não é fator limitante para as populações. É possível citar regiões desérticas ou semiáridas com alto índice de desenvolvimento humano, como algumas regiões dos Estados Unidos, Dubai, Israel, entre outros, que promovem a oferta de água através de investimentos em estrutura e, principalmente, investimentos científicos para auxiliar na gestão dos recursos hídricos. Com isso é possível concluir que essa problemática perpassa o problema da escassez e

23 Organização das Nações Unidas (ONU), *Transforming Our World: the 2030 Agenda for Sustainable Development. Resolution adopted by the General Assembly on 25 September 2015 (A/RES/70/1)*, [s.l.], 2015; Agência Nacional de Águas e Saneamento Básico (ANA), *ODS 6 no Brasil: Visão da ANA sobre os Indicadores*, Brasília, 2019.

24 Agência Nacional de Águas e Saneamento Básico (ANA), *op. cit.*, 2019.

pode ser observada muitas vezes como um problema de destinação de recursos e ações de enfrentamento.

6.2: Até 2030, alcançar o acesso a saneamento e higiene adequados e equitativos para todos, e acabar com a defecação a céu aberto, com especial atenção para as necessidades das mulheres e meninas e daqueles em situação de vulnerabilidade.

A meta destaca o problema causado pela falta de equidade de acesso ao saneamento público. Os sistemas coletivos e individuais adequados ao tratamento de efluentes sanitário e industrial possibilitam a melhoria das condições sanitárias nas comunidades²⁵.

A oferta de sistemas eficientes de coleta, transporte e tratamento de efluentes sanitários ainda não é universal, inclusive no Brasil. Observa-se em diversas regiões ausência ou insuficiência de redes coletoras para o esgotamento sanitário; esse problema está intimamente ligado a populações vulneráveis socialmente. Diversos estudos apontam que o tratamento adequado dos efluentes sanitários promove a redução de diversas doenças de veiculação hídrica, inclusive reduzindo a mortalidade infantil e aumentando a expectativa de vida das populações que possuem esse serviço. Por esse fator, os índices de desenvolvimento humano são diretamente afetados pelo saneamento básico e as populações presentes em regiões com baixo investimento se mostram mais expostas a contaminação e morte pela ausência de ações do poder público nesse sentido.

Destaca-se nesse ponto que, enquanto os países desenvolvidos asseguram às suas populações sistemas robustos de tratamento de efluentes sanitários países subdesenvolvidos, em muitos casos não dispõem de condições mínimas sanitárias, como sistemas individuais de esgotamento (fossas sépticas), inclusive sendo comum a defecação ao ar livre, a qual está ligada a contaminação do solo, da água, de alimentos e, conseqüentemente, humana.

O controle sanitário, apresentado na meta 6.2, ultrapassa o tratamento de efluentes sanitários. Muitas populações estão sujeitas a outras condições precárias de higiene, por exemplo, a ausência de dispositivos para lavagem de mãos, fator que novamente potencializa a proliferação de patógenos e conseqüentemente afeta a saúde dessas populações. Os benefícios dessa prática ficaram mais evidentes durante a pandemia de Covid-19, quando a lavagem das mãos e o uso de álcool 70% foram aliados fundamentais para evitar a proliferação do coronavírus.

Segundo a ANA²⁶, na Agenda 2030, observa-se a necessidade de enfrentamento do problema para a populações específicas, que possivelmente estão mais vulneráveis ao problema, como mulheres e meninas. Estas, em muitos casos, possuem maior relação

²⁵ *Idem.*

²⁶ *Idem.*

com as atividades domésticas, o que as torna mais vulneráveis, pela ausência de ações sanitárias.

6.3: Até 2030, melhorar a qualidade da água, reduzindo a poluição, eliminando despejo e minimizando a liberação de produtos químicos e materiais perigosos, reduzindo à metade a proporção de águas residuais não tratadas, e aumentando substancialmente a reciclagem e reutilização segura em âmbito mundial.

Esta meta tem por objetivo reduzir os despejos e melhorar a qualidade das águas provenientes de uso doméstico e industrial²⁷.

Inicialmente é possível discutir a importância da água nos processos industriais. Ela é a principal matéria-prima em todas as cadeias produtivas, entretanto, em países subdesenvolvidos, é possível facilmente observar a negligência na gestão dos efluentes, que muitas vezes são utilizados de forma indiscriminada e sem o adequado controle do poder público.

O tripé da sustentabilidade mostra a relação entre desenvolvimento econômico, social e preservação ambiental. Muitas vezes, para o poder público, o desenvolvimento econômico de uma região e a produção de recursos financeiros são considerados mais importantes que o desenvolvimento social das populações e a preservação ambiental na localidade. É possível observar a ineficiência de controle do lançamento dos efluentes industriais e a consequente degradação ambiental em países subdesenvolvidos.

Neste ponto destaca-se que a gestão adequada da água possibilita o seu reúso e reinserção na cadeia produtiva, entretanto, em muitos processos industriais, a reutilização da água depende de investimento no tratamento para alcançar a qualidade necessária e possibilitar o retorno aos processos produtivos.

Atualmente, a abordagem da gestão dos recursos hídricos no setor industrial superou o conceito de tratar a água no final do processo. As ações estão voltadas para o controle em todas as etapas de produção, ou seja, deixou-se de observar o fim do tubo para observar o processo de forma holística. Tal afirmação aponta que as ações devem estar voltadas para a redução do consumo, a mitigação da contaminação do efluente e, como resultado, ao final do processo, apresentar redução do volume de água a ser tratado e um efluente com características de melhor qualidade. Os processos industriais sustentáveis descritos reduzem a intensidade do tratamento do efluente, o que potencializa o uso da água e consequentemente reduz os custos produtivos e ambientais.

Em relação ao tratamento dos efluentes sanitários, as cidades localizadas em regiões subdesenvolvidas apresentam diversas problemáticas que afetam esse tratamento. Em

27 Organização das Nações Unidas (ONU), *op. cit.*, 2015

muitos casos a coleta e destinação desses efluentes apresentam-se de forma precária, em especial nas regiões com baixo investimento. Tal situação permite que as populações lancem esses efluentes diretamente em corpos hídricos.

Destaca-se que os problemas com os efluentes sanitários podem ser avaliados do ponto de vista da falta de estrutura, causada pelo baixo investimento do poder público, e em muitos casos por problemas culturais e educacionais das populações envolvidas, neste caso potencializando o problema. Já para o efluente industrial, a visão empresarial, o baixo investimento privado e a negligência do poder público em fiscalizar e controlar os lançamentos industriais comprometem a qualidade das águas dos corpos receptores.

Por fim, deve-se entender o papel da indústria como a produção de bens ou serviços de forma ampla, ou seja, compreender que os impactos ambientais da utilização da água não se limitam às grandes indústrias e estão ligados a todos os processos produtivos em variadas escalas.

6.4: Até 2030, aumentar substancialmente a eficiência do uso da água em todos os setores e assegurar retiradas sustentáveis e o abastecimento de água doce para enfrentar a escassez de água, e reduzir substancialmente o número de pessoas que sofrem com a escassez de água.

Para a ANA²⁸, a meta apresenta as práticas voltadas à eficiência do consumo como forma de reduzir os impactos do déficit hídrico e, conseqüentemente, promover o acesso a populações afetadas por ele.

Destaca-se que as variadas ações humanas necessitam utilizar água. No Brasil as atividades agropecuárias, de abastecimento humano e dessedentação animal, geração de energia elétrica, atividades industriais, turismo e lazer são os principais consumidores de água.

Observa-se que o consumo bruto de uma atividade deve ser avaliado de forma sensível. Tal afirmação fundamenta-se no ponto de que algumas atividades necessitam de altos volumes de água para ocorrerem. Um exemplo desta relação é a agricultura irrigada em comparação ao setor de serviços: ambos são fundamentais para o desenvolvimento econômico e manutenção social, entretanto, a agricultura demanda volumes elevados quando comparada ao setor de serviço, porém um não pode desenvolver-se sem o outro. É fundamental então que o foco seja realmente voltado às questões de eficiência, ou seja, quanto um setor produtivo ou de consumo pode adequar seus processos para a redução do volume necessário sem afetar a cadeia produtiva, os fatores econômicos, sociais e principalmente os ecossistemas presentes e influenciados por este.

28 Agência Nacional de Águas e Saneamento Básico (ANA), *op. cit.*, 2019.

6.5: Até 2030, implementar a gestão integrada dos recursos hídricos em todos os níveis, inclusive via cooperação transfronteiriça, conforme apropriado.

Esta meta descreve a necessidade de ações integradas, desenvolvidas em especial pelo poder público, com a participação da iniciativa privada e da população para a gestão eficiente dos recursos hídricos.

Segundo a ONU²⁹, as ações em relação a esse tópico necessitam observar o grau de maturidade local para a regulação dos recursos hídricos, ou seja, quais fatores estão disponíveis para melhoria dos serviços de gestão.

A instrumentação jurídica pode ser compreendida como o arcabouço legal para proteção e gestão dos recursos hídricos desenvolvidos em uma localidade. Em geral, os países subdesenvolvidos novamente apresentam legislações frágeis em relação ao consumo e exploração dos recursos hídricos e, conseqüentemente, não dispõem do regramento adequado para o controle e preservação dos mananciais existentes.

Outro ponto destacado pela agenda é a necessidade de estrutura de financiamento para as ações de preservação hídrica. As fontes de custeio, embora inicialmente públicas, devem ser atrativas para o investimento privado, potencializando as ações de investimento integrado e melhorias dos sistemas de gestão dos recursos hídricos.

Ainda se observa a necessidade de participação dos diversos setores populacionais nos processos de decisão. Neste caso o conceito de governança participativa prevalece em relação aos métodos de gestão arcaicos que concentravam a decisão apenas no poder público, de forma unilateral. Ora, se a gestão de recursos hídricos afeta todos os níveis sociais, a participação na gestão, embora óbvia, não é compartilhada, impossibilitando a democratização da utilização dos recursos hídricos.

A meta demonstra a importância de compreender o recurso hídrico de forma universal, sendo necessária a integração nas ações entre países vizinhos banhados pela mesma bacia hidrográfica. A importância desse item está associada ao fato de que, se um país não promover a boa gestão de um corpo hídrico, afetará diretamente os países que estão ao longo dele. Por isso é apresentada a importância de ações estratégicas e conjuntas que garantam a qualidade hídrica ao longo de toda a bacia, enfatizando a necessidade de acordos internacionais de gestão.

6.6: Até 2020, proteger e restaurar ecossistemas relacionados com a água, incluindo montanhas, florestas, zonas úmidas, rios, aquíferos e lagos.

A meta descreve a necessidade do monitoramento de ecossistemas aquáticos e dos impactos antrópicos promovidos pela degradação nas áreas de influência dos corpos

29 Organização das Nações Unidas (ONU), *op. cit.*, 2015.

hídricos. Observa-se nesse ponto que o controle ambiental é baseado em diversos indicadores, que em muitos casos são de ordem biológica, e, com isso, a padronização de métodos muitas vezes torna-se uma tarefa com elevado grau de dificuldade³⁰.

As comunidades biológicas presentes em determinada região são distintas das demais, inclusive podendo se restringir a algum bioma específico, logo a determinação de um bioindicador generalista poderia ocultar ou apresentar resultados incompatíveis com a realidade do ecossistema. Atualmente no Brasil é adotado como indicador um índice que avalia a quantidade de áreas alagadas, entretanto esse indicador apresenta limitações de eficiência que podem induzir a um erro de avaliação. Por exemplo, uma bacia hidrográfica afetada pelo regime hídrico (cheias ou estiagem) pode apresentar resultados que não levam em conta a sazonalidade ou evento; por outro lado, uma bacia com grande impacto pode apresentar bons resultados quando nela forem criadas barragens artificiais, inclusive podendo demonstrar um resultado falso positivo. A partir dessa premissa, a ONU vem desenvolvendo indicadores que possibilitem uma maior regularidade para avaliação, entre eles ações que visam fortalecer a cooperação internacional para o desenvolvimento de projetos de melhoria ambiental (item 6.6.a) e o fortalecimento da participação de comunidades locais em projetos de gestão ambiental (item 6.6.b).

Metodologia G5 Ambiental

Entre todas as abordagens e metodologia sobre educação ambiental (EA) no ensino escolar, buscando aprimorar o currículo na sala de aula, a metodologia G5 ambiental corresponde a envolver toda a comunidade escolar em um projeto que visa trazer os conhecimentos e práticas ambientais, trabalhando diretamente com o aluno a fim de transformar essas crianças em agentes ambientais³¹.

Essa metodologia consiste em uma ferramenta dividida em cinco etapas, sendo que o aluno conhece e aprende cada uma delas: G1: gestão das águas; G2: gestão da energia; G3: gestão dos resíduos; G4: gestão da flora e fauna; e, por último, G5: gestão do conhecimento, que permite entender pontos importantes para cada parte do meio ambiente³².

Para serem trabalhados esses temas em sala de aula, são realizadas aulas expositivas sobre os assuntos, oficinas que envolvem reciclagem e reutilização dos materiais que iriam ser descartados, além de visitas técnicas para aprimoramento de tudo que foi

30 Agência Nacional de Águas e Saneamento Básico (ANA), *ODS 6 no Brasil: Visão da ANA sobre os Indicadores*, Brasília, 2019.

31 R. F. da Silva, B. F. da Costa Borba e G. L. da Silva, *op. cit.*, 2022.

32 G. Andrade *et al.*, "Aplicação da Metodologia G5 Ambiental em Escolas da Rede Pública de Caruaru-PE em 2019: um Estudo de Caso", em *Anais do VI Congresso Nacional de Educação*, Fortaleza, Conedu, 2019.

tratado em sala de aula durante a aplicação da metodologia G5³³. Esse trabalho consiste em uma aprendizagem contínua, que busca não apenas resultados imediatos, mas em longo prazo. E o trabalho com crianças possibilita essa oportunidade de alcançar uma sociedade mais justa e dar a devida importância à natureza e a todos os seus recursos, fazendo maior proveito e se preocupando com as futuras gerações.

Ainda tratando sobre as ferramentas do G5 ambiental, é importante enfatizar o G1, que trata da gestão das águas, trabalhando práticas de economia de água, reúso, disponibilidade hídrica etc. Além de trazer os benefícios da água para a manutenção humana e de todo o planeta Terra, mostra sua importância e distribuição territorial, que existem leis específicas para cada situação envolvendo os múltiplos usos, como funciona uma rede de saneamento básico, o que é estação de tratamento de água e como a água chega na casa das pessoas.

Durante o projeto também são realizadas visitas técnicas com as crianças em uma estação de tratamento de água localizada na cidade. Outra visita realizada é em um parque ambiental, onde é encontrado um reservatório de água doce superficial que abastece a cidade de Caruaru. Essa conscientização também é demonstrada por meio da problemática da poluição do rio Ipojuca, que está localizado na cidade e apresenta um alto grau de poluição. Por meio de discussões e rodas de conversa, os alunos são postos a refletir sobre o papel do cidadão e cidadã na busca da descontaminação do rio e sua revitalização. Eles passam a ter um papel ativo que envolve não só a si mesmo, mas também suas famílias, que passam a monitorar os desperdícios por meio do consumo da conta de água, e, dentro do projeto, como um meio de verificar se o aprendizado pela metodologia do G5 está acontecendo, os alunos que apresentarem um consumo controlado são premiados³⁴.

Na Agenda 2030, o ODS 6 é dividido em algumas metas, e, entre elas, pode ser mencionada a meta 6.b, que trata do fortalecimento e participação das comunidades para melhoria na gestão da água e saneamento. Isso pode ser encontrado na metodologia G5 ambiental, por meio da participação dos alunos e da comunidade, cujo papel participativo na mudança de realidade desempenha um papel importante na prática da meta, por meio da escolha de soluções adequadas para o contexto vivenciado pelas comunidades³⁵.

Em virtude do que foi mencionado, pode-se concluir que a metodologia G5 ambiental busca trazer assuntos e práticas ambientais que ajudam a escola e sua comunidade a terem uma maior participação na gestão ambiental, de forma que esse movimento transforma os(as) estudantes em agentes ambientais, o que leva a refletir em suas práticas

33 R. F. da Silva, B. F. da Costa Borba e G. L. da Silva, *op. cit.*, 2022.

34 *Idem.*

35 E. R. A. Silva, A. M. Peliano e J. V. Chaves (orgs.), *Agenda 2030 – ODS – Metas Nacionais dos Objetivos de Desenvolvimento Sustentável*, Brasília, Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada (Ipea), 2018.

sustentáveis em casa e com sua família. Traz assim uma reflexão ainda maior, quando se observa a necessidade de investir em educação, pois só educando é possível ter cidadãos críticos e preocupados com o meio ambiente e os fatores que o acompanham.

Referências bibliográficas

- AGÊNCIA Nacional de Águas e Saneamento Básico (ANA). *ODS 6 no Brasil: Visão da ANA sobre os Indicadores*. Brasília, 2019.
- ANDRADE, G. *et al.* “Aplicação da Metodologia G5 Ambiental em Escolas da Rede Pública de Caruaru-PE em 2019: um Estudo de Caso”. In: *Anais do VI Congresso Nacional de Educação*. Fortaleza, Conedu, 2019.
- BRAGA, B. *et al.* *Introdução à Engenharia Ambiental: O Desafio do Desenvolvimento Sustentável*. [S.l.], Pearson, 2005.
- BRASIL. Ministério da Economia. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. *Cidades e Estados IBGE*. [S.l.], 2010. Acesso em: 10 out. 2022.
- _____. Ministério da Saúde. Gabinete do Ministro. Portaria Nº 2.914, de 12 de dezembro de 2011. Dispõe sobre os procedimentos de controle e de vigilância da qualidade da água para consumo humano e seu padrão de potabilidade. Brasília, 2011a.
- _____. Ministério do Desenvolvimento Regional. [Agência Nacional de Águas e Saneamento Básico. Água no Mundo](#). [S.l.], 2022a. Acesso em: 10 out. 2022.
- _____. Ministério do Desenvolvimento Regional. [Agência Nacional de Águas e Saneamento Básico. Boletim do SNIRH Nº 01](#). [S.l.], 2022b. Acesso em: 10 out. 2022.
- _____. Ministério do Meio Ambiente. Conselho Nacional do Meio Ambiente. Resolução CONAMA Nº 357, de 17 de março de 2005. Dispõe sobre a classificação dos corpos de água e diretrizes ambientais para o seu enquadramento, bem como estabelece as condições e padrões de lançamento de efluentes, e dá outras providências. Brasília, 2005.
- _____. Ministério do Meio Ambiente. Conselho Nacional do Meio Ambiente. Resolução CONAMA Nº 430, de 13 de maio de 2011. Dispõe sobre as condições e padrões de lançamento de efluentes, complementa e altera a Resolução nº 357, de 17 de março de 2005, do Conselho Nacional do Meio Ambiente-CONAMA. Brasília, 2011b.
- _____. Presidência da República. Casa Civil. Subchefia para Assuntos Jurídicos. Lei Nº 6.938, de 31 de agosto de 1981. Dispõe sobre a Política Nacional do Meio Ambiente, seus fins e mecanismos de formulação e aplicação, e dá outras providências. Brasília, 1981.
- _____. Presidência da República. Casa Civil. Subchefia para Assuntos Jurídicos. *Constituição da República Federativa do Brasil*. Brasília, 1988.
- _____. Presidência da República. Casa Civil. Subchefia para Assuntos Jurídicos. Lei Nº 9.433, de 8 de janeiro de 1997. Institui a Política Nacional de Recursos Hídricos, cria o Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos, regulamenta o inciso XIX do art. 21 da Constituição Federal, e altera o art. 1º da Lei nº 8.001, de 13 de março de 1990, que modificou a Lei nº 7.990, de 28 de dezembro de 1989. Brasília, 1997.
- CASTRO, J. E. “A Gestão da Água na América Latina”. *Os Desafios do Desenvolvimento – IPEA*, ano 9, ed. 74, 2012.
- HAWKEN, P.; LOVINS, A. & LOVINS, L. H. *Capitalismo Natural, Criando a Próxima Revolução Industrial*. 1. ed. [S.l.], Cultrix/Amana-Key, 2000.
- LOURENÇO, L. F. A. *Saúde e Saneamento Ambiental*. São Paulo, Senac, 2019.

- OLIVEIRA, C. R. "Regulação do Saneamento Básico: Do Poder Normativo à Norma de Referência". *Revista Digital de Direito Administrativo*, n. 9, vol. 2, pp. 82-98, 2022.
- OLIVEIRA, C. R. & GRANZIERA, M. L. M. (orgs.). *Novo Marco do Saneamento Básico no Brasil*. [S.l.], Editora Foco, 2021.
- ORGANIZAÇÃO das Nações Unidas (ONU). [*Relatório da UNESCO Destaca Águas Subterrâneas como Solução para Crise Hídrica*](#). [S.l.], 2022. Acesso em: 10 out. 2022.
- _____. [*Transforming Our World: the 2030 Agenda for Sustainable Development. Resolution Adopted by the General Assembly on 25 September 2015 \(A/RES/70/1\)*](#). [S.l.], 2015. Acesso em: 11 out. 2022.
- ORGANIZAÇÃO das Nações Unidas no Brasil (ONU BR). [*A Agenda 2030*](#). [S.l.], 2015. Acesso em: 11 out. 2022.
- ROCHA, I. V. [*"Os Benefícios da Água para a Saúde"*](#). *Agência Experimental de Notícias – UFSM*, 2020. Acesso em: 10 out. 2022.
- SILVA, E. R. A.; PELIANO, A. M. & CHAVES, J. V. (orgs.). *Agenda 2030 – ODS – Metas Nacionais dos Objetivos de Desenvolvimento Sustentável*. Brasília, Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada (Ipea), 2018.
- SILVA, L. A. M. et al. "Uso Sustentável de Macrófitas no Tratamento de Efluentes: uma Revisão Sistemática". *Journal of Environmental Analysis and Progress*, vol. 4, n. 4, pp. 228-238, 2019.
- SILVA, R. F. da; COSTA BORBA, B. F. da; SILVA, G. L. da. "Metodologia G5 Ambiental Aplicada em Escolas Municipais". *Revista Brasileira de Educação Ambiental (RevBEA)*, vol. 17, n. 1, pp. 54-64, 2022.
- UNIVERSIDADE de Estocolmo. [*A New Way of Viewing the Sustainable Development Goals and How They Are All Linked to Food*](#). [S.l.], 2016. Acesso em: 11 out. 2022.

CAPÍTULO 4

Água, Seres Vivos e Serviços Ecossistêmicos: Por que isso É Importante?

Henrique Ortêncio Filho • Mariza Barion Romagnolo • Rosa Maria Dias

Universidade Estadual de Maringá. Associada ProfCiAmb

Cristiane de Paula Ferreira • Solana Meneghel Boschilia

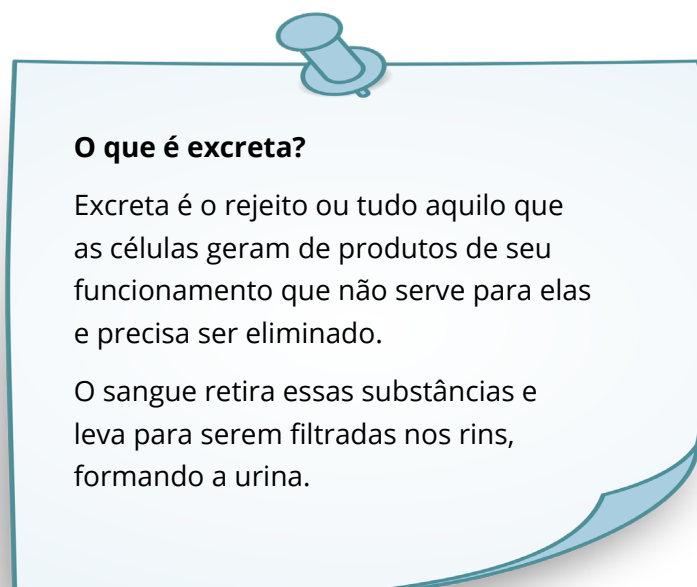
Universidade Federal do Pará. Associada ProfCiAmb

Por Que Todos os Organismos Precisam de Água?

A água está presente em todas as formas de vida da Terra, desde os organismos impossíveis de serem vistos a olho nu, como os protozoários, até os gigantes, como a baleia-azul. Não é possível pensar em qualquer forma de vida sem incluir a água como parte dela. Nos estudos sobre a possibilidade de vida em outros planetas, a água é um dos fatores primordiais a ser levado em conta, pois sua presença é essencial para imaginarmos indícios de vida.

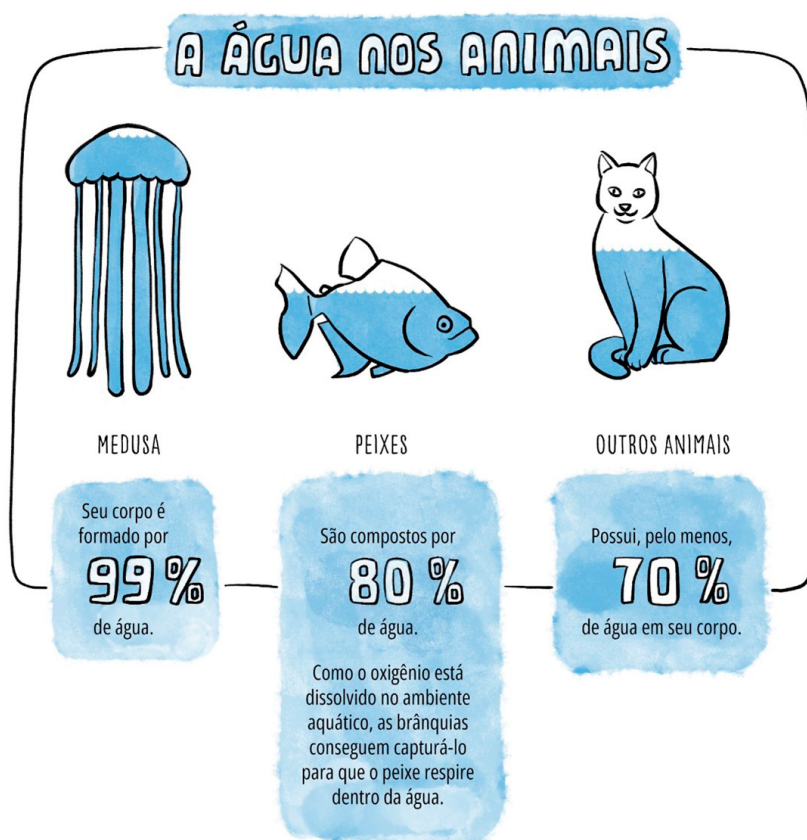
A água também é caracterizada como solvente universal, já que dissolve uma infinidade de substâncias. Dentro de um organismo, ou seja, entre as células e dentro delas, este composto é responsável pelo transporte de nutrientes, oxigênio, excreta e facilita reações químicas que atuam no metabolismo.

A água também é um componente necessário para a regulação da temperatura dos animais. A transpiração causa a diminuição da temperatura corporal, um dos mecanismos que promovem a evaporação do suor na superfície corporal. O processo de controle e regulação da temperatura do corpo em dias quentes é chamado de transpiração. O processo se dá pela perda de calor, que sai do corpo na forma de uma mistura de água e sais minerais, que chamamos de suor. Esse controle metabólico para manutenção da temperatura interna sempre constante é chamado de homeotermia e ocorre nos grupos de aves e mamíferos (por exemplo, nos humanos essa temperatura é 36,5 °C). Nos outros animais, como peixes, anfíbios, répteis e invertebrados, a temperatura do corpo varia com o ambiente e eles possuem outras formas de controle metabólico para o bom funcionamento do corpo.



O corpo dos seres vivos é composto por pelo menos 70% de água (Figura 1), a qual percorre as diferentes partes do corpo e leva nutrientes e substâncias residuais.

Figura 1 – Porcentagem de água líquida nos diferentes seres vivos

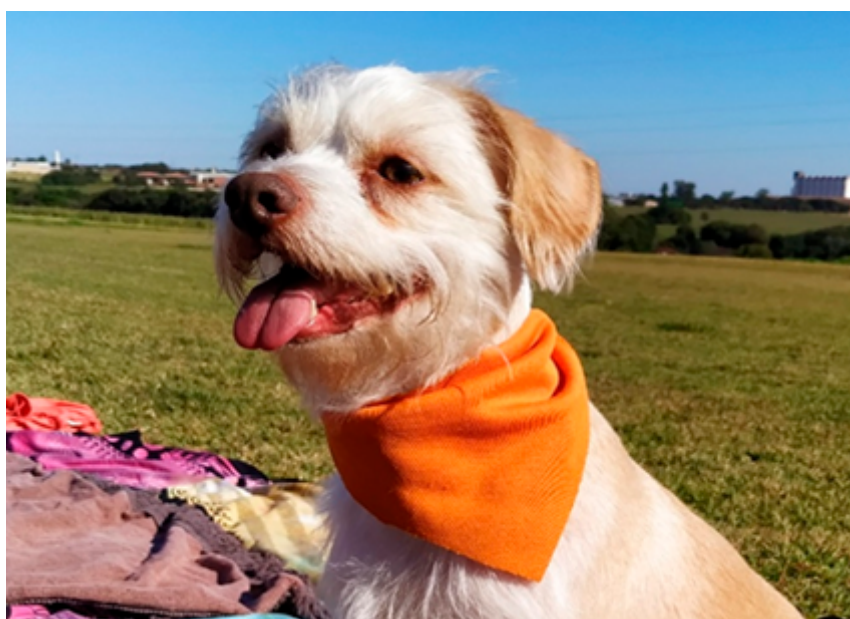


Fonte: Elaborado pelos autores. Ilustração Eldes.

Você Sabia Que os Cães Transpiram pela Boca e Focinho?

Os cães têm poucas glândulas sudoríparas (que produzem suor), aquelas responsáveis por reduzir o calor corporal. Sendo assim, o suor deles é eliminado pela boca e pelo focinho. Quando você vê um cão com a boca aberta e tem a impressão de que ele está ofegante, na verdade, ele está transpirando. Já o focinho, gelado e molhado, tem estas características porque, durante a respiração, o ar sai aquecido das narinas e, ao entrar em contato com o ambiente externo e mais frio, ocorre a condensação do vapor quente em água, o que deixa o focinho nessas condições (Figura 2).

Figura 2 – Cão em transpiração

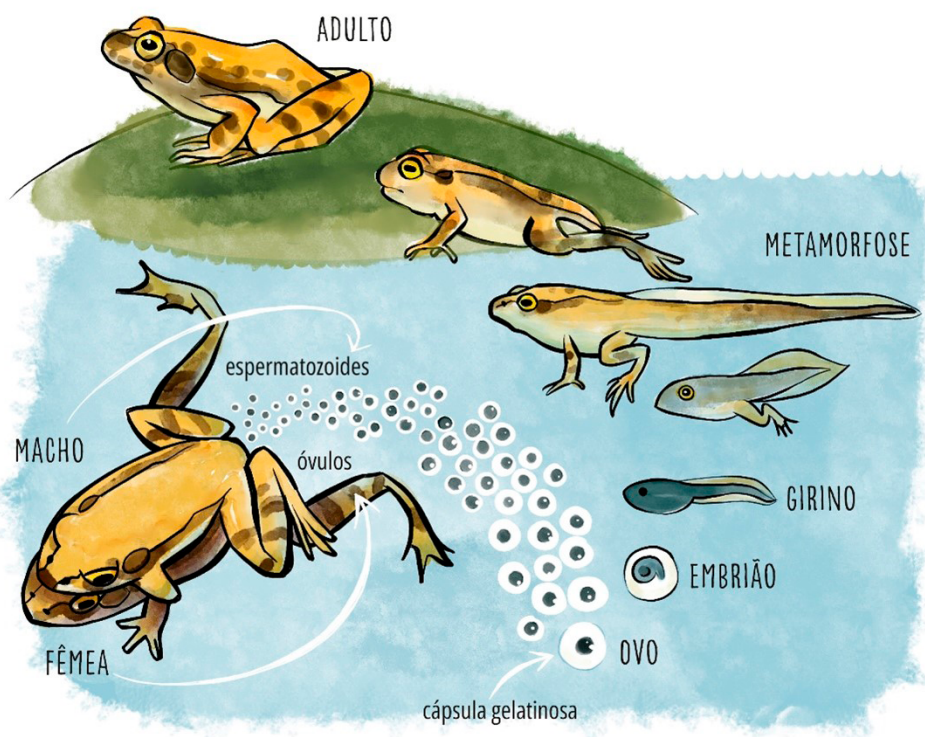


Fonte: dos autores.

Além das necessidades para o funcionamento dos organismos, a água tem papel crucial em vários aspectos ecológicos, como meio para a alimentação, a reprodução e o desenvolvimento dos organismos. Evolutivamente, anfíbios, como os sapos, rãs e pererecas, representam o primeiro grupo de vertebrados que passaram a ocupar o ambiente terrestre, mas são totalmente dependentes do ambiente aquático, desde a primeira fase de vida, dentro do ovo (Figura 3). Os ovos desses animais, que não possuem casca dura, necessitam estar em meio líquido para que seu desenvolvimento aconteça. Após a eclosão, as larvas, denominadas girinos, vivem exclusivamente na água. A principal forma de respiração é a branquial, assim como nos peixes. No ambiente aquático, os girinos se alimentam de algas. Após a metamorfose para a fase adulta, eles passam a respirar principalmente pela pele e através dos pulmões e tornam-se predadores de pequenos animais. Mesmo que muitas espécies se afastem da água e ocupem o ambiente terrestre, esses animais continuam próximos da água para a realização de

suas necessidades biológicas. Entre essas necessidades, a sua reprodução se destaca, pois depende totalmente da água.

Figura 3 – Ciclo de vida de um anfíbio anuro



Fonte: Elaborado pelos autores. Ilustração Eldes.

E Por Que a Água Precisa dos Seres Vivos?

O ciclo da água não depende dos seres vivos para acontecer. Porém, todos necessitam de água para sobrevivência, e, por isso, durante seu ciclo, a água percorre os caminhos de entrada e saída no corpo das diferentes formas de vida em nosso planeta.

A distribuição e a disponibilidade de água na Terra são irregulares e limitadas, havendo variação de acordo com a localização geográfica, a época do ano e também em função das transformações do ambiente ocasionadas pelas nossas ações. Nem todos os organismos têm acesso fácil a esse recurso, caso daqueles que vivem em regiões áridas, como camelos, outros vertebrados e invertebrados, assim como as plantas que habitam desertos e que desenvolveram estratégias evolutivas para armazenar esse composto. Além disso, animais e plantas interagem em seus habitats, tanto com indivíduos da mesma espécie como também com indivíduos de outras espécies. Essas relações são conhecidas como interações intraespecíficas e interespecíficas e podem ser harmônicas ou desarmônicas. Estas são importantes para manter a diversidade biológica em um ecossistema. Aprenda mais sobre o assunto em “Para Saber Mais”).

PARA SABER MAIS...

Interações Bióticas

As *interações bióticas* são divididas em duas formas de acordo com o par de espécies envolvido na interação. A *interação intraespecífica* ocorre entre indivíduos da mesma espécie. Essas podem ser *positivas (harmônicas)*, como acasalamento, cuidado parental (dos pais com seus filhotes), organização em grupo para caçar ou formar colônias; ou *negativas (desarmônicas)*, como disputa entre dois indivíduos por espaço para abrigo, área de vida, alimento ou por parceiros para acasalamento.

A *interação interespecífica* é aquela na qual as relações ocorrem entre organismos de espécies diferentes. Podem ser *positivas (harmônicas)*, como relações de mutualismo, em que duas espécies vivem juntas e isso é benéfico para ambas, como os líquens (associação de algas com fungos ou de formigas que vivem dentro de plantas para terem abrigo e protegem as plantas de herbívoros) e recifes de corais e algas coloridas. As interações também podem ser *negativas (desarmônicas)*, quando um prejudica a vida do outro, como um parasita que deixa um indivíduo doente ou o leva à morte ou quando um predador caça sua presa e o mata para se alimentar.

As interações conectam os organismos através da teia alimentar, como é o caso da predação, por exemplo. Quando um animal predador mata outro organismo e se alimenta dele, ele está consumindo a energia, os nutrientes, assim como a água armazenada nesse organismo (presa). Podemos dizer que um animal herbívoro, quando arranca uma planta inteira e a consome, também atua como um predador. E quando o predador morre, à medida que ocorre a decomposição de seu corpo, os nutrientes e a água tornam-se, novamente, integrados e disponíveis ao ambiente.

O que é teia alimentar?

A teia alimentar consiste em todas as relações de alimentação que ocorre entre os organismos em uma comunidade. Ela envolve desde organismos herbívoros (que se alimentam de plantas, algas) até os predadores (que caçam animais para se alimentar).

Os nutrientes e a água participam de ciclos, que são mantidos através das relações entre os organismos e o ambiente. O ciclo da água está interligado entre todos os organismos vivos (tanto plantas quanto animais) com as águas dos oceanos, dos rios, dos lagos e das lagoas. No ciclo da água, as plantas são fundamentais, pois as folhas realizam o processo de evapotranspiração, retornando para a terra a água evaporada através das chuvas, que sustentam os rios, lagos e oceanos, que são habitats de muitos organismos aquáticos e fornecem água aos animais que vivem no ambiente terrestre.



O que é evapotranspiração?

A evapotranspiração é o processo pelo qual a água da superfície terrestre passa para a atmosfera no estado de vapor, tendo papel importantíssimo no ciclo hidrológico em termos globais. Esse processo envolve tanto a evaporação dos corpos d'água (ex. rios, lagos, oceanos) como também dos solos, vegetação úmida e a transpiração dos vegetais.

Além disso, diversos animais que habitam ambientes aquáticos auxiliam na purificação da água. Por exemplo, as esponjas, representantes do filo Porifera, habitam ambientes marinhos e de água doce e se alimentam por meio da filtração. A água entra através de orifícios presentes nos corpos desses animais e circula pelo interior do organismo todo. Na água há partículas minúsculas de alimento (como bactérias, algas, detritos orgânicos), que são capturadas e digeridas. As esponjas conseguem filtrar até 1.500 litros de água por dia. Essa função, de filtração, é considerada um dos serviços que as esponjas oferecem como benefício aos humanos, pela purificação da água através de sua atividade alimentar.

Desta forma, a manutenção da vida na Terra depende essencialmente do bom funcionamento das relações entre os seres vivos e do ciclo da água. A fauna e a flora, tanto aquática quanto terrestre, são partes fundamentais do ciclo da água, pois estão interconectadas através das interações entre os organismos e o ambiente. A preservação dos seres vivos se torna crucial também para nossa sobrevivência, visto que as atividades por eles desempenhadas contribuem com a nossa própria sobrevivência. Os humanos,

assim como todos os organismos, são parte do ecossistema que se conectam e se complementam.

Como a água é muito importante para a sobrevivência de todas as plantas, dos animais e para nossa própria sobrevivência, diversas leis foram elaboradas para seu uso e proteção, de forma que seja evitado o desperdício e que as próximas gerações tenham acesso garantido a este recurso.

A água passa pelos organismos vivos para completar seu ciclo e todos dependem dela para sobreviver.

PERGUNTAS:

Quais estratégias evolutivas o sapo, o camelo e as plantas desenvolveram para garantir que não falte água para a sobrevivência?

Você conhece alguma lei elaborada para o uso e proteção das águas? Comente quais.

O Que São Serviços Ecossistêmicos?

Serviços Ecossistêmicos × Serviços Ambientais

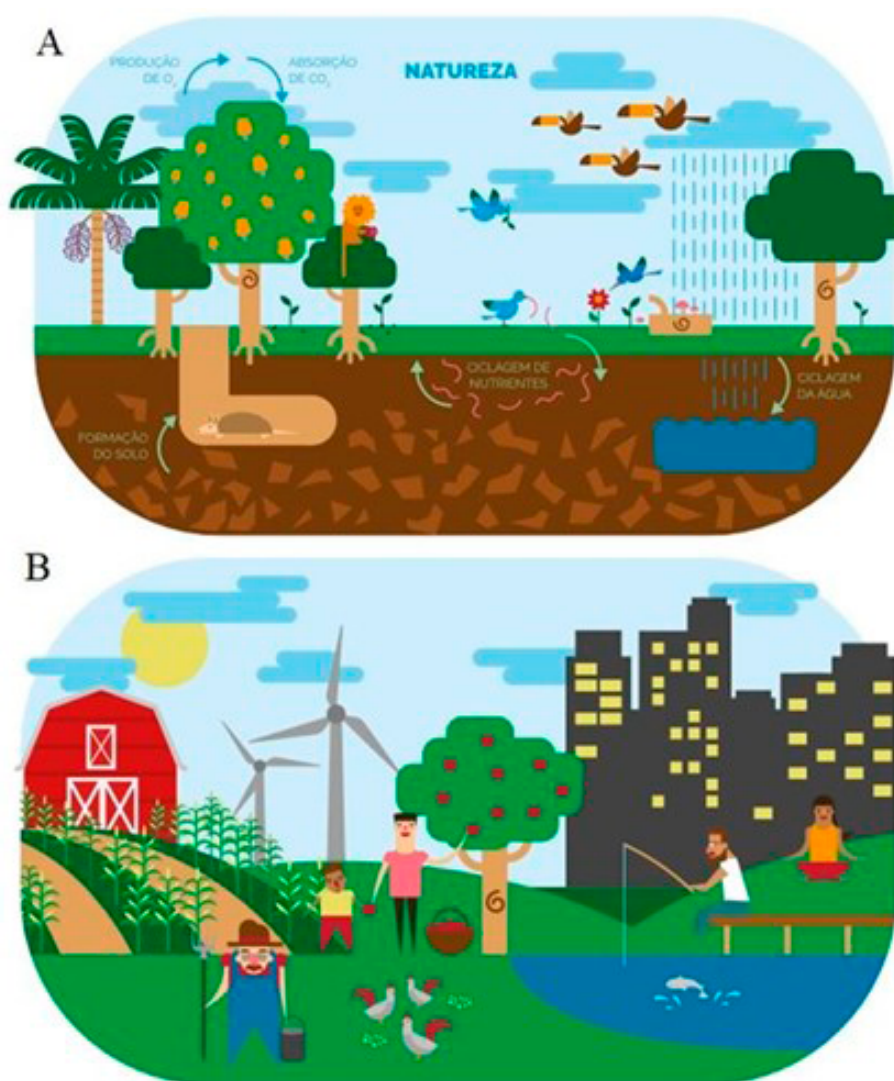
As atividades e as interações que os organismos desempenham em seus habitats, como alimentação e reprodução, resultam em funções ecossistêmicas (Figura 4a). Por exemplo, a atividade de um pássaro que se alimenta de frutos e sementes resulta na dispersão das sementes dos frutos comidos por ele. Assim, este processo ecológico, que é uma função ecossistêmica realizada pelos dispersores, pode regenerar florestas. As florestas regeneradas, então, podem garantir diversos serviços ecossistêmicos aos humanos, como a produção de frutos comestíveis, a sombra para o descanso ou meditação, a regulação climática ou a captura de carbono da atmosfera. Desta forma, as funções ecossistêmicas geram os serviços ecossistêmicos (Figura 4b) quando os processos naturais produzidos e as suas interações desencadeiam uma série de produtos que, de forma direta ou indireta, é utilizada pelo ser humano. Em outras palavras, são serviços que os organismos desempenham na natureza e que resultam em benefícios que refletem diretamente na qualidade de vida das pessoas.

Um único serviço ecossistêmico pode ser o produto de duas ou mais funções, ou uma única função pode gerar mais do que um serviço ecossistêmico, sendo que todas as necessidades humanas dependem dos recursos que estão no meio ambiente. Quanto mais preservado o ambiente, maior será a possibilidade de produtos que o homem pode usufruir. Ambientes preservados possuem maior biodiversidade, o que

garante uma maior variedade das interações entre os organismos. Por exemplo, os rios preservados disponibilizam água doce, que é utilizada por todos os seres vivos, são o ambiente de habitação para peixes e outros organismos aquáticos, servem também como área de lazer para pesca e, quando navegáveis, substituem estradas. Além disso, os peixes migradores conseguem atingir as cabeceiras dos rios promovendo o serviço ecossistêmico de ciclagem e transferência de energia entre ambientes.

Já os serviços ambientais são atividades humanas individuais ou coletivas que favorecem a manutenção, a recuperação ou a melhoria dos serviços ecossistêmicos. A restauração de uma área de preservação permanente com o plantio de mudas de árvores vai melhorar o ecossistema de vegetação nativa na beira do rio e assim favorecer o serviço de regulação do fluxo de água e de controle da erosão, e isso é um serviço ambiental.

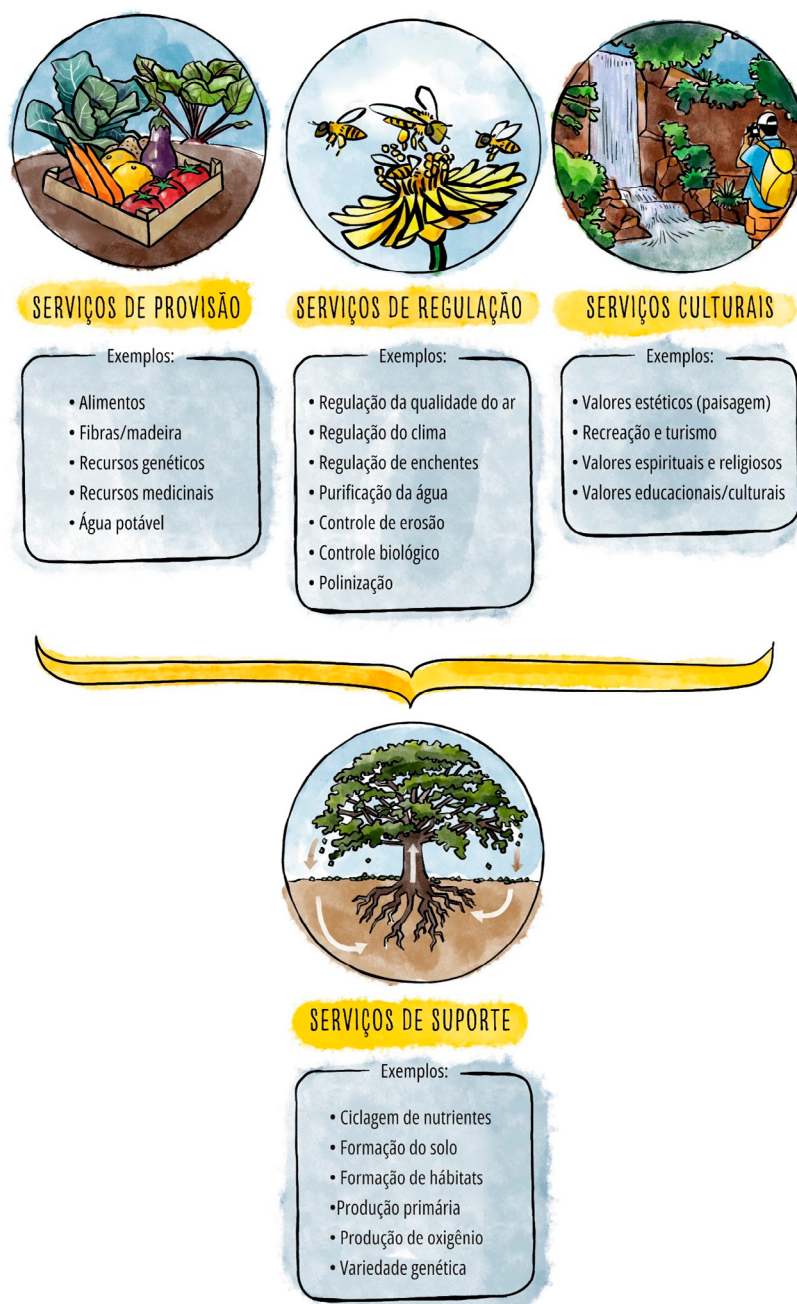
Figura 4 – a) Exemplos de funções ecossistêmicas; b) exemplos de serviços ecossistêmicos



Fonte: adaptada do Projeto TEEB Regional Local, 2018.

O conceito de serviços ecossistêmicos oferece uma maneira fácil para analisar e compreender as relações de interdependência entre as pessoas e o ambiente. A Avaliação Ecossistêmica do Milênio (AEM) classifica os serviços ecossistêmicos em quatro categorias: suporte, provisão, regulação e culturais. De acordo com a AEM, os serviços ecossistêmicos de suporte são aqueles necessários para produzir todos os demais serviços, que são as próprias funções ecossistêmicas (e.g. produção primária, produção de oxigênio atmosférico, formação e retenção de solo, ciclagem de nutrientes, ciclagem da água), tendo influência direta nas outras três categorias, como mostra a Figura 5.

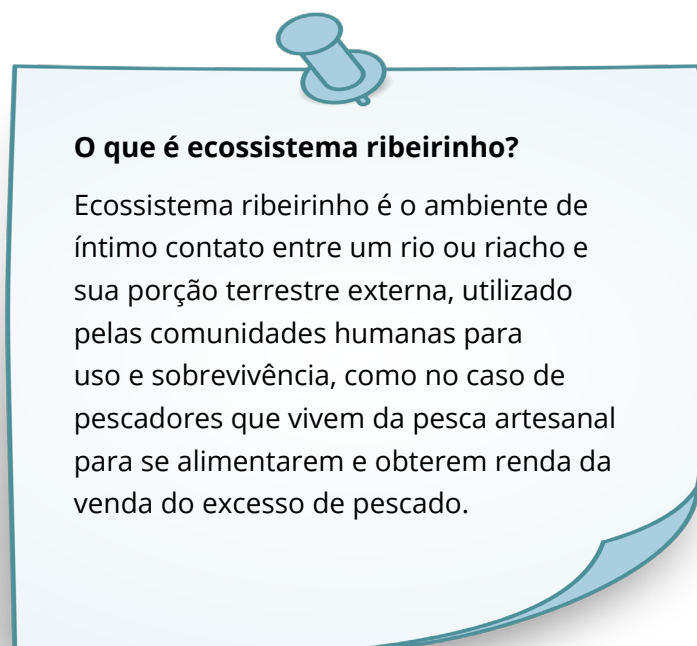
Figura 5 – Categorias de serviços ecossistêmicos e respectivos exemplos



Fonte: Adaptado pelos autores de [Nação Sampa News](#). Ilustração Eldes

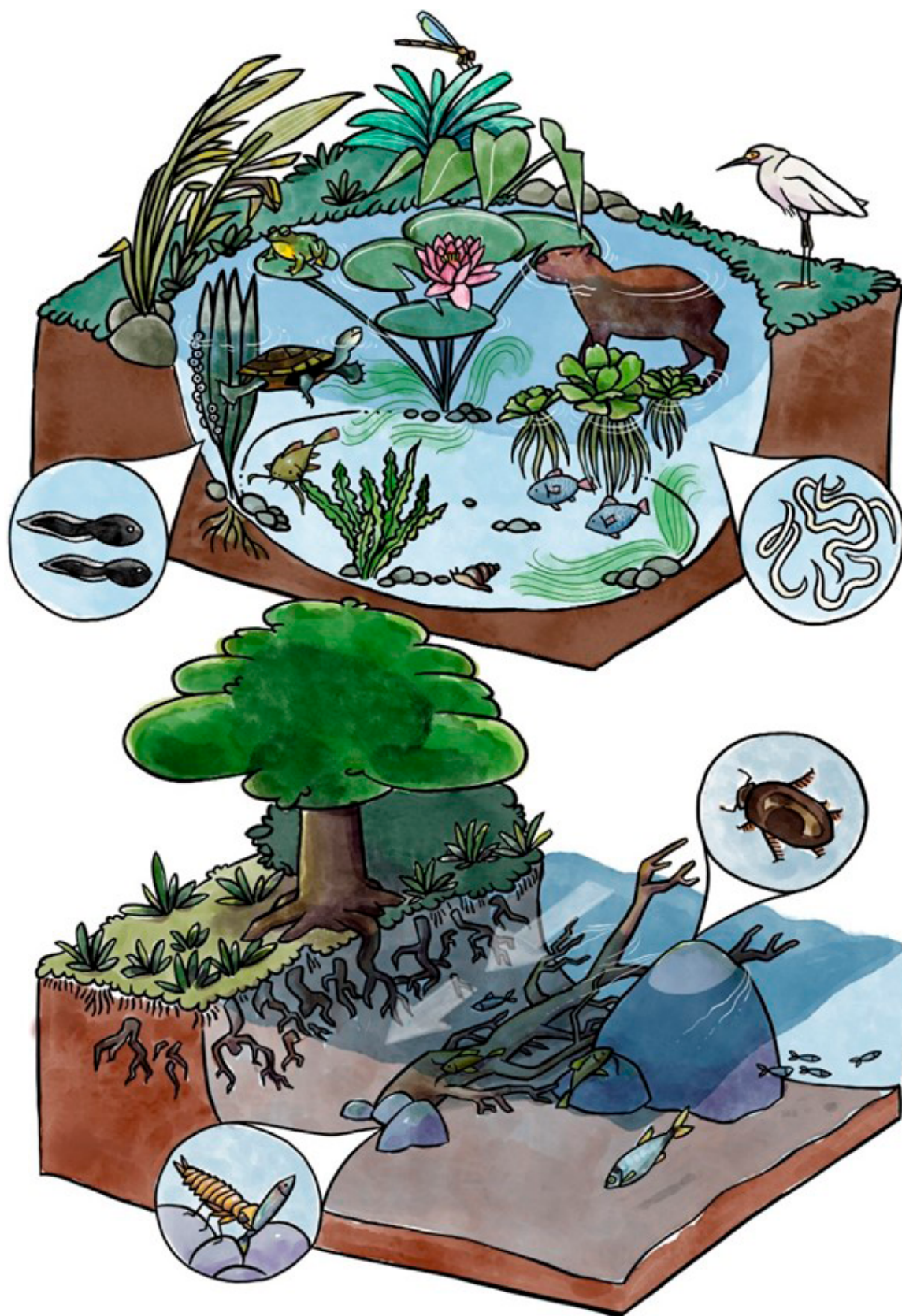
Partes Que Compõem um Ambiente Aquático

Para o melhor entendimento do funcionamento das partes que compõem um ecossistema aquático, vamos separá-lo em partes. Basicamente apresentaremos onde estão as maiores diferenças, ou seja, nas partes aquática e terrestre, para depois mostrar como as conexões entre elas acontecem.



O esquema da Figura 6 mostra de forma geral as estruturas que existem dentro de cada parte.

Figura 6 – Esquema de dois ambientes aquáticos: a) um lago; e b) um riacho. É possível observar as diferenças no formato das margens e do fundo em cada um deles, assim como da fauna e flora típicas de cada um



Fonte: Adaptado pelos autores de Dreamstime.com/Internet. Esquema do riacho: Angelo Rodrigo Manzotti. Ilustração Eldes

Parte Aquática

Em qualquer ambiente que você estiver e olhar com atenção, irá perceber que ele é formado por duas partes: a parte abiótica, ou seja, os componentes “sem vida”, e a parte biótica, que são todos os seres vivos que habitam o local. Tanto nos ecossistemas terrestres como nos aquáticos existe a presença de componentes bióticos e abióticos.

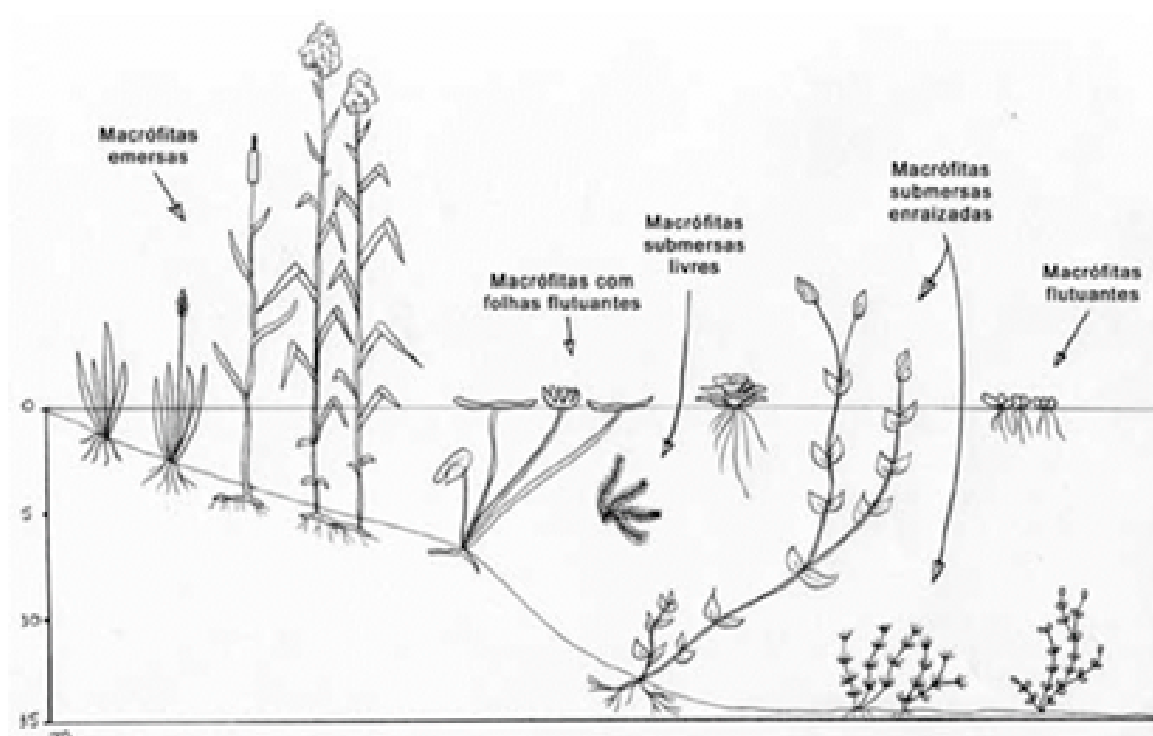
Componentes abióticos ou parte não viva do sistema: substâncias e compostos minerais ou gasosos, como a água; as estruturas que compõem o fundo dos rios ou lagos, como rochas, pedras, pedregulhos, areia ou argila; o barranco nas margens, que pode variar de rochas, terra, areia a argila. É importante lembrar que a água não é um componente “puro”, ela contém gases como oxigênio (O_2) e gás carbônico (CO_2), essenciais para a vida dos organismos aquáticos, além de substâncias e compostos dissolvidos nela, como os nutrientes e minerais utilizados pelas algas e plantas aquáticas (macrófitas).

Componentes bióticos ou parte viva do sistema: seres vivos que existem dentro da água ao longo de todo o ciclo de vida ou em alguma fase desse ciclo; também podem viver em contato com a água, mas não diretamente dentro dela. Todos os seres vivos com hábito de vida aquático podem ser divididos em grandes grupos de acordo com a parte do ambiente aquático onde ocorrem:

- Planctônicos: são organismos como algas livres, invertebrados e larvas de peixes, geralmente de tamanho pequeno e até microscópicos, que flutuam e são carregados pelas correntes, perto da superfície da água, e se concentram até onde entra a luz do sol.
- Bentônicos: são animais, plantas e pequenos seres vivos que vivem no fundo do ambiente aquático, como algas e fungos, invertebrados rastejantes como caramujos e vermes, e alguns peixes como cascudo, bagre e linguado.
- Nectônicos: são os animais que nadam ativamente no corpo d'água, como moluscos, peixes, répteis, aves e mamíferos.
- Superficiais: são organismos que ficam próximos à superfície da água esperando o alimento cair da floresta, como alguns peixes e/ou invertebrados que conseguem nadar sobre a água ou flutuando, sendo carregados pelas correntes e movimentos da água, como macrófitas flutuantes, alguns mosquitos e outros insetos.
- Marginais: são considerados organismos marginais aqueles que habitam a região entre o ambiente aquático e o terrestre, também chamada de litoral. Esse ambiente é chamado de ecótono. As plantas aquáticas, chamadas de macrófitas, habitam essa região e estão adaptadas à variação do nível d'água. As macrófitas são um grupo vegetal aquático importante para esses ambientes. Elas se dispõem de diferentes formas dentro da água, dependendo do hábito que têm (Figura 7). Algumas espécies ocupam a região mais distante da água: são as emersas. Elas

são enraizadas no solo e toleram a inundação da água por períodos curtos. Outras espécies colonizam a água e se desenvolvem dentro dela. As espécies que são enraizadas com folhas e flores flutuantes têm a capacidade de estender mais o seu estolão conforme a água aumenta de nível, enquanto as flutuantes livres, ou seja, não enraizadas, flutuam e se movem com a corrente ou com o vento. Há também as espécies de macrófitas que ficam submersas dentro da água, e elas podem ser enraizadas ou não. Todas elas precisam de luz para fazer fotossíntese e, assim, sobreviver, vivendo em águas claras e com nutrientes, na água e no solo.

Figura 7 – Esquema de como as plantas aquáticas ou macrófitas se dispõem dentro de um ambiente aquático



Fonte: F. A. Esteves, *Fundamentos de Limnologia*, 3. ed., Rio de Janeiro, Interciência, 2011.

Nos locais onde encontramos macrófitas que formam bancos (aglomerados de grande quantidade de indivíduos), são encontrados junto diversas espécies de animais vertebrados, como aves, mamíferos, anfíbios, répteis e uma grande diversidade de invertebrados. Todos eles utilizam esses espaços do banco de macrófitas para reprodução, abrigo, para fazer ninhos, refúgio ou mesmo alimentação.

Independentemente de em qual parte do ambiente aquático os organismos vivem, todos eles, em suas atividades diárias, desenvolvem serviços ecossistêmicos que ajudam na manutenção das funções vitais do ecossistema. Por exemplo: um peixe que se alimenta na superfície da água consome formigas, grilos e outros insetos que caem da vegetação. O processamento e eliminação de restos orgânicos nas fezes pelos peixes

alimenta bactérias e fornece nutrientes para as algas e macrófitas crescerem. Esse processamento e ciclagem de nutrientes é um serviço ecossistêmico que mantém os nutrientes circulando na teia alimentar, possibilitando que a biota aquática se mantenha.

Partes Que Compõem um Ambiente Terrestre

A porção terrestre que está em contato direto com um ambiente aquático é considerada uma zona de transição, onde ocorre o contato dos organismos animais e vegetais com o ambiente aquático. É nessa área de transição que ocorre a liberação de matéria orgânica animal e vegetal para dentro da água. Dependendo da inclinação da margem, essa área pode ser alagada sazonalmente ou nunca ser alagada.

As árvores e arbustos que margeiam o corpo aquático compõem a chamada floresta ripária. Existe uma grande diversidade de espécies que ocupam a floresta ripária, desde musgos (grupo das briófitas) aderidos nos barrancos e raízes das árvores, samambaias (conhecidas como pteridófitas), até árvores de grande porte (grupo das angiospermas – plantas com flores, frutos e sementes). Essas espécies são adaptadas à variação da altura da água na margem, ao solo encharcado ou mais seco que varia com as estações chuvosa e seca. A vegetação ripária, assim como a de macrófitas, está disponível para diversas espécies animais que a utiliza para reprodução, abrigo, construir ninhos e para alimentação. Ao mesmo tempo, a vegetação ripária e a fauna terrestre se conectam e interagem direta ou diretamente com o ambiente aquático e sua biota. A vegetação é importante para a manutenção do solo nas margens, pois reduz as chances, em caso de chuva, de o solo ser levado para as águas. Isso diminui o processo de erosão das margens, mantendo o canal do rio, por exemplo, íntegro.

O ambiente terrestre é marcado por diversas relações intra e interespecíficas. As plantas terrestres representam um grupo essencial à saúde do ambiente terrestre, já que fornecem matéria orgânica para o solo. A serrapilheira, componente-chave neste processo, é constituída pela camada superficial do solo, composta de matéria orgânica em decomposição. Além disso, a vegetação contribui com a ciclagem de nutrientes, além de oferecer alimento para a fauna e conferir maior estabilidade ao solo, tanto em termos de temperatura quanto de umidade.

Se olharmos cuidadosamente para a interação dos animais com as plantas, notamos que há animais que são polinizadores, como as abelhas, as aves, os morcegos e vários outros seres vivos. Existem animais que atuam como dispersores de sementes! Sim, eles são os grandes semeadores da natureza! Sem esses dispersores, muitas sementes não conseguiriam crescer debaixo da planta mãe por causa da sombra, ou mesmo pela falta de nutrientes. Há vários exemplos de animais “semeadores”, como as aves e vários mamíferos, por exemplo, catetos, queixadas, antas e, novamente, os morcegos! Imaginem

a importância desses animais na recuperação de áreas desmatadas e destruídas pela ação humana.



O que é serrapilheira?

É o nome que se dá para a camada superficial do solo, em que encontramos matéria orgânica como folhas, galhos, troncos, restos de animais, excretas; todos em estado de decomposição. Decomposição é o processo que inicia após a morte da matéria orgânica e que vai, no final, devolver todos os nutrientes para o solo ou água.

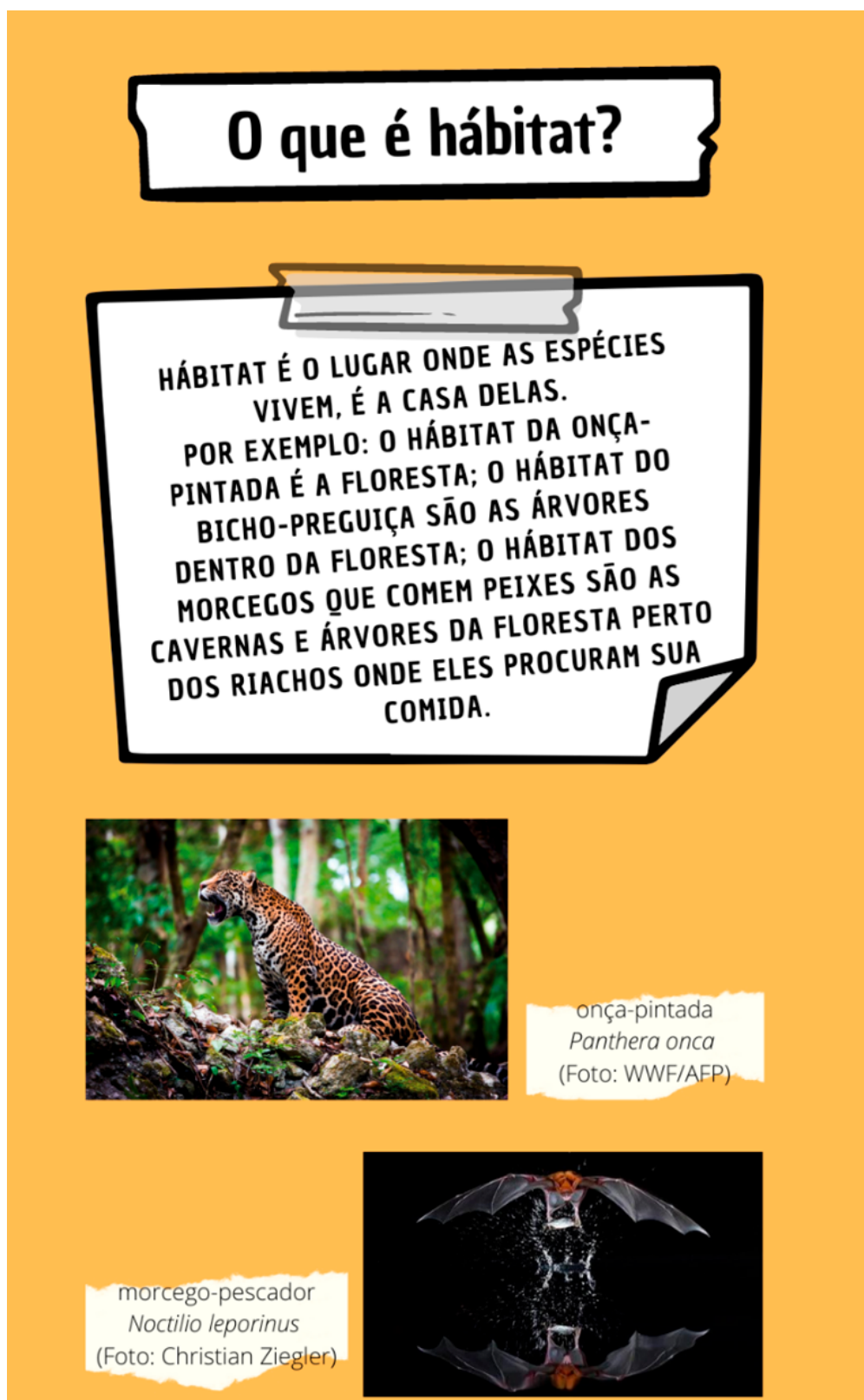
Existe também um importante grupo de animais que atua na decomposição da matéria orgânica, permitindo que os produtos desta ação resultem em outras substâncias que serão reaproveitadas no ambiente, processo denominado ciclagem de nutrientes. Existe uma infinidade de animais envolvidos nesse processo, como insetos, minhocas, ácaros, piolhos de cobra, entre outros.

Como as Partes se Conectam?

As partes aquática e terrestre de um ecossistema ribeirinho se conectam por meio das relações dos seres vivos entre si e com o ambiente. As relações ocorrem pela forma como os seres usam os recursos abióticos – beber água, escolher abrigo, se esconder do frio ou da chuva – e os recursos bióticos – se movimentar em busca de alimento, em busca de parceiros para reprodução, fugir de predadores. São as relações de utilização dos recursos vivos e não vivos que possibilitam a interconexão e interdependência dos organismos aquáticos e terrestres e das partes que ocupam nesse ecossistema.

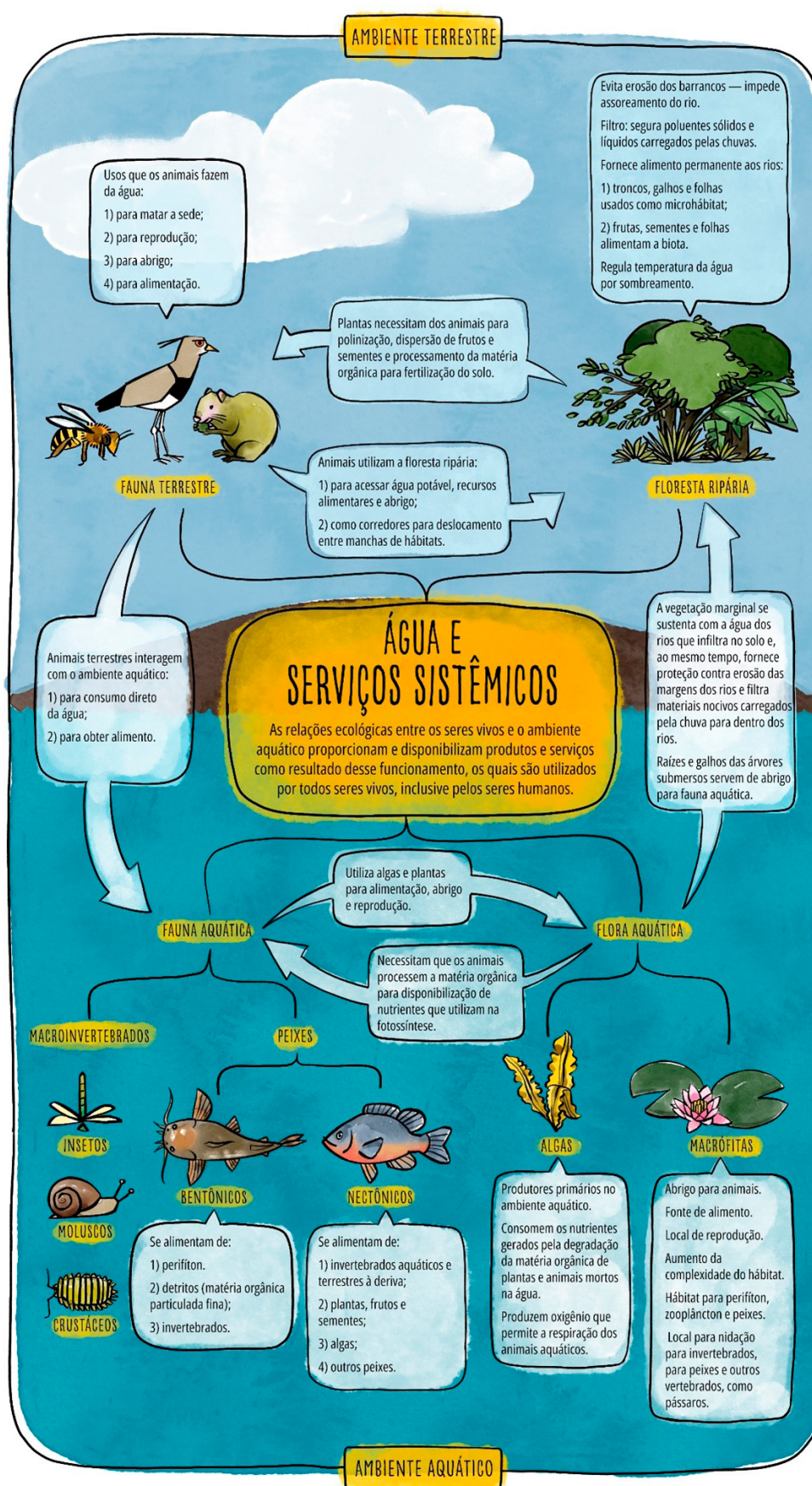
É muito importante entender que essas partes não ficam isoladas, já que os animais terrestres exploram o habitat aquático e os seres aquáticos dependem – especialmente em habitats pequenos – da entrada de recursos vindos da floresta, assim como sofrem os efeitos de tudo que acontece na terra (Figura 8).

Figura 8 – Esquematização das relações entre a biota animal e vegetal e cada compartimento – terrestre e aquático, as interações entre eles que conectam os compartimentos e os serviços ecossistêmicos dos quais participam.



Fonte: elaborado pelos autores.

Figura 9 – Água e Serviços Sistêmicos.



Fonte: Elaborado pelos autores. Ilustração Eldes.

As conexões desse esquema podem ser visualizadas quando observamos a maneira como as estruturas internas de um ambiente aquáticos são formadas – árvores e galhos caídos disponibilizam muitos espaços para colonização, abrigo e refúgio de peixes e invertebrados, assim como as folhas que caem da floresta e se acumulam em pontos dos riachos onde a água é mais parada, servindo como abrigo para pequenos animais se esconderem e se alimentarem, além da própria estrutura dos barrancos que margeiam os rios, que possuem reentrâncias e buracos que servem de abrigo para vertebrados e invertebrados (Figura 9).

Figura 10 – Fundo de um rio, com galho e folhas no fundo, servindo de abrigo, alimentação e refúgio de vários organismos



Fonte: Solana Boschilia.

Todos esses espaços existentes que servem para ocupação dos animais aquáticos são chamados de micro-habitats. Quanto maior a diversidade de estruturas naturais dentro de um ambiente aquático, maior a quantidade de micro-habitats disponíveis (o que também se conhece como heterogeneidade ambiental) para diferentes tipos de animais explorarem como abrigo e área para alimentação. Além disso, a própria estrutura dos barrancos laterais e das raízes das árvores que ocupam as margens dos rios e lagos serve como espaço de abrigo e busca de alimento pelos animais.

A matéria orgânica vegetal – árvores, galhos, folhas, frutas e sementes – são fontes de alimento para diversos animais aquáticos. Toda matéria orgânica que cai na água é logo colonizada por bactérias e fungos que começam o processo de decomposição. Quando o material começa a ficar mais flexível, é atacado por outros animais, como pequenos invertebrados que cortam as folhas em pedaços bem pequenos e os consomem; e diversas

espécies de peixes consomem frutas e sementes que caem das árvores. O processo inverso também acontece, quando animais terrestres se alimentam de animais aquáticos, levando os nutrientes da água para a terra. Por exemplo, quando aves, morcegos, lontras e ariranhas comem peixes ou outros animais aquáticos, os restos desse alimento podem servir como fonte de energia para decompositores terrestres, assim como as fezes dos predadores vão alimentar uma fauna de decompositores invertebrados e microscópicos do ambiente terrestre. Esses processos destacam como os ambientes não são isolados e o fluxo de matéria e energia acontece de forma constante por causa das interações dos seres vivos que circulam e exploram os ambientes aquáticos, especialmente os riachos de pequeno porte que têm íntimo contato com a floresta.

Outro ponto importante dessas conexões que podem ser facilmente vistas é a função de filtro que a floresta ripária desempenha sobre os riachos. Toda a vegetação de árvores e arbustos que crescem nas margens dos rios e riachos atua como se fosse um grande filtro durante as chuvas. A água que escorre pelas margens dos rios carrega muitas substâncias químicas e objetos sólidos grandes e pequenos, que podem ser desde material natural da floresta, como galhos e folhas, até pesticidas e lixo jogado pelo homem. Além disso, a floresta serve como barreira que segura a água e diminui a força com que as enxurradas correm pelos barrancos, diminuindo a erosão e mantendo a integridade deles. Todos esses processos são muito importantes para manter a qualidade da água dos rios e riachos e a vida de todas as espécies aquáticas.

Ação Antrópica e Impactos sobre os Serviços Ecossistêmicos

A Avaliação Ecossistêmica do Milênio fez um levantamento dos benefícios que a natureza proporciona aos seres humanos e como os impactos dos serviços ecossistêmicos têm afetado e poderiam afetar o bem-estar das pessoas em décadas futuras. Esse estudo mostrou que todos os ecossistemas da Terra foram transformados de alguma forma através de ações humanas nos últimos cinquenta anos.

Os custos e benefícios associados à conservação e investimentos para redução da degradação da natureza têm sido amplamente excluídos das políticas econômicas e das práticas de uso da terra e da gestão de recursos. O fato de o valor dos serviços ecossistêmicos ter sido subestimado em termos econômicos significa que muitas decisões foram tomadas com base em informações apenas parciais, prejudicando assim as metas de desenvolvimento.

As ações humanas sobre o ambiente, que geram degradação, como a derrubada de florestas e poluição da água, afetam diretamente os seres vivos animais e vegetais. A retirada das florestas das margens dos rios e riachos causa problemas como:

- Soterramento dos rios e riachos: os barrancos dos rios e riachos ficam expostos, sendo facilmente arrancados pela força das chuvas e enxurradas que escavam a

terra. Toda essa terra se acumula dentro dos rios, diminuindo a quantidade de água que tinha antes. Além disso, a terra também aterra e esconde os microambientes que eram utilizados pelos peixes e invertebrados como abrigo.

- Aumento da temperatura da água: a água esquenta pela retirada do sombreamento que as copas das árvores faziam. Esse aquecimento permite que algas cresçam em locais onde elas não existiam, e isso afeta a teia alimentar local. Algumas espécies de animais aquáticos não toleram esse novo ambiente e podem ser extintas.
- Falta de alimento para os animais aquáticos: sem as árvores e suas frutas e sementes, os peixes e invertebrados que comiam esses itens ficam sem alimento. Além disso, como as árvores eram abrigos de insetos e invertebrados, e a queda deles na água também servia para alimentar os animais aquáticos, cada vez falta mais comida para eles.
- Poluição na água: como a floresta das margens serve para filtrar a poluição química e de materiais sólidos carregados pelas chuvas, a retirada da floresta deixa os rios desprotegidos, o que leva à entrada de fertilizantes e agrotóxicos, assim como lixo plástico e outros para dentro dos rios.

Conservação e Sustentabilidade para Manutenção dos Serviços Ecossistêmicos

Os serviços ecossistêmicos são fundamentais para a sobrevivência humana e para o desenvolvimento social e econômico. Indivíduos, famílias, empresas e indústrias, todos dependem dos serviços ecossistêmicos para o seu bem-estar e crescimento – e a degradação deles pode incorrer em perdas e custos significativos.

A busca pelo desenvolvimento sustentável ocorre pela preocupação com a garantia de sobrevivência da vida na Terra. O capital natural do planeta, ou seja, todos os recursos naturais disponíveis que rendem fluxos de benefícios, ou serviços ecossistêmicos ao homem, vem sendo degradado, o que leva à necessidade de repensar a forma como tratamos esse “patrimônio” natural.

Os governos locais podem diminuir, manter ou aumentar a provisão dos serviços ecossistêmicos em sua área administrativa. Avaliar os serviços ecossistêmicos e seus benefícios na gestão pública é um passo importante para tomar decisões informadas sobre o território, no sentido de maximizar a produção e a gestão dos recursos e de melhorar o bem-estar local.

O bem-estar humano e o sistema econômico são fortemente dependentes dos serviços ecossistêmicos. Ao mesmo tempo, são as próprias mudanças antrópicas no uso e cobertura da terra as principais responsáveis por alterar esse fluxo de bens e serviços. Dessa forma, é de suma importância reconhecer e integrar ao planejamento do uso do solo e da gestão dos ecossistemas informações sobre eles e os benefícios (serviços) que

eles provêm à sociedade. Somente através da conservação da biodiversidade, aquática e terrestre, é que serão garantidos os serviços ecossistêmicos para a manutenção da vida na Terra.

Referências Bibliográficas

- ALLAN, J. D. & CASTILLO, M. M. *Stream Ecology Structure and Function of Running Waters*. 2. ed. Dordrecht, Springer, 2007.
- ANDRADE, D. & ROMEIRO, A. [Capital Natural, Serviços Ecossistêmicos e Sistema Econômico: Rumo a uma "Economia dos Ecossistemas"](#). Campinas, IE/Unicamp, 2009. Acesso em: 12 out. 2022.
- BRUSCA, R. C. & BRUSCA, G. J. *Invertebrados*. 2. ed. Rio de Janeiro, Guanabara Koogan, 2007.
- ESTEVES, F. A. *Fundamentos de Limnologia*. 3. ed. Rio de Janeiro, Interciência, 2011.
- DUDGEON, D. *Tropical Stream Ecology*. Cambridge, Academic Press/Elsevier, 2008.
- MEA. Millennium Ecosystem Assessment. *Ecosystems and Human Well-Being: Synthesis*. Washington (DC), New Island, 2005.
- RICKLEFS, R. E. *A Economia da Natureza*. Rio de Janeiro, Guanabara Koogan, 2003.
- THE ECONOMICS of Ecosystems and Biodiversity (Teeb). [A Economia dos Ecossistemas e da Biodiversidade: Integrando a Economia da Natureza - Uma Síntese da Abordagem, Conclusões e Recomendações do TEEB](#). Trad. Confederação Nacional da Indústria. Brasília, CNI, 2010. Acesso em: 12 out. 2022.
- _____. [A Economia dos Ecossistemas e da Biodiversidade para Formuladores de Políticas Locais e Regionais](#). Trad. Confederação Nacional da Indústria. Brasília, CNI, 2010. Acesso em: 12 out. 2022.

CAPÍTULO 5

Discorrendo sobre Gestão de Bacias Hidrográficas

Renata Maria Caminha Mendes de Oliveira Carvalho

Mestrado Profissional em Gestão Ambiental/ Instituto Federal de Pernambuco e ProfªÁgua

Maria do Carmo Sobral

Universidade Federal de Pernambuco. Associada ProfªÁgua

Silvana Paula Valdevino da Silva

*Agência Estadual de Meio Ambiente de Pernambuco/Mestrado Profissional
em Gestão Ambiental/ Instituto Federal de Pernambuco*

Adentrando na Temática

O tema gestão de bacias hidrográficas no âmbito da “Água e Sustentabilidade: Bases Conceituais para o Ensino das Ciências Ambientais” requer algumas definições conceituais de forma a aclarar pontos importantes para entendimento da temática. Assim, a partir da importância do enfoque interdisciplinar das bacias hidrográficas e de sua gestão para o ensino das ciências ambientais, nesta ocasião o objetivo é oferecer definições e conceitos empregando determinados autores da área e considerações acerca de alguns significados, a partir da experiência docente no Mestrado Profissional em Gestão e Regulação de Recursos Hídricos (ProfªÁgua/UFPE), bem como de pesquisa realizada no Mestrado Profissional em Gestão Ambiental (MPGA/IFPE), Podendo servir como um referencial para base de consultas pelos professores.

Inicialmente, a partir do olhar de Alves, traz-se um contexto interessante ao evidenciar a bacia hidrográfica com destaque interdisciplinaridade e sistêmico:

A unidade territorial da bacia hidrográfica possibilita a compreensão de vários conceitos geográficos segundo uma perspectiva sistêmica, haja vista que a partir desta unidade espacial, pode-se abordar um rol de conteúdos da disciplina Geografia, como o ciclo hidrológico, o relevo, a hierarquia fluvial, as consequências das intervenções humanas no uso e ocupação do solo, com destaque para as atividades econômicas e para a urbanização, e, por conseguinte, os desastres ambientais como enchentes e deslizamentos, sobretudo nas áreas urbanas, geralmente decorrentes da ocupação desordenada do espaço¹.

¹ L. A. Alves, “Estudo de Bacia Hidrográfica no Ensino de Geografia”, em *Anais do XV Fórum Ambiental da Alta Paulista*, 2019, p. 3.

Desse modo, na gestão de bacias hidrográficas deve-se acolher a conservação e a proteção dos recursos hídricos, considerando os seus aspectos quali e quantitativos, bem como o disciplinamento do uso e ocupação do solo, apreciando as atividades desenvolvidas nesse território. Assim, apoiando-se em Christofoletti², tem-se que a perspectiva sistêmica de um recorte espacial para os estudos ambientais é essencial para se realizar uma adequada análise integrada.

O entendimento do recorte territorial de gestão de bacias hidrográficas vigorou na Conferência Internacional de Água e Meio Ambiente (ICWE) em Dublin, Irlanda, em janeiro de 1992, em reunião preparatória à Conferência do Rio sobre Meio Ambiente e Desenvolvimento (Rio-92). Nessa reunião a criticidade futura da situação mundial dos recursos hídricos foi diagnosticada, sendo recomendada a Declaração de Dublin sobre Água e Desenvolvimento Sustentável³. A Declaração de Dublin é enfática no Princípio nº 1 ao orientar que:

A água doce é um recurso finito e vulnerável, essencial para sustentar a vida, o desenvolvimento e o meio ambiente. Já que a água sustenta a vida, o gerenciamento efetivo dos recursos hídricos demanda uma abordagem holística, vinculando o desenvolvimento social e o econômico com a proteção dos ecossistemas naturais. O gerenciamento efetivo vincula os usos da terra aos da água nas áreas de drenagem ou em aquífero de águas subterrâneas⁴.

Então, para que essa integração tenha o foco adequado, recomenda-se que a gestão esteja alicerçada no recorte de bacias hidrográficas⁵. Contudo, cabe aqui demonstrar como a temática ambiental é apresentada em documentos oficiais de referência do ensino nacional. Assim, os Parâmetros Curriculares Nacionais (PCNs) foram formulados como referencial para a educação em todo o território nacional, conforme pontuado por Tavares: “em fins dos anos de 1990, as concepções teóricas, os métodos de trabalhos, a linguagem utilizada na confecção dos livros didáticos passou a ser orientada conforme as diretrizes dos PCNs”⁶.

Os PCNs incluíram a perspectiva de meio ambiente como tema transversal, presente nos currículos escolares permeando toda a prática educacional, dispostos em ciclos da natureza trabalhados como blocos de conteúdo, e o tema água sendo desenvolvido como um dos mais importantes. O documento, ao trazer exemplos para o dia a dia da prática pedagógica, versa sobre uma agenda com todos os conteúdos a serem trabalhados.

2 A. Christofoletti, *Geomorfologia*, São Paulo, Edgard Blücher, 1980.

3 World Meteorological Organization (WMO), “The Dublin Statement and Report of the Conference”, em *International Conference on Water and the Environment: Development Issues for the 21st Century*, Dublin, 1992.

4 *Idem*, p. 4, tradução nossa.

5 *Idem*.

6 G. C. Tavares, *A Geografia Crítica e o Livro Didático: Subsídios para um Debate*, trabalho de conclusão de curso de licenciatura em Geografia, Instituto Federal Fluminense, 2010, p. 23.

No tema transversal do meio ambiente dos PCNs, almeja-se que o professor enfatize a noção de bacia hidrográfica e a ação antrópica, e a consequente tendência de escassez de água com qualidade suficiente para os objetivos do uso humano, entre outros. Ressalta “a questão ambiental – isto é, o conjunto de temáticas relativas não só à proteção da vida no planeta, mas também à melhoria do meio ambiente e da qualidade de vida das comunidades”⁷.

Contudo, o advento das Bases da Educação Nacional (BNCC)⁸, ao representar um documento nacional para orientar a construção dos currículos em todos os municípios brasileiros, estabelecendo as normas gerais para o sistema de educação brasileiro e regulamentando todos os seus níveis, traz um retrocesso no que concerne às questões ambientais, somente citando o termo educação ambiental uma única vez na sua terceira versão. Ao não estabelecer a educação ambiental como área de conhecimento, somente propõe incorporar aos currículos e às propostas pedagógicas a nova abordagem de temas contemporâneos, que afetam a vida humana em escala local, regional e global, preferencialmente de forma transversal e integradora⁹.

A partir da promulgação da Política Nacional de Recursos Hídricos (PNRH), instituída pela Lei Federal nº 9.433, de 8 de janeiro de 1997¹⁰, a bacia hidrográfica foi definida, de acordo com Castro¹¹, como uma unidade de planejamento e gestão das águas, considerando a integração e a influências dos diversos elementos componentes desse recorte espacial aos recursos hídricos.

Com a PNRH, o Brasil vem alcançando progressos relevantes na gestão dos recursos hídricos. Essas conquistas definiram as bases de uma gestão integrada, seguindo os princípios da descentralização e da participação social, tendo a bacia hidrográfica como a unidade territorial de planejamento e gestão, pois, segundo o documento Conjuntura dos Recursos Hídricos no Brasil 2021:

7 Brasil, Lei nº 9.433, de 8 de janeiro de 1997. Institui a Política Nacional de Recursos Hídricos, cria o [Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos](#), regulamenta o inciso XIX do art. 21 da Constituição Federal, e altera o art. 1º da Lei nº 8.001, de 13 de março de 1990, que modificou a Lei nº 7.990, de 28 de dezembro de 1989. 1997a. Acesso em 20 out. 2022.

8 A Base Nacional Comum Curricular (BNCC) consiste em um documento normativo cujo objetivo principal é “estabelecer um conjunto de aprendizagens essenciais que trata dos conhecimentos e competências que os estudantes precisam desenvolver ao longo das etapas e modalidades da educação básica, e encontra-se organizada em três níveis, abordando as principais competências dos ensinos Infantil, Fundamental e Médio, tanto das escolas da rede pública como da rede privada. Destaca-se que o 1º documento foi elaborado e disponibilizado entre outubro de 2015 e março de 2016 (BRASIL, 2015); a 2ª edição lançada em maio de 2016 (BRASIL, 2016); e a 3ª em abril de 2017 (BRASIL, 2017).

9 Brasil, *Base Nacional Comum Curricular: Educação é a Base*, 3ª versão revista, Brasília, MEC, 2017.

10 Brasil. Lei nº 9.433, de 8 de janeiro de 1997. Institui a Política Nacional de Recursos Hídricos, cria o Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos, regulamenta o inciso XIX do art. 21 da Constituição Federal, e altera o art. 1º da Lei nº 8.001, de 13 de março de 1990, que modificou a Lei nº 7.990, de 28 de dezembro de 1989. Brasília, 1997a.

11 C. N. Castro, *Gestão das Águas: Experiências Internacional e Brasileira*, Brasília, Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada, 2012.

[...] a gestão não deve dissociar aspectos de qualidade e quantidade da água, deve considerar a água como um bem público dotado de valor econômico e deve ser integrada com outras políticas setoriais, em especial com a de meio ambiente. Deve também considerar as especificidades regionais do País, em termos dos seus aspectos naturais, socioeconômicos e culturais e das políticas públicas de desenvolvimento regionais existentes¹².

No entanto, é importante sublinhar que, segundo a Organização para a Cooperação e Desenvolvimento Econômico¹³, o Brasil conquistou consideráveis avanços na gestão dos recursos hídricos, desde a legitimação da Lei da PNRH, em 1997, e a criação da ANA, em 2000, em oposição ao modelo de desenvolvimento anteriormente adotado – centralizado e tecnocrático. Esses feitos balizaram as bases de uma governança multinível, integrada e localizada, mesmo assim, o setor de recursos hídricos ainda não obteve plenamente os benefícios econômicos, sociais e ambientais esperados, pois os hiatos existentes na governança multinível ainda dificultam a implementação efetiva da gestão dos recursos hídricos no Brasil.

Alguns Conceitos e Definições

Deste modo, uma questão conceitual importante a ser oferecida trata da diferenciação entre os termos água e recursos hídricos. A *água* como substância, geralmente refere-se, como aponta o consagrado professor Aldo Rebouças¹⁴, ao elemento da natureza não vinculado ao uso. Entretanto, o gênero – *recursos hídricos* – versa sobre a água como um bem econômico passível de utilização.

Outra apreciação que não dispensa a sua elucidação no âmbito de estudo da gestão de bacias hidrográficas é a distinção entre *conservação* e *proteção*. O termo “conservação” vem do latim *cum*, que significa “junto”, e *servare*, que quer dizer “manter, guardar”. A conservação no contexto de bacias hidrográficas refere-se à utilização racional dos recursos hídricos e demais recursos naturais. Tal conjuntura encontra-se intimamente ligada à ideia de desenvolvimento sustentável. Entretanto, a preservação refere-se à proteção integral, sem que haja qualquer interferência humana.

Rematando, a [Lei nº 9.985 de 18 de julho de 2000](#), ao regulamentar o art. 225, § 1º, incisos I, II, III e VII da Constituição Federal, institui o Sistema Nacional de Unidades de Conservação da Natureza (SNUC) e vem apresentar as seguintes definições:

12 Agência Nacional de Água e Saneamento (ANA), *Conjuntura dos Recursos Hídricos no Brasil 2021 – Relatório Pleno*, Brasília, 2021 (formato digital), p. 69.

13 Organização para a Cooperação e Desenvolvimento Econômico (OCDE), *Governança dos Recursos Hídricos no Brasil*, Paris, OECD Publishing, 2015, pp. 15-16.

14 A. da C. Rebouças, “Água Doce no Mundo e no Brasil”, em A. C. Rebouças, B. E. Braga e J. G. Tundisi (orgs.), *Águas Doces no Brasil: Capital Ecológico, Uso e Conservação*, 2. ed., São Paulo, Escrituras, 2002.

Art. 2º Para os fins previstos nesta Lei, entende-se por:

[...]

II – conservação da natureza: o manejo do uso humano da natureza, compreendendo a preservação, a manutenção, a utilização sustentável, a restauração e a recuperação do ambiente natural, para que possa produzir o maior benefício, em bases sustentáveis, às atuais gerações, mantendo seu potencial de satisfazer as necessidades e aspirações das gerações futuras, e garantindo a sobrevivência dos seres vivos em geral;

VI – proteção integral: manutenção dos ecossistemas livres de alterações causadas por interferência humana, admitindo apenas o uso indireto dos seus atributos naturais”¹⁵.

Tão importante quanto as anteriores, o estabelecimento do conceito de *território* para entendimento do recorte de bacia hidrográfica faz-se de grande mérito. Importantes aportes para o entendimento do conceito da categoria território foram dados por Santos¹⁶, ao destacar que é na base territorial que tudo acontece. Para Milton Santos em observação ao território, trata-se do lugar geográfico de excelência, tendo em vista ser a base material sobre a qual uma sociedade produz a sua história. No artigo “O Brasil – Território e Sociedade no início do século XXI”, é exposto o conceito de que: “quando quisermos definir qualquer pedaço do território, deveremos levar em conta a interdependência e a inseparabilidade entre a materialidade, que inclui a natureza, e o seu uso, que inclui a ação humana, isto é, o trabalho e a política¹⁷. Na obra “Por uma Geografia Nova”, Milton Santos, em 1978, apresenta, segundo Saquet e Silva, que

[...] o território é compreendido como espaço de uma nação, delimitado e regulado. Apresenta elementos fixos, resultantes da ação homem e seu trabalho bem como relações sociais e diferentes formas de ocupação e produção; corresponde ao recorte do espaço pelo processo de formação de um Estado-nação¹⁸.

Os autores completam: “O território pode ser considerado como delimitado, construído e desconstruído por relações de poder que envolvem uma gama muito grande de atores que territorializam suas ações com o passar do tempo”.

No contexto das unidades espaciais para fins de planejamento e gerenciamento dos recursos hídricos brasileiros, outra diferenciação muito relevante é a que trata dos termos *região hidrográfica* e *bacia hidrográfica*, muitas vezes considerados por sinônimos. Esses termos se diferenciam, já que a definição de bacia hidrográfica se fundamenta

15 Brasil. Lei nº 9.985, de 18 de julho de 2000. Regulamenta o art. 225, § 1º, incisos I, II, III e VII da Constituição Federal, institui o Sistema Nacional de Unidades de Conservação da Natureza e dá outras providências. Brasília, 2000b.

16 M. Santos, *A Natureza do Espaço: Técnica e Tempo. Razão e Emoção*, São Paulo, Edusp, 2002.

17 Santos *et al.*, 2001, p. 247.

18 M. A. Saquet e S. S. da Silva, “Milton Santos: Concepções de Geografia, Espaço e Território”, *Geo UERJ*, ano 10, vol. 2, n. 18, pp. 24-42, 2º semestre 2008.

especialmente no critério de sua abrangência espacial, e o conceito de região hidrográfica pauta-se, sobretudo, no critério político-administrativo. Para tanto, o Conselho Nacional de Recursos Hídricos (CNRH), por meio da Resolução nº 32, de 15 de outubro de 2003, objetivando reverenciar as diversidades sociais, econômicas e ambientais do país, estabeleceu a Divisão Hidrográfica Nacional, que emprega o termo regiões hidrográficas, definidas no art. 1º, parágrafo único, como:

Considera-se como região hidrográfica o espaço territorial brasileiro compreendido por uma bacia, grupo de bacias ou sub-bacias hidrográficas contíguas com características naturais, sociais e econômicas homogêneas ou similares, com vistas a orientar o planejamento e gerenciamento dos recursos hídricos¹⁹.

De acordo com a referida resolução, o Brasil possui doze regiões hidrográficas (Figura 1): Amazonas, Atlântico Leste, Atlântico Nordeste Ocidental, Atlântico Nordeste Oriental, Atlântico Sudeste, Atlântico Sul, Paraguai, Paraná, Parnaíba, São Francisco, Tocantins-Araguaia e Uruguai²⁰. Essas regiões hidrográficas representam, em alguns casos, territórios que ultrapassam as fronteiras nacionais, e, por outro lado, há as bacias hidrográficas que se restringem ao território do Brasil, configurando diferentes formas territoriais de gerenciamento e planejamento dos recursos hídricos.

Figura 1 – Divisão Hidrográfica Nacional



Fonte: CNRH. Resolução nº 32, de 15 de outubro de 2003. Institui a Divisão Hidrográfica Nacional. [S.l.], 2003.

19 CNRH. Resolução nº 32, de 15 de outubro de 2003. Institui a Divisão Hidrográfica Nacional. [S.l.], 2003.

20 *Idem*.

A Bacia Hidrográfica como Unidade Territorial de Planejamento

Um Pouco do Contexto Brasileiro

A partir de 1984, os Estados brasileiros propõem o Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos²¹, e a Constituição Federal de 1988²², ao dispor de um capítulo sobre meio ambiente, institui o Sistema Nacional de Gestão dos Recursos Hídricos (Singreh), com repercussões importantes na gestão dos recursos hídricos. A Constituição Federal constitui-se num importante marco na legislação brasileira, versando a temática ambiental em diversos títulos e capítulos, de forma explícita ou implícita. No entanto, é nomeadamente no capítulo VI, em seu artigo 225, que se encontra todo o arcabouço norteador do direito ambiental brasileiro. Com a Constituição de 1988, inicia-se uma nova etapa na gestão de recursos hídricos, designada “modelo sistêmico de integração participativa”, diferenciando-se do modelo econômico-financeiro, pois, segundo Ferreira, “além de examinar o crescimento econômico, também verifica a equidade social e o equilíbrio ambiental. A integração desses objetivos deve dar-se na forma de uma negociação social, ainda no âmbito da unidade de planejamento da bacia hidrográfica”²³.

Importante discorrer também que, em 1989, de acordo com Lima²⁴, foi instituída a cooperação técnica com a França – projeto piloto da bacia hidrográfica do rio Doce –, que subsidiou a modernização da legislação brasileira de gerenciamento de recursos hídricos, desenvolvendo um modelo técnico-financeiro e institucional que foi estendido posteriormente à bacia do rio Paraíba do Sul. Assim, em 1990, foi criado o grupo de trabalho com o objetivo de propor a regulamentação do Singreh.

A adoção da bacia hidrográfica como unidade territorial de planejamento ambiental, no Brasil, foi estabelecida primeiramente na Política Nacional de Recursos Hídricos (PNRH), com a promulgação da Lei Federal nº 9.433, de 8 de janeiro de 1997²⁵, tornando-se o documento orientador da gestão das bacias hidrográficas no país. Com a Lei das Águas, estabeleceram-se as diretrizes e os princípios básicos para os recursos hídricos, como um recurso limitado e um bem público com valor econômico, a ser gerido em nível de bacias hidrográficas, e instituiu o Singreh, integrando a União e os estados. Conferiu na gestão de recursos hídricos o seu caráter descentralizador e participativo, esse ao inovar com os comitês de bacias hidrográficas que une poderes públicos nas três instâncias, usuários e sociedade civil.

21 Brasil, *op. cit.*, 1997a.

22 Brasil, [Constituição da República Federativa do Brasil de 1988](#). Brasília, 1988.

23 D. L. do N. Ferreira, “Território e Bacia Hidrográfica: Reflexões Teóricas para um Modelo de Gestão dos Recursos Hídricos na Amazônia”, em C. N. da Silva, J. M. P. da Silva e C. A. N. Chagas (org.), *Geografia na Amazônia Paraense: Territórios e Paisagens*, Belém, GAPTA/UFPA, 2015, p. 74.

24 A. M. M. de Lima, *Manejo de Bacias Hidrográficas*, curso de especialização em Gestão Hídrica e Ambiental, Belém, Universidade Federal do Pará, 2019 (apostila).

25 Brasil, *op. cit.*, 1997a.

O Singreh trata de uma estrutura de governança instituída no Brasil, na esfera federal ou estadual, conforme o domínio dos corpos hídricos para a gestão dos recursos hídricos, constituído por organismos colegiados, com o intuito de debater e deliberar sobre a gestão dos recursos hídricos (pois são órgãos consultivos e deliberativos), e por órgãos administrativos, responsáveis por implementar a Política Nacional de Recursos Hídricos. O Singreh é composto por:

- Conselho Nacional de Recursos Hídricos (CNRH);
- Secretaria Nacional de Segurança Hídrica (SNSH), vinculada ao Ministério do Desenvolvimento Regional (MDR);
- Agência Nacional de Águas e Saneamento Básico (ANA) e pelos conselhos estaduais de recursos hídricos (CERHs);
- órgãos gestores estaduais de recursos hídricos;
- comitês de bacia hidrográfica (interestaduais e estaduais); e
- agências de água (vinculadas aos comitês).

A PNRH é considerada uma lei moderna ao criar condições para identificação de conflitos pelo uso das águas, por meio dos planos de recursos hídricos das bacias hidrográficas, e arbitrar conflitos no âmbito administrativo, democratizando a gestão dos recursos hídricos ao estabelecer como fundamento o respeito aos usos múltiplos, tendo a prioridade em casos de escassez, o abastecimento humano e dessedentação animal.

O uso de bacia hidrográfica como unidade planejamento segue então na Lei nº 11.445, de 5 de janeiro de 2007²⁶, que estabelece as diretrizes nacionais para o saneamento básico, e na Lei nº 12.651, de 25 de maio de 2012²⁷, que apresenta o Novo Código Florestal Brasileiro. Diante disso, algumas regulamentações da Lei nº 6.938, de 31 de agosto de 1981²⁸, que dispõe da Política Nacional do Meio Ambiente (PNMA), também consideram a bacia hidrográfica como unidade de planejamento.

26 Brasil. Lei nº 11.445, de 5 de janeiro de 2007. Estabelece diretrizes nacionais para o saneamento básico; altera as Leis nos 6.766, de 19 de dezembro de 1979, 8.036, de 11 de maio de 1990, 8.666, de 21 de junho de 1993, 8.987, de 13 de fevereiro de 1995; revoga a Lei no 6.528, de 11 de maio de 1978; e dá outras providências. Brasília, 2007.

27 Brasil. Lei nº 12.651, de 25 de maio de 2012. Dispõe sobre a proteção da vegetação nativa; altera as Leis nºs 6.938, de 31 de agosto de 1981, 9.393, de 19 de dezembro de 1996, e 11.428, de 22 de dezembro de 2006; revoga as Leis nºs 4.771, de 15 de setembro de 1965, e 7.754, de 14 de abril de 1989, e a Medida Provisória nº 2.166-67, de 24 de agosto de 2001; e dá outras providências.

28 Brasil. Lei nº 6.938, de 31 de agosto de 1981. Dispõe sobre a Política Nacional do Meio Ambiente, seus fins e mecanismos de formulação e aplicação, e dá outras providências. Brasília, 1981.

Dessa forma, a necessidade de interação e integração dos fatores bióticos, abióticos e culturais na gestão de bacias hidrográficas é registrada por Santos²⁹ e corroborada por Carvalho, ao registrar que:

[...] a gestão hídrica a partir do território da bacia hidrográfica como unidade de planejamento, tem entre os seus objetivos a gestão sistemática apropriada aos recursos hídricos, considerando as características específicas das diversas regiões do Brasil, como: físicas, bióticas, demográficas, econômicas, sociais e culturais, entre outras que se fizerem necessárias, de tal forma a considerar a gestão ambiental e a articulação das ações com as dos diversos setores usuários nos âmbitos dos planejamentos regional, estadual e nacional³⁰.

No ano de 2001, com a Lei nº 9.984, de 17 de julho de 2000³¹, foi criada a Agência Nacional de Águas e Saneamento Básico (ANA), entidade federal de implementação da Política Nacional de Recursos Hídricos, integrante do Singreh. A ANA, completando a estrutura institucional da gestão de recursos hídricos do país, torna-se responsável pela instituição de normas de referência para a regulação dos serviços públicos de saneamento básico, função [dada pela Lei nº 14.026, de 2020](#)³², que altera a Lei nº 9.984/2000 e a 11.445/2007.

E o Que é uma Bacia Hidrográfica?

Diversos conceitos de bacia hidrográfica são apresentados relacionados ao ciclo hidrológico. Segundo Alves³³, bacia hidrográfica é a área da superfície terrestre delimitada pelo relevo, que tem um funcionamento sistêmico e dinâmico, identificado pela entrada de material e energia (precipitação atmosférica), pela rede de drenagem, circulação interna desse material (escoamento superficial e subsuperficial) e pela sua saída (exutório).

Todavia, esses conceitos utilizados há muito tempo restringiam a bacia hidrográfica ao domínio hidrológico, uma vez que o seu caráter complexo não era admitido ou conhecido. Garlet e colaboradores confirmam essa referência ao apresentar a bacia hidrográfica como:

29 D. G. dos. Santos, "A Experiência Brasileira na Elaboração de Planos Diretores como Instrumentos de Gestão de Recursos Hídricos", em D. D. da. Silva e F. F. Pruski (eds.), *Gestão de Recursos Hídricos: Aspectos Legais, Econômicos Administrativos e Sociais*, Brasília, SRH, 2000

30 A. T. F. Carvalho, "Bacia Hidrográfica como Unidade de Planejamento: Discussão sobre os Impactos da Produção Social na Gestão de Recursos Hídricos no Brasil", *Caderno Prudentino de Geografia*, Presidente Prudente, n. 42, vol. 1, p. 140, jan.-jun. 2020.

31 Brasil. [Lei nº 9.984, de 17 de julho de 2000](#). Dispõe sobre a criação da Agência Nacional de Águas e Saneamento Básico (ANA). Brasília, 2000a.

32 Brasil. [Lei nº 14.026, de 15 de julho de 2020](#). Atualiza o marco legal do saneamento básico e altera a Lei nº 9.984, de 17 de julho de 2000. Acesso em 9 out. 2022.

33 L. A. Alves, *op. cit.*, 2019.

[...] áreas drenadas por um determinado rio ou por um sistema fluvial até seu exutório, funcionando como um sistema aberto, no qual a quantidade de água que chega até o sistema fluvial depende da área da bacia, da precipitação total e das perdas devido à evapotranspiração e à infiltração, em que cada um dos elementos possui uma função própria, se estruturando e se inter-relacionando³⁴.

De tal modo, Tucci³⁵ apresenta a bacia hidrográfica como uma área de captação natural da água de precipitação que faz convergir o escoamento para um único ponto de saída, composta de um conjunto de superfícies vertentes e de uma rede de drenagem formada por cursos de água que confluem até resultar em um leito único no seu exutório.

Todavia, Christofolletti já considerava a interdependência de diversos fatores na bacia hidrográfica ao defini-la como “um conjunto de canais de escoamento inter-relacionados que formam a bacia de drenagem”³⁶, estando esses canais dispostos em hierarquias: rios de 1ª e 2ª ordem, e assim em diante, como exposto na Figura 2.

Figura 2 – Sistematização da ordem dos cursos d’água com apresentação de ramificação de 1ª ordem; cursos que recebem apenas outros de 1ª ordem são os de 2ª ordem; cursos que recebem apenas outros de 2ª ordem são de terceira ordem; e assim por diante



Fonte: A. M. M. de Lima, *Manejo de Bacias Hidrográficas*, curso de especialização em Gestão Hídrica e Ambiental, Belém, Universidade Federal do Pará, 2019 (apostila).

34 B. Garlet, *et al.*, “Mapeamento do Uso e Ocupação do Solo da Microbacia Hidrográfica Nossa Senhora de Lourdes, em Santa Maria – RS”, *Disciplinarum Scientia*, Série: Naturais e Tecnológicas, Santa Maria (RS), vol. 14, n. 2, p. 236, mar. 2013.

35 C. E. M. Tucci, *Hidrologia: Ciência e Aplicação*, 2. ed., Porto Alegre, ABRH/Editora da UFRGS, 1997.

36 A. Christofolletti, *op. cit.*, 1980.

Vilaça e colaboradores³⁷ garantem que a delimitação da bacia hidrográfica a partir de *divisores de águas* permite analisar de forma sistêmica elementos, fatores e relações ambientais, sociais e econômicas a partir de demandas e ofertas existentes em sua área, mas também externamente.

Nesse sentido, esse tipo de recorte espacial tem sido adotado na gestão hídrica como “unidades físicas de reconhecimento, caracterização e avaliação, a fim de facilitar a abordagem sobre os recursos hídricos”.

Destaca-se que divisores de água são a linha que representa os limites da bacia, a sua demarcação, determinando o sentido de fluxo da rede de drenagem e a área de captação da bacia hidrográfica, que, segundo Villela e Mattos³⁸, é denominado de divisor topográfico. Para Christofolletti³⁹, a cobertura vegetal, a topografia, o solo e os aquíferos subterrâneos são os elementos componentes; já a precipitação, os fluxos induzidos e as transferências interbacias são os processos considerados *inputs* e *outputs* que alteram a dinâmica das bacias.

Deste modo, pelo fato de a bacia hidrográfica ser um sistema ambiental aberto (Figura 3), já que os elementos se relacionam entre si e entre seus atributos, pois cada elemento exerce interação com todo o sistema, qualquer modificação em algum elemento que compõe a bacia acarreta uma alteração em todo sistema, mas manterá o equilíbrio dinâmico, como se pode observar no texto de Carvalho:

[...] as bacias hidrográficas são sistemas abertos, que recebem energia através de agentes climáticos e perdem energia através do deflúvio e evapotranspiração. Desta forma, mesmo quando perturbadas por ações antrópicas, encontram-se em equilíbrio dinâmico. Desta maneira, qualquer modificação no recebimento ou na liberação de energia, ou modificação na forma do sistema, acarretará uma mudança compensatória que tende a minimizar o efeito da modificação e promover o estado de equilíbrio dinâmico⁴⁰.

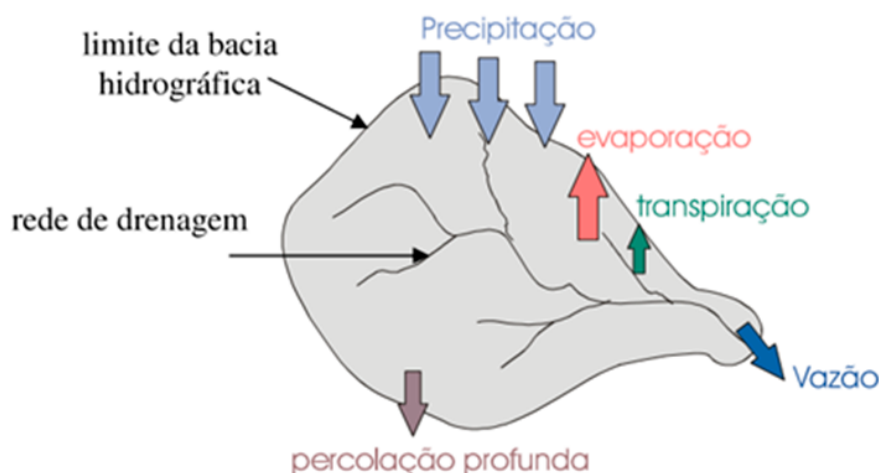
37 M. F. Vilaça et al., *Bacia Hidrográfica como Unidade de Planejamento e Gestão: O Estudo de Caso do Ribeirão Conquista no Município de Itaguara* – MG, Minas Gerais, 2008.

38 S. M. Villela e A. Mattos, *Hidrologia Aplicada*, São Paulo, McGraw-Hill do Brasil, 1975.

39 A. Christofolletti, *op. cit.*, 1980.

40 A. T. F. Carvalho, *Metodologia para Avaliação de Sustentabilidade Hidroambiental para Projetos de Intervenções em Rios Perenes (MASRios)*, tese de doutorado em Engenharia Civil, Recife, Universidade Federal de Pernambuco, 2018, p. 39.

Figura 3 – Representação da bacia hidrográfica como um sistema ambiental aberto



Fonte: A. R. da Paz, *Hidrologia Aplicada*, curso de graduação em Engenharia de Bioprocessos e Biotecnologia na unidade de Caxias do Sul, Universidade Estadual do Rio Grande do Sul, 2004 (apostila), p. 16.

Sub-bacias e Microbacias

Rocha⁴¹, ao apresentar a bacia hidrográfica como a unidade física natural, aponta que ela pode ser classificada conforme a menor ordem dos rios contidos nela, como: uma bacia de 3ª ordem, por exemplo, contém ravinas (1ª ordem), canais (2ª ordem) e tributários perenes (3ª ordem), trazendo os conceitos de sub-bacias e microbacias:

As *sub-bacias* são áreas de drenagem dos tributários do curso d'água principal e possuem áreas maiores que 100 km² e menores que 700 km². A *microbacia* possui toda a sua área com drenagem direta ao curso principal de uma sub-bacia, e várias microbacias formam uma sub-bacia, possuindo área inferior a 100 km²⁴².

Lima⁴³ define *microbacia* como sendo aquela cuja área é tão pequena que a sensibilidade às chuvas de alta intensidade e às diferenças de uso do solo não é suprimida pelas características da rede de drenagem. Assim, a área de uma microbacia pode variar de pouco menos de 1 hectare a até 40 ou mais hectares, podendo, em algumas situações, atingir até 100 hectares ou mais.

Entretanto, Ferreira⁴⁴ aponta as divergências entre os conceitos de microbacia e sub-bacia, associando o tamanho da área às características físicas e ecológicas. A microbacia, por ter uma extensão menor, permite estudos mais detalhados e um melhor entendimento das interações entre o uso e ocupação do solo e as variáveis ambientais, podendo prever

41 J. S. M. Rocha, *Manual de Manejo Integrado de Bacias Hidrográficas*, Santa Maria, UFSM, 1991.

42 J. Faustino, *Planificación y Gestión de Manejo de Cuencas*, Turrialba, Catie, 1996.

43 W. de P. Lima, *Hidrologia Florestal Aplicada ao Manejo de Bacias Hidrográficas*, Piracicaba, Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, USP, 2008.

44 Ferreira (2018).

os riscos à saúde ambiental da microbacia e contribuir com a manutenção ao longo do tempo de suas funções.

Sintetizando, Lima apresenta que, de acordo com o grau de concentração da rede de drenagem

[...] as *regiões hidrográficas* são o conjunto de bacias hidrográficas; *sub-bacia* é toda área com drenagem direta ao curso principal da bacia, várias sub-bacias formam uma bacia; e *microbacia* é toda área com drenagem direta ao curso principal de uma sub-bacia, várias microbacias formam uma sub-bacia⁴⁵.

Os Planos de Bacias como Instrumento de Planejamento e Gestão de Bacias Hidrográficas

A Política Nacional de Recursos Hídricos⁴⁶, ao advertir que a água é um bem de domínio público, dotado de valor econômico, cujos usos prioritários são o abastecimento humano e a dessedentação de animais, deve adotar na sua gestão como unidade territorial de planejamento a bacia hidrográfica. Ao prever a bacia hidrográfica como unidade territorial para a implementação da política, aponta como diretriz a articulação do planejamento dos recursos hídricos com os planejamentos regional, estadual e nacional.

O planejamento ambiental decorre, segundo Silva e Monteiro⁴⁷, da necessidade de organização e o ordenamento dos usos, buscando compatibilizar com a proteção ambiental, e apresenta como metas principais a conservação dos recursos naturais e a segurança hídrica, que se destacam tanto por evitar a perda da biodiversidade quanto pela diminuição da disponibilidade hídrica na bacia hidrográfica. Ressalta-se que o recorte ambiental de bacia hidrográfica – meio ambiente – garante seu caráter difuso⁴⁸, englobando todos os recursos naturais – água, solo, ar, fauna e flora – e suas relações entre si e com o ser humano, além de compreender os bens culturais.

Nessa perspectiva, Christofolletti⁴⁹ salienta que se faz relevante conhecer os impactos ambientais para a compreensão adequada da realidade concreta e elaboração de cenários futuros, com base na abordagem holística e integrada. Assim, avulta-se que a degradação ambiental nas bacias hidrográficas apresenta relação direta com o uso

45 A. M. M. de Lima, *op. cit.*, 2019.

46 Brasil, *op. cit.*, 1997a.

47 E. V. e Silva e I. C. C. Monteiro, "A Construção do Conceito de Bacia Hidrográfica por Alunos do Ensino Fundamental – Ciclo I: Uma Proposta Interacionista para o Ensino de Ciências", *Jornada Científica*, vol. 1, n. 2, out. 2016.

48 A Constituição Federal de 88 ao definir meio ambiente como bem de uso comum do povo e essencial à sadia qualidade de vida, configurou o meio ambiente ao mesmo tempo como direito difuso e como direito fundamental da pessoa humana.

49 A. Christofolletti, *Modelagem de Sistemas Ambientais*, São Paulo, Edgard Blücher, 1999.

e ocupação do solo, impermeabilização, canalização de córregos, rios e pequenos talvegues, que atingem o ambiente de diversas maneiras.

O planejamento ambiental, na perspectiva hídrica, define as melhores alternativas de utilização dos recursos hídricos e orienta a tomada de decisão, de modo a alcançar o desenvolvimento sustentável a partir das dimensões ambientais, sociais e econômicas, entre outras.

Ao mencionar as bacias hidrográficas como unidades espaciais de dimensões variadas, Carvalho⁵⁰ expressa que nelas se organizam os recursos hídricos superficiais em função das relações entre a estrutura geológico-geomorfológica e as condições climáticas, onde os cursos d'água são sistemas ambientais complexos e possuem importância como elemento componente e transformador da paisagem geográfica, bem como fonte de recurso natural.

Sobre isso, Tucci⁵¹ explana que a análise a partir da bacia hidrográfica permite observar em detalhes a variação dos diferentes processos que ocorrem nela, e que, com base no registro das variáveis hidrológicas envolvidas, é possível entender melhor os fenômenos e procurar representá-los matematicamente, permitindo a integração multidisciplinar entre diferentes sistemas de gerenciamento, estudo e atividade ambiental.

Como unidade territorial para gestão de recursos hídricos, o recorte espacial da bacia hidrográfica passou a ser institucionalizado no Brasil, por meio da PNRH, conforme a Lei Federal nº 9.433/1997⁵², sendo esta destinada ao desenvolvimento e à aplicação de políticas, planos, programas, instrumentos e ações de cunho estratégico. Assim, tanto as Políticas Nacional e Estaduais de Recursos Hídricos propõem os instrumentos de gestão de forma a garantir a sua implementação e alcançar os seus objetivos, entre eles, garantir água de boa qualidade e quantidade à atual e às futuras gerações. Constituem-se instrumentos de planejamento (planos e enquadramento), de disciplinamento (outorga), de incentivo (cobrança) e de apoio (sistemas de informação). Os instrumentos são interdependentes e se articulam entre si e aos distintos instrumentos de gestão ambiental para garantir uma efetiva implementação dessa política (Figura 4 e Quadro 1).

50 A. T. F. Carvalho, *op. cit.*, 2018.

51 C. E. M. Tucci, "Controle de Enchentes", em *Hidrologia: Ciência e Aplicação*, Porto Alegre, ABRH-Edusp, 1993.

52 Brasil, *op. cit.*, 1997a.

Figura 4 – Instrumentos de gestão de recursos hídricos e sua interrelação



Fonte: Agência Nacional de Águas E Saneamento Básico (ANA), *Conjuntura dos Recursos Hídricos no BRASIL 2021: Relatório Pleno*, Brasília, 2022.

Quadro 1 – Instrumentos de gestão previstos nas Políticas Nacional e Estadual de Recursos Hídricos

Instrumentos	Planejamento	Disciplinamento	Incentivo	De apoio
Planos de Recursos Hídricos				
Enquadramento dos corpos de água em classes, segundo os usos preponderantes da água				
Outorga dos direitos de uso de recursos hídricos				
Cobrança pelo uso de recursos hídricos				
Sistema de Informações sobre Recursos Hídricos				

Fonte: adaptado de Agência Nacional de Águas e Saneamento Básico (ANA), *op. cit.*, 2022.

No ano de 2001, com a criação da Agência Nacional de Águas (ANA) pela Lei nº 9.984, de 17 de julho de 2000⁵³, de forma a complementar a estrutura institucional da gestão de recursos hídricos do país, a entidade passa a ser responsável pela implantação da Política Nacional de Recursos Hídricos, detendo o poder outorgante de fiscalização e de cobrança pelo uso da água⁵⁴. Com estrutura institucional e operativa, a ANA, atual Agência

⁵³ Brasil, *op. cit.*, 2000a.

⁵⁴ M. F. A. Porto e R. L. L. Porto, "Gestão de Bacias Hidrográficas", *Estudos Avançados*, vol. 22, n. 63, pp. 43-60, 2008.

Nacional de Águas e Saneamento Básico, passa a coordenar a gestão descentralizada e compartilhada dos recursos hídricos em consonância com as atribuições dos órgãos gestores de cada estado da federação brasileira.

Dessa forma, a elaboração do plano compete à ANA, e sua aprovação é de responsabilidade dos comitês de bacias hidrográficas. Assim, a gestão descentralizada e participativa de recursos hídricos é um procedimento que se estabelece basicamente pela atuação do COBH. O COBH representa um fórum de discussão onde se dá a descentralização das decisões, envolvendo os diversos usuários da água, a sociedade civil organizada e o poder público atuante nessas bacias.

De acordo com a ANA, os comitês de bacia hidrográfica (COBH) são:

[...] órgãos colegiados, de caráter consultivo e deliberativo, previstos na estrutura do Singreh. Constituem fórum de debates para a tomada de decisões sobre questões relacionadas à gestão dos recursos hídricos. A implementação dos instrumentos de gestão, a mediação de conflitos pelo uso da água como primeira instância recursal, e a aplicação dos recursos financeiros oriundos da cobrança pelo uso dos recursos hídricos na bacia, são exemplos de assuntos tratados nos comitês. Seus representantes são escolhidos por meio de um processo eletivo para serem porta-vozes dos interesses e anseios das categorias que representam. Sua composição deve incluir representantes governamentais das três esferas de poder, usuários de recursos hídricos e entidades civis de recursos hídricos, todos com atuação comprovada na bacia⁵⁵.

Contudo, Carvalho⁵⁶ destaca que alguns estados brasileiros ainda não possuem seu território totalmente atendido por este tipo de organização, o que pode refletir de forma comprometedor no planejamento territorial e na gestão hídrica estadual, gerando impactos sociais, econômicos e ambientais sobre seus territórios (Figura 5).

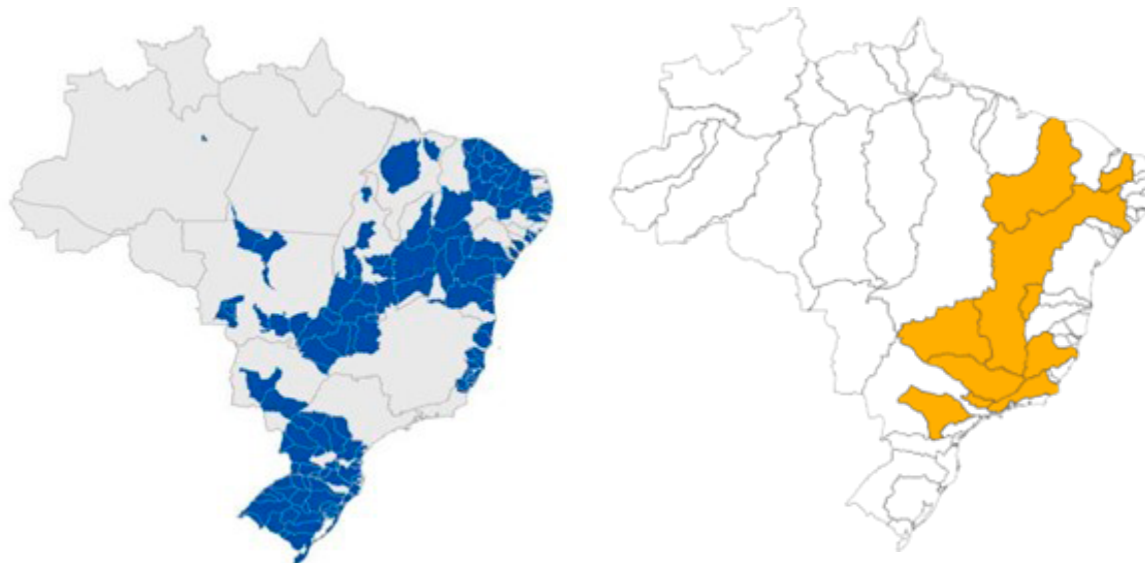
Para Carvalho, os comitês de bacias hidrográficas podem aproximar a “compreensão da dimensão do território da produção social às questões técnicas do planejamento da bacia, promovendo inclusão, integração e colaboração de atores sociais envolvidos na problemática em questão”⁵⁷.

55 Agência Nacional de Água e Saneamento (ANA), *op. cit.*, 2021.

56 A. T. F. Carvalho, *op. cit.*, 2020.

57 *Idem*, p. 152.

Figura 5 – Situação dos comitês de bacias hidrográficas estaduais (à esquerda) e interestaduais (à direita) no Brasil em 2020



Fonte: Agência Nacional de Águas e Saneamento Básico (ANA), *op. cit.*, 2022.

Todavia, apesar desta descentralização das competências e da aplicação de instrumentos de gestão, a ANA e os órgãos gestores estaduais não detêm o controle do uso e ocupação da terra, tornando-se um grande desafio político o planejamento hídrico eficaz. A obtenção dos objetivos deste Plano Nacional se dará com a elaboração, atualização e consolidação dos planos das bacias hidrográficas.

E assim, com a necessidade de legislação específica para esta unidade territorial, a gestão e gerenciamento dos recursos hídricos passa a ter como instrumento orientador o Plano Nacional de Recursos Hídricos, estabelecido também pela Lei nº 9.433/1997⁵⁸. Esse Plano Nacional de Recursos Hídricos torna-se um importante instrumento de planejamento e gestão previsto na PNRH, compreendendo o diagnóstico e as ações a serem realizadas para o gerenciamento, recuperação e preservação dos recursos hídricos.

Os Planos de Recursos Hídricos têm como objetivo principal fundamentar e nortear a implementação das [Políticas Nacional](#) e [Estadual de Recursos Hídricos](#) e o gerenciamento destes, a curto, médio e longo prazo, com horizonte de planejamento compatível com o período de implantação de seus programas e projetos, devendo ser acompanhados de revisões periódicas.

Os planos de recursos hídricos podem ser elaborados por bacia hidrográfica, por estado e para o país:

⁵⁸ Brasil, *op. cit.*, 1997a.

- Plano Nacional de Recursos Hídricos – Abrange todo o território nacional e possui caráter estratégico, contendo metas, diretrizes e programas gerais.
- Plano Estadual (Distrital) de Recursos Hídricos – Trata-se de plano estratégico de abrangência estadual, ou do Distrito Federal, com ênfase nos sistemas estaduais de gerenciamento de recursos hídricos;
- Plano de Bacia Hidrográfica, também denominado de plano diretor de recursos hídricos – É o documento programático para a bacia, contendo as diretrizes de usos dos recursos hídricos e as medidas correlatas.

Os Planos de Recursos Hídricos devem apresentar o seguinte conteúdo mínimo:

- Diagnóstico da situação dos recursos hídricos da bacia hidrográfica.
- Análise de opções de crescimento demográfico, de evolução de atividades produtivas e de modificação dos padrões de ocupação do solo.
- Balanço entre disponibilidades e demandas atuais e futuras dos recursos hídricos, em quantidade e qualidade, com identificação de conflitos potenciais.
- 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 de metas previstas, com estimativas de custos.
- Prioridade para outorga de direito de uso de recursos hídricos.
- Diretrizes e critérios para cobrança pelo uso dos recursos hídricos.
- Propostas para a criação de áreas sujeitas à restrição de uso, com vistas à proteção de recursos hídricos e de ecossistemas aquáticos.

Desse modo, segundo Carvalho:

[...] a gestão hídrica a partir do território da bacia hidrográfica como unidade de planejamento, tem entre os seus objetivos a gestão sistemática adequada dos recursos hídricos, considerando as diversidades físicas, bióticas, demográficas, econômicas, sociais e culturais das diversas regiões do Brasil, considerando a gestão ambiental e a articulação das ações com as dos diversos setores usuários nos âmbitos dos planejamentos regional, estadual e nacional⁵⁹.

Porém, de acordo com Porto e Porto,

[...] há certamente dificuldades em se lidar com esse recorte geográfico, uma vez que os recursos hídricos exigem a gestão compartilhada com a administração pública, órgãos de saneamento,

59 A. T. F. Carvalho, *op. cit.*, 2020, p. 148.

instituições ligadas à atividade agrícola, gestão ambiental, entre outros, e a cada um desses setores corresponde uma divisão administrativa certamente distinta da bacia hidrográfica⁶⁰.-

Neste caso, segundo Carvalho⁶¹, para o sucesso de sua aplicação, a utilização dos recursos hídricos e as intervenções nos cursos d'água precisam ser efetuadas tendo em vista a sustentabilidade, promovendo a gestão de recursos hídricos fundamentada em um conjunto de ações destinadas a regular o uso, o controle e a proteção desses recursos, embasados na legislação e nas normas pertinentes.

Como expresso na Lei Federal nº 9.433/1997⁶², atores sociais como organizações integrantes do Singreh possuem dentre seus objetivos coordenar a gestão integrada das águas de forma a arbitrar administrativamente os conflitos relacionados com os recursos hídricos, implementando e participando de forma ativa nas ações de planejamento, tendo consciência de seu papel, bem como, da visão sistêmica além dos limites físico-naturais das bacias hidrográficas, a considerar “diferentes aspectos políticos, sociais, econômicos, ambientais, técnicos ou administrativos, para gerir os recursos hídricos em diferentes contextos territoriais”⁶³.

O conjunto de diretrizes, metas e programas que constituem o PNRH foi construído em amplo processo de mobilização e participação social, a partir de uma série de estudos técnicos, bem como de diversas reuniões e discussões com a participação de representantes do Poder Público, dos setores usuários de recursos hídricos e da sociedade em geral⁶⁴. O PNRH foi aprovado por meio da Resolução nº 58/2006, do Conselho Nacional de Recursos Hídricos (CNRH, e, posteriormente, revisado no ano de 2012, para o quadriênio 2012-2015⁶⁵) e, em 2016, para o quadriênio 2016-2020, por meio da Resolução CNRH nº 181/2016, que aprova as Prioridades, Ações e Metas do Plano Nacional de Recursos Hídricos para 2016-2020. Destaca-se que o art. 3 da Resolução CNRH nº 58/2006 estabelece que o PNRH deva ser revisto a cada quatro anos, para orientar a elaboração dos Programas Plurianuais (PPAs) federal, estaduais e distrital, bem como seus respectivos orçamentos anuais. O PNRH veio com o objetivo de estabelecer um pacto nacional para a definição de diretrizes e políticas públicas voltadas para a melhoria da oferta de água, em quantidade e qualidade, gerenciando as demandas e considerando ser a água um elemento estruturante para a implementação das políticas setoriais, sob a ótica do desenvolvimento sustentável e da inclusão social.

60 M. F. A. Porto e R. L. L. Porto, *op. cit.*, 2008.

61 A. T. F. Carvalho, *op. cit.*, 2018.

62 Brasil, *op. cit.*, 1997a.

63 L. F. G. Mesquita, “Os Comitês de Bacias Hidrográficas e o Gerenciamento Integrado na Política Nacional de Recursos Hídricos”. *Revista Desenvolvimento e Meio Ambiente*, vol. 45, p. 70, 2018.

64 Agência Nacional de Água e Saneamento (ANA), [Conjuntura dos Recursos Hídricos no Brasil 2021 – Relatório Pleno](#), Brasília, 2021 (formato digital). Acesso em: 13 out. 2022.

65 Agência Nacional de Água e Saneamento (ANA), [Plano Nacional de Recursos Hídricos: Prioridades 2012-2015](#), Brasília, 2011.

A partir da parceria entre a ANA e o Ministério do Desenvolvimento Regional (MDR), foi elaborado o PNRH 2022-2040, pautado pela construção de forma abrangente e cooperativa, envolvendo os atores do Singreh e da sociedade, em debates sobre as principais questões relacionadas à Política Nacional de Recursos Hídricos. O PNRH 2022-2040 é composto por dois volumes e um anexo normativo. O Volume I é o Relatório de Conjuntura 2021, que apresenta o Diagnóstico e o Prognóstico dos Recursos Hídricos no Brasil. De forma complementar, o Volume II é o Plano de Ação, com a estratégia para o gerenciamento dos recursos hídricos, formada por Programas e Subprogramas, acompanhado do Anexo Normativo, contendo propostas constituirão a agenda e trabalho do CNRH nos próximos anos⁶⁶. (CNRH; ANA, 2022).

Com a necessidade de estabelecer diretrizes complementares, em dezembro de 2012, o Conselho Nacional de Recursos Hídricos (CNRH) promulgou a Resolução nº 145⁶⁷, que expressa que os Planos de Recursos Hídricos deverão ter um conteúdo que fundamente e oriente a implementação da PNRH e o gerenciamento de recursos hídricos, tomando a bacia hidrográfica como uma unidade de planejamento e estudo, considerando também os demais planos, programas, projetos e estudos existentes relacionados à gestão ambiental, aos setores usuários, ao desenvolvimento regional, ao uso do solo, à gestão dos sistemas estuarinos e zonas costeiras, bem como incidentes na área de abrangência das respectivas bacias hidrográficas.

Complementa reforçando a Resolução CNRH nº 5 de 2000, ao dispor em seu art. 9º que “as condições de exutório definidas no Plano de Recursos Hídricos de uma Sub-Bacia Hidrográfica deverão estar compatibilizadas com o Plano de Recursos Hídricos da Bacia Hidrográfica do Rio Principal”⁶⁸.

No entanto, com as atividades de planejamento de elaboração do novo PNRH, realizou-se a recomposição e detalhamento das Unidades de Gestão de Recursos Hídricos (UGRHs) de domínio da União, definidas pela Resolução CNRH nº 109 de 2010, visando o “reconhecimento das demandas por gestão e definição de tipologias de UGRHs a partir de métricas e indicadores para as diversas bacias hidrográficas brasileiras”⁶⁹, identificando quatro grandes grupos de bacias ou UGRHs⁷⁰:

66 Conselho Nacional de Recursos Hídricos (CNRH) e Agência Nacional de Águas e Saneamento Básico (ANA), [Plano Nacional de Recursos Hídricos: Plano de Ação: Estratégia Para a Implementação do PNRH 2022-2040](#), Brasília, 2022.

67 Conselho Nacional de Recursos Hídricos (CNRH). Resolução nº 145, de 12 de dezembro de 2012. Estabelece diretrizes para a elaboração de Planos de Recursos Hídricos de Bacias Hidrográficas e dá outras providências. [S.l.], 2012.

68 Conselho Nacional de Recursos Hídricos (CNRH). Resolução nº 05, de 10 de abril de 2000. Estabelece diretrizes para a formação e funcionamento dos Comitês de Bacia Hidrográfica. [S.l.], 2000.

69 Conselho Nacional de Recursos Hídricos (CNRH). Resolução nº 109, de 13 de abril de 2010. Cria Unidades de Gestão de Recursos Hídricos de Bacias Hidrográficas de rios de domínio da União – UGRHs e estabelece procedimentos complementares para a criação e acompanhamento dos comitês de bacia. [S.l.], 2010.

70 Brasil. Elaboração do PNRH 2022-2040: Documento Base do Processo Participativo. Versão 0.6. Brasília, MDR/SNSH, 2021.

- UGRHs de domínio da União.
- Bacias litorâneas de domínio da União, com menos de 25 mil km².
- UPGRHs da Região Hidrográfica Amazônica (à exceção das UPGRHs Tapajós e Xingu).
- Conjuntos de bacias litorâneas, incluindo um conjunto de bacias no Pará ao norte do rio Amazonas (margem esquerda), de domínio dos estados.

Estes últimos podem compreender dois tipos de bacia:

- aquelas em que os cursos de água se inserem totalmente em uma única unidade federativa (UF) – Plano de Bacia Hidrográfica de Rios Estaduais (PBHE); e
- aquelas em que o curso de água principal se insere em mais de uma UF – Plano de Bacia Hidrográfica de Rios Interfederativos (PBHI), incluindo os transfronteiriços.

De tal modo, pode-se haver diversos instrumentos de planejamento num mesmo território, como os:

- planos de bacias afluentes à bacia de domínio da União; e
- plano da bacia de domínio da União, o PERH e o PNRH.

A partir da nova agregação espacial pelo detalhamento das UGRHs de domínio da União, determinadas pela Resolução CNRH nº 109 de 2010 ⁷¹, foram delimitadas e identificadas 64 unidades no território nacional, correspondentes *a priori* à área de drenagem *strictu sensu* das bacias hidrográficas de rios de domínio da União, delimitadas a partir do melhor modelo digital de elevação disponível em escala compatível com a base hidrográfica adotada, e os conjuntos de bacias estritamente estaduais (Figuras 6 e 7):

71 *Idem.*

Figura 6 – Proposta de Unidades de Gestão Estratégicas de Recursos Hídricos do PNRH 2022-2040.



Fonte: Brasil. Elaboração do PNRH 2022-2040: Documento Base do Processo Participativo. Versão 0.6. Brasília, MDR/SNSH, 2021.

Figura 7 – Detalhamento das Unidades de Gestão de Recursos Hídricos



Fonte: Brasil, *op. cit.*, 2021.

A Gestão Integrada: o Caráter da Inter e Transdisciplinaridade

No planejamento ambiental as unidades ambientais são identificadas e delimitadas em um determinado espaço físico, observando suas vocações e fragilidades, convergências e conflitos na sua composição geral. Essas unidades podem ser analisadas de forma quantitativa por meio de um trabalho interdisciplinar, porém deve-se compor um processo analítico e sistêmico, considerando a organização hierárquica da natureza e a interrelação entre os fatores ambientais⁷².

E é nesta perspectiva que a bacia hidrográfica surge geograficamente como um recorte espacial de compreensão sistêmica. Desse modo, o conceito de bacia hidrográfica, ao compreender diferentes áreas do conhecimento, leva, por conseguinte, à interdisciplinaridade, integrando diversos olhares. Para Silva e Monteiro⁷³, o conceito de bacia hidrográfica é constituído pelas relações existentes entre água, atmosfera, solo e seres vivos, expondo uma visão integrada e contextualizada do ambiente. Assim, favorece o desenvolvimento de habilidades como a interação e a reflexão na prática sobre os processos de interdependência entre os macro e microssistemas.

No processo de planejamento, a bacia hidrográfica apresenta uma divisão em unidades ambientais, considerando a estrutura e o funcionamento, assim como as semelhanças nas potencialidades, fragilidades, problemas, usos e ocupações. Neste aspecto, as unidades ambientais permitem a formulação de propostas e ações que proporcionem usos e ocupações mais compatíveis com a preservação e conservação da quantidade e qualidade das águas⁷⁴.

O caráter inter e transdisciplinar da gestão integrada de uma bacia hidrográfica induz a uma implicação educativa dessa abordagem, cuja inferência do tripé ensino-pesquisa-extensão garante os atributos da disciplinaridade, requerendo o trabalho em uma equipe multidisciplinar ao envolver diferentes profissionais, permitindo a construção de uma visão poliocular dos problemas ambientais. Nesse sentido, a utilização da bacia hidrográfica como unidade de estudo e análise a partir da qual se darão as diversas etapas do processo educativo e das ações originadas a partir deste é extremamente relevante.

Os resultados da Conferência de Dublin (WMO, 1992) são muito enfáticos ao principiar que a gestão eficaz dos recursos hídricos exige uma abordagem holística, ligando o desenvolvimento social e econômico à proteção dos ecossistemas naturais. Uma gestão eficaz liga os usos da terra e da água em toda a bacia hidrográfica ou aquífero.

72 J. dos S. V. da Silva e R. F. dos Santos, "Zoneamento Para Planejamento Ambiental: Vantagens e Restrições de Métodos e Técnicas", *Cadernos de Ciências e Tecnologia*, Brasília, vol. 21, n. 02, pp. 221-263, maio/ago. 2004.

73 E. V. e Silva e I. C. C. Monteiro, *op. cit.*, 2016.

74 E. P. Dibieso, *Planejamento Ambiental e Gestão dos Recursos Hídricos: Estudo Aplicado à Bacia Hidrográfica do Manancial do Alto Curso do Rio Santo Anastácio/SP*, tese de doutorado em Geografia, Presidente Prudente, Faculdade de Ciências e Tecnologia, Universidade Estadual Paulista, 2013.

Segundo Bressan⁷⁵, tal fato implica que cada parcela do espaço da bacia hidrográfica deve ser considerada em seu todo e, ao mesmo tempo, em sua relação com as demais parcelas (conjunto de propriedades), obedecendo a uma lógica comunitária que oriente a escolha das práticas de manejo do solo, da água, das florestas, além da definição das formas de ocupação do espaço e as opções quanto aos modos de produção a serem implantados ou mantidos.

Assim, a gestão de recursos hídricos, para que seja efetiva, deve ser desenvolvida de forma integrada, considerando todos os aspectos físicos, sociais e econômicos localizados na área de sua bacia hidrográfica. Porém, observa-se que, apesar dessa visão sistêmica, os recursos hídricos, como parte importante do meio físico, são facilmente comprometidos, seja no âmbito da qualidade e/ou quantidade, seja por características como alteração de cursos d'água ou diminuição dos canais de drenagem, tornando o atual cenário de degradação e descaso preocupante⁷⁶.

Tundisi e Matsumura-Tundisi⁷⁷ acentuam a necessidade de uma abordagem sistêmica, integrada e preditiva na gestão das águas com uma descentralização para a bacia hidrográfica.

A delimitação da bacia hidrográfica elaborada a partir de divisores de águas permite analisar de forma sistêmica elementos, fatores e relações ambientais, sociais e econômicas a partir de demandas e ofertas existentes em sua área, mas também externamente. Neste sentido, este tipo de recorte espacial tem sido adotado na gestão hídrica como unidades físicas de reconhecimento, caracterização e avaliação, a fim de facilitar a abordagem sobre os recursos hídricos⁷⁸. A integração dos múltiplos aspectos que estão direta e indiretamente relacionados com o uso dos recursos hídricos e com a sua proteção ambiental representa um importante questionamento da gestão de recursos hídricos atualmente.

Corroborando com a perspectiva de integração entre a gestão dos recursos hídricos e a gestão ambiental, Rodriguez, Silva e Leal⁷⁹ indicam que o planejamento das bacias hidrográficas vem se alterando conceitualmente, primeiro com o enfoque no manejo de águas, depois com uma concepção de bacia hidrográfica como a conjunção de fatores ambientais e, mais recentemente, com uma visão de planejamento ambiental integrado. Entretanto, compreende-se que a implementação de uma gestão de recursos hídricos que considere diversidades físicas, bióticas, demográficas, econômicas, sociais e culturais

75 D. Bressan, *Gestão Racional da Natureza*, São Paulo, Hucitec, 1996.

76 M. A. R. Silva, "Economia dos Recursos Naturais", em P. May, M. C. Lustosa e V. Vinha, (orgs.), *Economia do Meio Ambiente: Teoria e Prática*, Rio de Janeiro, Campus, 2003.

77 J. G. Tundisi e T. Matsumura-Tundisi, *Limnologia*, São Paulo, Oficina de Textos, 2008.

78 M. F. Vilaça et al., *op. cit.*, 2008.

79 J. M. M. Rodriguez, E. V. Silva e A. C. Leal, "Planejamento Ambiental de Bacias Hidrográficas desde a Visão da Geocologia da Paisagem", em A. S. Figueiró e E. Foletto (orgs.), *Diálogos em Geografia Física*, Santa Maria, Ed. da UFSM, 2011.

das diversas regiões do Brasil nas questões territoriais envolvidas pela produção social não é algo fácil, mas pode ser relevante para a concepção e o sucesso do planejamento hídrico. Pois a bacia hidrográfica torna-se o território materializado dessas ações, e tem-se como diretriz básica a articulação da gestão hídrica com a do uso do solo, trabalhando diretamente com os setores usuários e com os planejamentos regional, estadual e nacional.

Referências Bibliográficas

- AGÊNCIA Nacional de Água e Saneamento (ANA). [Conjuntura dos Recursos Hídricos no Brasil 2021 – Relatório Pleno](#). Brasília, 2021 (formato digital). Acesso em: 13 out. 2022.
- _____. [Plano Nacional de Recursos Hídricos: Prioridades 2012-2015](#). Brasília, 2011.
- ALVES, L. A. [“Estudo de Bacia Hidrográfica no Ensino de Geografia”](#). In: *Anais do XV Fórum Ambiental da Alta Paulista*, 2019. Acesso em: 20 out. 2022.
- BRASIL. *Base Nacional Comum Curricular: 1ª Versão*. Brasília, MEC, 2015.
- _____. *Base Nacional Comum Curricular: 2ª Versão Revista*. Brasília, MEC, 2016.
- _____. *Base Nacional Comum Curricular: Educação é a Base. 3ª Versão Revista*. Brasília, MEC, 2017.
- _____. [Constituição da República Federativa do Brasil de 1988](#). Brasília, 1988. Acesso em: 12 out. 2022.
- _____. [Elaboração do PNRH 2022-2040: Documento Base do Processo Participativo. Versão 0.6](#). Brasília, MDR/SNSH, 2021. Acesso em: 14 out. 2022.
- _____. [Lei nº 6.938, de 31 de agosto de 1981](#). Dispõe sobre a Política Nacional do Meio Ambiente, seus fins e mecanismos de formulação e aplicação, e dá outras providências. Brasília, 1981. Acesso em: 20 out. 2022.
- _____. Lei nº 9.433, de 8 de janeiro de 1997. Institui a Política Nacional de Recursos Hídricos, cria o [Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos](#), regulamenta o inciso XIX do art. 21 da Constituição Federal, e altera o art. 1º da Lei nº 8.001, de 13 de março de 1990, que modificou a Lei nº 7.990, de 28 de dezembro de 1989. Brasília, 1997a. Acesso em 20 out. 2022.
- _____. [Lei nº 9.984, de 17 de julho de 2000](#). Dispõe sobre a criação da Agência Nacional de Águas e Saneamento Básico (ANA). Brasília, 2000a. Acesso em: 17 out. 2022.
- _____. [Lei nº 9.985, de 18 de julho de 2000](#). Regulamenta o art. 225, § 1º, incisos I, II, III e VII da Constituição Federal, institui o Sistema Nacional de Unidades de Conservação da Natureza e dá outras providências. Brasília, 2000b. Acesso em: 20 out. 2022.
- _____. [Lei nº 11.445, de 5 de janeiro de 2007](#). Estabelece diretrizes nacionais para o saneamento básico; altera as Leis nºs 6.766, de 19 de dezembro de 1979, 8.036, de 11 de maio de 1990, 8.666, de 21 de junho de 1993, 8.987, de 13 de fevereiro de 1995; revoga a Lei nº 6.528, de 11 de maio de 1978; e dá outras providências. Brasília, 2007. Acesso em 20 out. 2022.
- _____. [Lei nº 12.651, de 25 de maio de 2012](#). Dispõe sobre a proteção da vegetação nativa; altera as Leis nºs 6.938, de 31 de agosto de 1981, 9.393, de 19 de dezembro de 1996, e 11.428, de 22 de dezembro de 2006; revoga as Leis nºs 4.771, de 15 de setembro de 1965, e 7.754, de 14 de abril de 1989, e a Medida Provisória nº 2.166-67, de 24 de agosto de 2001; e dá outras providências. Acesso em 20 out. 2022.
- _____. [Lei nº 14.026, de 15 de julho de 2020](#). Atualiza o marco legal do saneamento básico e altera a Lei nº 9.984, de 17 de julho de 2000. Acesso em 9 out. 2022.

- _____. *Parâmetros Curriculares Nacionais (1ª a 4ª Série): Meio Ambiente, Saúde*. Secretaria de Educação Fundamental. Volume 9. Brasília, Secretaria de Educação Fundamental, 1997b, vol. 9.
- _____. [Plano Nacional de Recursos Hídricos](#). Brasília, 1997c. Acesso em 20 out. 2022.
- BRESSAN, D. *Gestão Racional da Natureza*. São Paulo, Hucitec, 1996.
- CARVALHO, A. T. F. “Bacia Hidrográfica como Unidade de Planejamento: Discussão sobre os Impactos da Produção Social na Gestão de Recursos Hídricos no Brasil”. *Caderno Prudentino de Geografia*, Presidente Prudente, n. 42, vol. 1, pp. 140-161, jan.-jun. 2020.
- _____. *Metodologia para Avaliação de Sustentabilidade Hidroambiental para Projetos de Intervenções em Rios Perenes (MASRios)*. Tese de doutorado em Engenharia Civil, Recife, Universidade Federal de Pernambuco, 2018.
- CASTRO, C. N. *Gestão das Águas: Experiências Internacional e Brasileira*. Brasília, Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada, 2012.
- CHRISTOFOLETTI, A. *Geomorfologia*. São Paulo, Edgard Blücher, 1980.
- _____. *Modelagem de Sistemas Ambientais*. São Paulo, Edgard Blücher, 1999.
- CONSELHO Nacional de Recursos Hídricos (CNRH). [Resolução nº 05, de 10 de abril de 2000](#). Estabelece diretrizes para a formação e funcionamento dos Comitês de Bacia Hidrográfica. [S.l.], 2000.
- _____. [Resolução nº 32, de 15 de outubro de 2003](#). Institui a Divisão Hidrográfica Nacional. [S.l.], 2003. Acesso em 22 out. 2022.
- _____. Resolução n 58, de 30 de janeiro de 2006. Aprova o Plano Nacional de Recursos Hídricos (PNRH). Brasília, 2006.
- _____. [Resolução nº 109, de 13 de abril de 2010](#). Cria Unidades de Gestão de Recursos Hídricos de Bacias Hidrográficas de rios de domínio da União – UGRHs e estabelece procedimentos complementares para a criação e acompanhamento dos comitês de bacia. [S.l.], 2010. Acesso em: 20 out. 2022.
- _____. Resolução n 135, de 14 de dezembro de 2011. Aprova o documento Plano Nacional de Recursos Hídricos-PNRH: Prioridades 2012-2015, como resultado da primeira revisão do PNRH. Brasília, 2011.
- _____. [Resolução nº 145, de 12 de dezembro de 2012](#). Estabelece diretrizes para a elaboração de Planos de Recursos Hídricos de Bacias Hidrográficas e dá outras providências. [S.l.], 2012. Acesso em: 20 out. 2022.
- _____. [Resolução nº 181, de 7 de dezembro de 2016](#). Aprova as Prioridades, Ações e Metas do Plano Nacional de Recursos Hídricos para 2016-2020. Brasília, 2016.
- _____. [Resolução nº 232, de 22 de março de 2022](#). Aprova o Plano Nacional de Recursos Hídricos 2022-2040. Brasília, 2022.
- _____. & Agência Nacional de Águas e Saneamento Básico (ANA). [Plano Nacional de Recursos Hídricos: Plano de Ação: Estratégia Para a Implementação do PNRH 2022-2040](#). Brasília, 2022.
- DIBIESO, E. P. [Planejamento Ambiental e Gestão dos Recursos Hídricos: Estudo Aplicado à Bacia Hidrográfica do Manancial do Alto Curso do Rio Santo Anastácio/SP](#). Tese de doutorado em Geografia, Presidente Prudente, Faculdade de Ciências e Tecnologia, Universidade Estadual Paulista, 2013. Acesso em: 10 out. 2022.
- FAUSTINO, J. *Planificación y Gestión de Manejo de Cuencas*. Turrialba, Catie, 1996.
- FERREIRA, D. L. do N. “Território e Bacia Hidrográfica: Reflexões Teóricas para um Modelo de Gestão dos Recursos Hídricos na Amazônia”. In: SILVA, C. N. da; SILVA, J. M. P. da & CHAGAS, C. A. N. (org.), *Geografia na Amazônia Paraense: Territórios e Paisagens*. Belém, GAPTA/UFGPA, 2015, p. 59-85.

- GARLET, B. *et al.* "Mapeamento do Uso e Ocupação do Solo da Microbacia Hidrográfica Nossa Senhora de Lourdes, em Santa Maria – RS". *Disciplinarum Scientia*, Série: Naturais e Tecnológicas, Santa Maria (RS), vol. 14, n. 2, pp. 235-243, mar. 2013.
- LIMA, A. M. M. de. *Manejo de Bacias Hidrográficas*. Curso de especialização em Gestão Hídrica e Ambiental, Belém, Universidade Federal do Pará, 2019 (apostila).
- LIMA, W. de P. *Hidrologia Florestal Aplicada ao Manejo de Bacias Hidrográficas*. Piracicaba, Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, USP, 2008. Acesso em: 12 out. 2022.
- MESQUITA, L. F. G. "Os Comitês de Bacias Hidrográficas e o Gerenciamento Integrado na Política Nacional de Recursos Hídricos". *Revista Desenvolvimento e Meio Ambiente*, vol. 45, pp. 56-80, 2018.
- ORGANIZAÇÃO para a Cooperação e Desenvolvimento Econômico (OCDE). *Governança dos Recursos Hídricos no Brasil*. Paris, OECD Publishing, 2015. Acesso em: 12 out. 2022.
- PAZ, A. R. da. *Hidrologia Aplicada*. Curso de graduação em Engenharia de Bioprocessos e Biotecnologia na unidade de Caxias do Sul, Universidade Estadual do Rio Grande do Sul, 2004 (apostila).
- PORTO, M. F. A. & PORTO, R. L. L. "Gestão de Bacias Hidrográficas". *Estudos Avançados*, vol. 22, n. 63, pp. 43-60, 2008.
- REBOUÇAS, A. da C. "Água Doce no Mundo e no Brasil". In: REBOUÇAS, A. C.; BRAGA, B. E. & TUNDISI, J. G. (orgs.). *Águas Doces no Brasil: Capital Ecológico, Uso e Conservação*. 2. ed. São Paulo, Escrituras, 2002.
- ROCHA, J. S. M. *Manual de Manejo Integrado de Bacias Hidrográficas*. Santa Maria, UFSM, 1991.
- RODRIGUEZ, J. M. M.; SILVA, E. V. & LEAL, A. C. "Planejamento Ambiental de Bacias Hidrográficas desde a Visão da Geoecologia da Paisagem". In: FIGUEIRÓ, A. S. & FOLETO, E. (orgs.). *Diálogos em Geografia Física*. Santa Maria, Ed. da UFSM, 2011.
- SANTOS, D. G. dos. "A Experiência Brasileira na Elaboração de Planos Diretores como Instrumentos de Gestão de Recursos Hídricos". In: SILVA, D. D. da. & PRUSKI, F. F. (eds.). *Gestão de Recursos Hídricos: Aspectos Legais, Econômicos Administrativos e Sociais*. Brasília, SRH, 2000.
- SANTOS, M. *A Natureza do Espaço: Técnica e Tempo. Razão e Emoção*. São Paulo, Edusp, 2002.
- _____. & SILVEIRA, M. L. *O Brasil: Território e Sociedade no início do século XXI*. Rio de Janeiro, Record, 2006 [2001].
- SAQUET, M. A. & SILVA, S. S. da. "Milton Santos: Concepções de Geografia, Espaço e Território". *Geo UERJ*, ano 10, vol. 2, n. 18, pp. 24-42, 2º semestre 2008.
- SILVA, E. V. e & MONTEIRO, I. C. C. "[A Construção do Conceito de Bacia Hidrográfica por Alunos do Ensino Fundamental – Ciclo I: Uma Proposta Interacionista para o Ensino de Ciências](#)". *Jornada Científica*, vol. 1, n. 2, out. 2016. Acesso em: 12 out. 2022.
- SILVA, J. dos S. V. da; SANTOS, R. F. dos. "[Zoneamento Para Planejamento Ambiental: Vantagens e Restrições de Métodos e Técnicas](#)". *Cadernos de Ciências e Tecnologia*, Brasília, vol. 21, n. 2, pp. 221-263, maio/ago. 2004. Acesso em: 10 out. 2022
- SILVA, M. A. R. "Economia dos Recursos Naturais". In: MAY, P.; LUSTOSA, M. C. & VINHA, V. (orgs.). *Economia do Meio Ambiente: Teoria e Prática*. Rio de Janeiro, Campus, 2003.
- TAVARES, G. C. *A Geografia Crítica e o Livro Didático: Subsídios para um Debate*. Trabalho de conclusão de curso de licenciatura em Geografia, Instituto Federal Fluminense, 2010.
- TUCCI, C. E. M. "Controle de Enchentes". In: TUCCI, C. E. M. *Hidrologia: Ciência e Aplicação*. Porto Alegre, ABRH-Edusp, 1993.
- _____. *Hidrologia: Ciência e Aplicação*. 2. ed. Porto Alegre, ABRH/Editora da UFRGS, 1997.

TUNDISI, J. G. "Recursos Hídricos no Futuro: Problemas e Soluções". *Estudos Avançados*, vol. 22, n. 63, pp. 7-16, 2008.

TUNDISI, J. G. & MATSUMURA-TUNDISI, T. *Limnologia*. São Paulo, Oficina de Textos, 2008.

VILAÇA, M. F. et al. *Bacia Hidrográfica como Unidade de Planejamento e Gestão: O Estudo de Caso do Ribeirão Conquista no Município de Itaguara – MG*. Minas Gerais, 2008.

VILLELA, S. M. & MATTOS, A. *Hidrologia Aplicada*. São Paulo, McGraw-Hill do Brasil, 1975.

WORLD Meteorological Organization (WMO). "[The Dublin Statement and Report of the Conference](#)". In: *International Conference on Water and the Environment: Development Issues for the 21st Century*. Dublin, 1992. Acesso em: 12 out. 2022.

CAPÍTULO 6

Mobilização e Participação Social para a Gestão da Água

Lupércio Zirollo • Suraya Modaelli

Rede Brasil de Organismos de Bacias

Mobilizar, impulsionar, movimentar, agregar, estimular, provocar.

O planeta não sobrevive se não houver movimento, estímulo ou impulsão. E esses atos são construídos por pessoas, gente, multidão ou alguém solitário, não importa. O que importa é alavancar o movimento, que assim se transmuta em mobilização, em estímulo. Desde nascido, o ser humano é dado a provocar energia ao seu redor, a criar movimento e aglomeração. Inicialmente rolando no berço e atraindo atenção, depois criando amizades nos mais variados círculos, desde correndo em salva ou cantando em banda até, mais adiante, produzindo inteligência, com efeitos latentes de convencimento por causas diversas.

Nas águas ou, mais especificamente, na gestão integrada dos recursos hídricos não poderia ser diferente. Elas se movimentam pelos impulsos e mobilização dados pelas pessoas, feito marola e onda na sintonia das marés, feito música criada ao som de muitas notas musicais que pingam em catarata incessante.

Gestão Integrada de Recursos Hídricos: a gestão em que todos os usos da água são considerados interdependentes, sob o enfoque ecossistêmico e da sustentabilidade¹.

Em 2018, o Brasil mostrou isso claramente.

Reunimos mais de 120 mil pessoas, adultos, jovens e crianças de todo o planeta, num ambiente imaginado e construído para falar de água, para viver água, para jorrar água através de estímulos vibrantes de conceitos e ideias, de soluções e práticas.

¹ Conselho Nacional de Recursos Hídricos (CNRH). [Resolução nº 98, de 26 de março de 2009](#). Estabelece princípios, fundamentos e diretrizes para a educação, o desenvolvimento de capacidades, a mobilização social e a informação para a Gestão Integrada de Recursos Hídricos no Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos. [S.l.], 2009. Acesso em: 12 out. 2022.

Nossa Vila Cidadã, dentro do 8º Fórum Mundial da Água realizado em Brasília, mostrou que, mais do que engajamento, as pessoas se mobilizaram para entender e ensinar, para escrever e ler, para discutir e debater por uma só causa: cuidar bem da água.

Vimos e percebemos que não bastava participar, mas era importante criar sinergia, estabelecer harmonia e, fundamentalmente, engajar o maior número de pessoas nesta corrente do bem, pelo nosso bem maior, a água.

Aprendemos o que já sabíamos pelos muitos anos envolvidos com nossos colegiados comitês de bacia: a gestão da água só é possível se for integrada, compartilhada e participativa. E nos engrandecemos com isto, demos estímulo às pessoas para dentro de seus segmentos, seja no saneamento ou transporte, saúde ou energia, lazer ou meio ambiente, mobilizar mais e mais pelo engajamento das pessoas sempre na luta pela sustentabilidade de nossos recursos hídricos.

Os comitês de bacias hidrográficas (CBHs) são colegiados consultivos e deliberativos instituídos em uma bacia hidrográfica, que têm por competência, entre outras, promover o diálogo, arbitrar em primeira instância conflitos relacionados aos recursos hídricos e aprovar o plano de recursos hídricos da bacia, considerando que a água é um bem de domínio público.

Um ponto a enfatizar neste processo. Os diálogos pelo fortalecimento das agendas de gênero, de preservação da qualidade da água e da mobilização social como meio de alcançar os objetivos foram ponto alto nos espaços e ambientes de debates.

Mas, se este grande encontro de pessoas pela água ocorrido em Brasília em março de 2018 trouxe este cenário explícito de participação e mobilização social, é importante registrar que há muito tempo estamos construindo no Brasil esta imagem de união e integração pelos recursos hídricos.

Senão vejamos.

A instalação dos primeiros organismos de bacias hidrográficas no Brasil, sejam comitês de bacias, associações ou delegatárias, datam de antes de 1990, com as primeiras mobilizações pela sociedade na tentativa de criar processos de governanças em paralelo ao poder público. Ocorreram nos estados de São Paulo, do Ceará, no Rio Grande do Sul e em Santa Catarina.

Nesta época não tínhamos os princípios de participação social de nossa Lei das Águas, que viria a ser aprovada no ano de 1997, e assim a mobilização e o engajamento de pessoas imbuídas de cuidar das águas nasceu da espontaneidade, da percepção e da necessidade de criar alternativas para a elaboração de políticas públicas que estabelecessem normas de condutas mínimas.

Em 1997, um marco importante para a gestão participativa das águas foi a promulgação da Lei nº 9433, a chamada Lei das Águas, que instituiu a Política Nacional de Recursos Hídricos². Passados os anos, até 2007, por meio de legislações estaduais, esta nova forma participativa de gerenciar as águas estava instituída em todo o país.

Aqui um detalhe importante: estas primeiras mobilizações pela água aconteceram ou em bacias com alto grau de desenvolvimento e sem água suficiente para todos, ou em territórios onde era necessário equacionar o uso, estabelecendo racionalidade e não desperdício. Nesses locais apareceriam os primeiros conflitos pelos recursos hídricos. Conflitos que impulsionaram a reunião de pessoas de toda a sociedade para o necessário debate amplo que seria para o bem de todos.

Em síntese, num perfeito paradoxo, a mobilização e participação social para a efetiva gestão das águas nasceu da necessidade de engajar, mobilizar e estimular as pessoas para se unirem nas soluções que garantissem a sustentabilidade da água em zona de conflito já estabelecido. Mas isso é passado. Hoje toda a sociedade se mobiliza em qualquer bacia, simplesmente para garantir a água para as futuras gerações.

Conflito × Mobilização × Solução

Há muitas dúvidas ainda sobre o significado dessas três palavras.

O que pode ser considerado um conflito de água?

Como podemos entender uma mobilização social para chegar a um objetivo único dentro de uma bacia hidrográfica que beneficie a todos os envolvidos?

O que seria solução para a água?

Por partes.

Segundo a bibliografia geral, conflitos surgem quando há a necessidade de escolha entre situações que podem ser consideradas incompatíveis. Em geral, todas as situações de conflito são antagônicas e de certa forma, “perturbam” a tomada de decisão.

No caso dos recursos hídricos, um conflito pode ser estabelecido pelo aumento da demanda numa determinada bacia hidrográfica e, conseqüentemente, os diversos usos, se não “conversarem”, podem prejudicar-se mutuamente. Quem tem prioridade? Pela lei, o abastecimento de água potável para as pessoas. Mas e a indústria que gera desenvolvimento, emprego e renda? A agricultura que produz alimentos? E o setor de energia, que precisa, em alguns casos, de níveis satisfatórios para operação e produção?

2 Brasil. Lei Federal nº 9.433 de 08 de janeiro de 1997. Institui a Política Nacional de Recursos Hídricos, cria o Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos, regulamenta o inciso XIX do Art. 21 da Constituição Federal, e altera o Art. 1º da Lei nº 8.001(*), de 13 de março de 1990, que modificou a Lei nº 7.990(*), de 28 de dezembro de 1989.

Sim, neste caso, nada raro nos dias de hoje em face das crises hídricas que já são recorrentes, se não houver diálogo entre todos, o conflito pode acabar na justiça e toda a bacia hidrográfica, ou seja, as pessoas, podem ser prejudicada.

Mas temos também casos de conflitos estabelecidos pela falta de água para todos pelo simples fato de a bacia hidrográfica estar em região com baixa pluviosidade. Neste caso, a gestão, mais que feita por pessoas, precisa de monitoramento e dedicação no dia a dia. Ninguém pode ficar sem água, nenhum setor.

Quer piorar o cenário? Mudanças climáticas. Com ela, que vem lenta e rápida ao mesmo tempo, os conflitos se repetirão de forma mais acentuada, mais recorrente e, infelizmente, mais destrutiva.

Então, dado que conflitos existem, e estão mais próximos de todos nós neste planeta Terra, como já explicitado, vem a necessidade de escolha entre as situações estabelecidas, às vezes incompatíveis, e a tomada de decisão, a governança, o poder decisório dependem crucialmente da mobilização, do engajamento, da postura social diante de um problema que afeta a todos.

A gestão deve sempre proporcionar o uso múltiplo. Ela deve ser descentralizada e contar com a participação de toda a sociedade na tomada de decisão, consolidando-se como espaço legítimo de participação social.

Alguns dirão: mobilizar é fácil, basta ter foco.

Não funciona assim no setor dos recursos hídricos. Em geral, todos querem “puxar a sardinha para o seu lado”. E, nesta hora, se não houver muito diálogo, ninguém leva a água.

Assim, quando falamos em mobilização e participação social para a gestão das águas, temos que entender que a condução das situações depende de muito discernimento, de alto grau de bom senso, mas primordialmente de saber ouvir a todos.

Mas a todos quem? Quem devemos mobilizar, engajar, para que assumam, integrados às questões relativas aos recursos hídricos? Em tese, quando dialogamos sobre a água numa determinada bacia hidrográfica, todos os setores com seus representantes devem ser chamados para o diálogo. E não somente quando há conflitos, mas frequentemente, para que não existam os conflitos num futuro próximo.

O Conselho Nacional de Recursos Hídricos (CNRH) aprovou em 2009 a Resolução nº 98³, que estabeleceu os princípios, fundamentos e diretrizes para a educação, o desenvolvimento de

3 Conselho Nacional de Recursos Hídricos (CNRH), *op. cit.*, 2009.

capacidades, a mobilização social e a informação para a Gestão Integrada de Recursos Hídricos no Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos (Singreh).

Nesta questão da mobilização, ainda ousamos acrescentar um ingrediente: a representatividade. Em cada setor, seja ele de energia, saneamento, transportes, meio ambiente, saúde ou lazer, é importante que os que vão dialogar pela sustentabilidade da água na bacia hidrográfica tenham representatividade e poder de decisão e que fundamentalmente tenham a visão macro da situação. Mobilização e participação social implicam diretamente em responsabilidade, seja pelos acertos ou pelos possíveis erros.

Representatividade: “qualidade de alguém (representante) expressar os interesses de um grupo, o qual ele represente e que possa exprimir não somente a sua opinião individual, mas a do conjunto de pessoas.

Mas há mais para se falar neste tema.

Destacamos ainda que mobilização e participação social para a gestão das águas têm se tornado no mundo moderno um elemento estratégico para o futuro de qualquer região, ou seja, as bacias hidrográficas, os territórios, as cidades, que envolvem pessoas que, juntas, deliberam sobre os recursos hídricos, saem na frente em decisões acertadas, na implementação de políticas públicas efetivas para a garantia de água para o futuro.

Mas a equação indicada do trinômio, além do conflito estabelecido e da mobilização necessária, envolve o fator “solução”.

É simples.

Estabelecido o conflito ou a iminência de conflito ou ainda a possibilidade futura de conflito numa bacia hidrográfica, a mobilização para a participação social é o meio de integrar, planejar e deliberar sobre as políticas públicas para a governança e gestão de águas.

Mas isso implica em estar tudo solucionado? Em garantia de sustentabilidade futura para os recursos hídricos?

Óbvio que não.

Para termos soluções para a água é preciso muito mais.

Numa determinada bacia hidrográfica, para resolver os problemas inerentes à demanda, disponibilidade, qualidade e longevidade para os recursos hídricos, a mobilização, o engajamento e a participação social para a gestão das águas, é necessário que esteja resolvida a seguinte equação: planejamento + orçamento + monitoramento. Entendemos que o envolvimento de pessoas representativas da sociedade, do poder público e dos usuários, com mobilização, engajamento e participação social, necessita constância nos aspectos de conhecimento da bacia hidrográficas, de capacitação, de

montagem e estratégias de planejamento, mas fundamentalmente de orçamentos para a efetivação das soluções propostas e de monitoramento constante dos resultados.

E nisso a participação social se torna extremamente importante, pois, conhecedora da região, estabelece e delibera sobre projetos, obras e serviços prioritários que garantam a continuidade e a sustentabilidade dos recursos hídricos.

Um destaque: os comitês de bacias hidrográficas – hoje, mais de 228 comitês de bacias estaduais e dez comitês de bacias interestaduais já instituídos e em funcionamento em nosso país⁴, ocupando perto de 50% de nosso território – são o exemplo de sucesso mais explícito que temos no sentido de termos mobilização e participação social na gestão das águas. Nesses colegiados, em que estão representantes de todos os segmentos de nossa economia, predomina a integração e a gestão participativa em seu limite.

Para que a gestão participativa efetivamente aconteça é imprescindível um processo continuado de mobilização e desenvolvimento de capacidades dos atores sociais, de processos que promovam a participação efetiva dos representantes do poder público (federal, estadual e municipal), dos usuários de recursos hídricos e das organizações civis.

Mas os comitês de bacia, com deliberações importantes e com forte exemplo de mobilização e participação social, não controlam orçamentos. Nesse sentido, reitera-se a importância do envolvimento no processo do poder público e da sociedade, exercitando o monitoramento das soluções propostas.

A água é o insumo mais importante da vida na terra.

Há inúmeras alternativas para a energia, mas não existe alternativa para a água.

Mobilização, engajamento, participação social estabelecem, nesse cenário, a forma mais dinâmica e importante para termos água com sustentabilidade.

Case: Mobilização e Participação Social no Enfrentamento da Crise Hídrica – O Papel do Comitê de Bacia

O rio Paranapanema é o rio que une os estados de São Paulo e do Paraná. Sete comitês estão instituídos na bacia, seis comitês de bacias estaduais, sendo três na vertente paulista (Alto Paranapanema, Médio Paranapanema e Pontal do Paranapanema) e três na vertente paranaense (Norte Pioneiro, Piraponema e Tibagi) e o Comitê Interestadual do Rio Paranapanema. Na bacia hidrográfica do rio Paranapanema há onze reservatórios voltados para a geração de energia elétrica, nos quais atuam cinco operadoras – CTG Brasil, Copel, Enel, Votorantim e a Cruzeiro do Sul. Desde outubro de 2018, a bacia hidrográfica do rio Paranapanema passa por um período de poucas chuvas, alcançando

4 Agência Nacional de Águas e Saneamento Básico (ANA), *Conjuntura dos Recursos Hídricos*, Brasília, 2021.

os piores índices pluviométricos registrados nos últimos noventa anos. A falta de chuva culminou no baixo nível dos reservatórios na bacia, portanto o conflito estava instituído (Figura 1).

Figura 1 – Reportagem sobre o nível dos reservatórios do Paranapanema em maio de 2019

NÍVEL DOS RESERVATÓRIOS DO PARANAPANEMA ESTÁ BAIXO POR FALTA DE CHUVA

© 20/05/2019 18:30:00 1376 O VICTORIANO



FONTE DA FOTO: [HTTPS://PONTOON-E.COM](https://pontoon-e.com)

Fonte: [Portal Pontoon-e](https://pontoon-e.com), 2019.

Era preciso mobilizar, articular e estabelecer o diálogo com a participação de todos os envolvidos, ou seja, a sociedade precisava ser informada com transparência e ter o livre acesso a todas as informações para participar das discussões em busca de soluções que atendam a todos os usuários na bacia. Com a crise hídrica iminente, o CBH Paranapanema iniciou um plano de mobilização com vistas à participação social. Buscou informações sobre os reservatórios, sua operação e os usos e usuários de recursos hídricos. O monitoramento hidrológico foi fundamental para entender a crise, apoiar as ações do Comitê, esclarecer os fatos à sociedade e traçar estratégias de mitigação da situação adversa.

Neste sentido, junto aos órgãos gestores, o CBH Paranapanema levantou informações considerando a realidade regional, relativas aos usuários presentes na bacia hidrográfica e em cada um dos reservatórios. Com os usuários, obteve informações em relação aos impactos que o rebaixamento gerou aos diversos usos nos reservatórios e a importância dos setores economicamente para os municípios e para os segmentos. Em todos esses

períodos, e em posse de informações técnicas, o Comitê foi frequentemente demandado para esclarecimentos à sociedade, principalmente aos ministérios públicos, prefeituras, usuários de água e imprensa (Figura 2).

Figura 2 – Mosaico de imagens das notícias veiculadas sobre o Paranapanema



Fonte: Comitê da Bacia Hidrográfica do Rio Paranapanema, 2019.

Era preciso mobilizar, estabelecer o diálogo e ouvir todos os envolvidos.

Em 2019, a pedido do Comitê, a Agência Nacional de Águas e Saneamento Básico (ANA), órgão responsável pela gestão das águas de domínio da União, instituiu a Sala de Crise do Paranapanema, com a participação de diversas instituições envolvidas na geração de energia, dos usuários de recursos hídricos, além de representantes dos comitês presentes na bacia do Paranapanema, sendo que atualmente, após mais de setenta reuniões, de oitenta a 150 participantes acompanham as reuniões.

A partir daí, medidas mitigadoras foram pensadas e articuladas, de forma a melhor gerenciar os recursos hídricos dos reservatórios em cascata, mesmo sem ocorrência de chuvas, e, assim, preservar os usos múltiplos dos recursos hídricos nestas áreas. Além do monitoramento, a primeira medida tomada pela Sala de Crise foi orientar a redução de defluência dos reservatórios.

E aí se justifica a equação: conflito × mobilização × solução.

Considerando que outros eventos críticos como o atual podem ocorrer e desencadear conflitos em diversas áreas da bacia, era preciso mobilizar os setores usuários e realizar um diagnóstico prévio sobre os problemas e dificuldades advindos da crise hídrica. O CBH Paranapanema, dentro de um planejamento estratégico, atuou em duas frentes:

ações voltadas para a universalização do acesso à informação (mobilização, articulação, comunicação e capacitação) e ações voltadas para dirimir a crise hídrica (soluções).

Informação e Comunicação para a Mobilização e Participação Social

Por meio dos canais de comunicação (*e-mail*, redes sociais, informativos, alertas e *site*), o Comitê disponibiliza informações à população sobre as decisões e a situação acerca da crise nos reservatórios da bacia. Um *workshop* deu início à mobilização dos representantes da sociedade, agregou, capacitou e disponibilizou informações sobre a operação e funcionamentos dos reservatórios que foram instituídos na bacia para a geração de energia elétrica.

Foram realizados cinco Encontros Setoriais (“Irrigação”, “Abastecimento Público”, “Turismo e Lazer”, “Aquicultura” e “Hidroeletricidade”), visando desenvolver um diagnóstico por setor e identificar as demandas e percepções dos distintos segmentos, mapeando os impactos sofridos pelo baixo nível de armazenamento, finalizando com a definição dos interlocutores de cada setor, para compor um grupo de trabalho de apoio ao Comitê (Figura 3). Era preciso estimular e incentivar a participação social para pactuar ações com o objetivo de minimizar os impactos que estavam prejudicando os setores usuários na bacia.

Figura 3 – *Banner* de divulgação dos Encontros Setoriais do reservatório do Paranapanema.



Fonte: Comitê da Bacia Hidrográfica do Rio Paranapanema, 2021.

Mobilizados, os usuários organizados por setor foram estimulados a dialogar e apresentar as demandas e preocupações do respectivo setor.

Perspectivas do Setor da Irrigação

- A diminuição ou aumento do nível da água altera a logística de captação. Todo esse processo de alteração do ponto onde se capta a água a ser utilizada pelo setor gera um custo alto.
- Não é mais possível identificar os meses de maior demanda de água, devido à falta de chuvas que acomete a região da bacia. Anteriormente, a grande demanda estava no período de estiagem, de julho a setembro; agora durante todos os meses pode-se necessitar de água dos reservatórios em grande quantidade.

Perspectivas do Setor de Abastecimento Público

- Nos reservatórios, cinco municípios do estado de São Paulo fazem a captação: Ourinhos, Taquarituba, Paranapanema e o distrito de Holambra, Fartura e Piraju.
- Dos desafios identificados, ocasionados pela oscilação nos reservatórios, o principal é o custo gerado pela alteração na estrutura de captação, que tem de ser adequada de acordo com o nível em que está o reservatório.

Perspectivas do Setor do Turismo e Lazer

- O encontro contou com a apresentação do superintendente de Operações e Eventos Críticos da Agência Nacional de Água e Saneamento Básico, Joaquim Gondim, que explicou como estão sendo consideradas as cotas dos reservatórios e a importância delas na definição das faixas operativas. Com informações acerca das cotas (o distanciamento da água na margem), o turismo pode se organizar em épocas de estiagem, de modo que busquem alternativas para não ocasionar prejuízos econômicos ao setor. Cerca de quinhentas empresas vivem do turismo nos municípios lindeiros dos reservatórios do Paranapanema.

Perspectivas do Setor de Aquicultura

- O encontro contou com a apresentação da coordenadora-geral de Aquicultura em Águas da União do Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (Mapa), que mostrou como é o setor na bacia e como o rebaixamento do nível dos reservatórios prejudica a atividade.
- Três pontos principais foram apontados: o custo gerado pela alteração de local dos tanques-redes e das estruturas de apoio em terra; a possibilidade de ficar irregular,

pela ocupação de um novo perímetro; e a qualidade da água que é alterada com o rebaixamento do nível da água, ocasionando mortandade de peixes.

Perspectivas do Setor da Hidroeletricidade

- Na bacia hidrográfica do rio Paranapanema há onze reservatórios voltados para a geração de energia elétrica, nos quais atuam cinco operadoras – CTG Brasil, COPEL, ENEL, Votorantim e Cruzeiro do Sul.
- O setor esclareceu dúvidas acerca dos trâmites para se estabelecer as diretrizes operativas para os reservatórios, assim como o papel do Comitê do Paranapanema nesse processo.
- Ressaltou a importância de o Operador Nacional do Sistema Elétrico (ONS) e a Empresa de Pesquisa Energética (EPE) estarem presentes nos diálogos.

Fundamental para apoiar a mobilização, as estratégias de comunicação foram intensificadas:

- Atendimento e esclarecimentos aos usuários de água, demandas das prefeituras municipais, dos ministérios públicos estadual, federal e da Procuradoria da República e demandas da imprensa regional.
- Espaço exclusivo no *site*: no endereço eletrônico do Comitê (Paranapanema.org) há uma página específica sobre a Sala de Crise, onde, além do histórico de sua formação e da crise hídrica vivida, os internautas têm acesso às documentações das reuniões (apresentações, boletins e síntese).
- Boletim mensal eletrônico: o boletim é disponibilizado para todos os cadastros do Comitê, incluindo a imprensa, por meio de *e-mail* e das redes sociais. Há, ainda, dentro do *site* do Comitê uma sessão fixa onde estão disponíveis todos os boletins produzidos até então (43 edições).
- Coberturas e alertas: todos os eventos relacionados à crise hídrica e as reuniões da Sala de Crise têm cobertura jornalística da equipe de comunicação do CBH Paranapanema. As matérias são divulgadas no site do Comitê, no informativo trimestral #EuSouParanapanema e em sua revista impressa anual.
- Produção da série de reportagens (vídeos): a primeira série de reportagens do Comitê do Rio Paranapanema (Figura 4) traz, de forma didática e em vídeo, todas as informações a respeito do funcionamento, gestão e operacionalização dos reservatórios, os usos múltiplos e as medidas mitigadoras⁵.

5 CBH Paranapanema, “Reservatórios do Paranapanema – Introdução”, *YouTube*, 2021 (capítulo I da primeira série de reportagens do Comitê da Bacia Hidrográfica do Rio Paranapanema).

Figura 4 – Banner de divulgação da primeira série de reportagens do CBH Paranapanema



Fonte: Comitê da Bacia Hidrográfica do Rio Paranapanema, 2021.

Capacitação para Participação Social

As características, as restrições impostas pelos órgãos competentes e o funcionamento dos reservatórios voltados para a geração de energia hidrelétrica são temas complexos e de difícil compreensão para grande parcela da sociedade, inclusive os atores da gestão de recursos hídricos. Neste sentido, uma série de capacitação foi desenvolvida com os membros do Comitê e a setores interessados e afetados pela crise hídrica:

- Reunião com os prefeitos e secretários municipais.
- *Webinar*: “A gestão dos reservatórios na Bacia Hidrográfica do Rio Paranapanema”.
- *Webinar*: “O Singreh e seus desafios”.
- Apresentações nas plenárias dos sete comitês de bacias.

Chegamos no último elemento da equação: a solução.

Participação Social e os Pactos pela Solução

Era necessário que medidas fossem adotadas para resolver ou minimizar a crise. A ausência de regras de operação dos reservatórios e os impactos causados pela redução do armazenamento dos reservatórios não permitiam um planejamento e monitoramento da bacia hidrográfica.

Considere-se que cabe à ANA definir e fiscalizar as condições de operação de reservatórios. No caso de reservatórios de aproveitamentos hidrelétricos, a definição

das condições de operação dos reservatórios é efetuada em articulação com o Operador Nacional do Sistema (ONS). Dessa forma, o Comitê do Rio Paranapanema solicitou à ANA que fosse iniciado o processo para o estabelecimento dessas condições.

A ANA instituiu um grupo de trabalho para propor uma minuta de resolução estabelecendo regras operativas para os reservatórios do Paranapanema. O comitê e os órgãos gestores dos estados de São Paulo e Paraná participaram como convidados. A partir dos estudos e levantamentos das áreas técnicas da ANA, foi apresentada uma minuta de resolução da instituição das condições de operação, para análise do comitê e dos órgãos gestores.

No âmbito do CBH, foi instituído o Grupo de Trabalho (GT) Reservatórios, composto pela diretoria do CBH e os representantes indicados nos Encontros Setoriais. O documento elaborado pela ANA foi analisado e adequado às demandas dos diversos setores usuários. O documento final proposto pelo grupo com o apoio dos órgãos gestores subsidiou o posicionamento oficial do Comitê junto à ANA.

A proposta apresentada pelo Comitê do Rio Paranapanema em defesa dos usos múltiplos dos reservatórios e o equilíbrio entre eles, coerente com seu posicionamento na Sala de Crise e os diálogos realizados sobre o tema, contemplou as demandas mínimas dos usuários, à exceção do setor hidrelétrico, e, após negociação e análise pela ANA, foi aprovada e colocada em consulta pública.

Novamente o Comitê desenvolveu ações de mobilização para a participação dos usuários de recursos hídricos na consulta pública. Foram realizadas reuniões para definir estratégias com os usuários, a divulgação do posicionamento do Comitê e da consulta em toda a bacia hidrográfica, bem como feito o acompanhamento das contribuições à consulta pública (Figura 5).

Figura 5 – *Banner de divulgação da consulta pública*



Fonte: Comitê da Bacia Hidrográfica do Rio Paranapanema, 2022.

Encerrada a consulta pública, ela será validada pela ANA e, após análise das contribuições, será publicada a resolução que define as regras operativas dos reservatórios na Bacia Hidrográfica do Rio Paranapanema.

Finalizando as ações do Comitê, o processo de mobilização e de participação social, na busca de pactos pela gestão das águas nos reservatórios do Paranapanema, considerando todos os usos e usuários na bacia, sem comprometer a geração de energia, bem como os estudos técnicos que subsidiaram a proposta de condições operativas dos reservatórios propostas pelo Comitê com o apoio dos órgãos gestores e dos usuários de recursos hídricos, foi apresentado, a convite, para técnicos da Agência Brasileira de Inteligência (Abin), o serviço de inteligência civil do Brasil, sendo esse o órgão central do Sistema Brasileiro de Inteligência.

Considerações Finais

A crise hídrica foi a oportunidade para evidenciar e fortalecer o papel do Comitê de Bacia, como mediador e interlocutor da sociedade e dos diversos usuários de recursos hídricos. Desde março de 2019, participando das reuniões da Sala de Crise do Paranapanema e desenvolvendo ações de comunicação e mobilização dos setores usuários de recursos hídricos, o Comitê da Bacia Hidrográfica do Rio Paranapanema (CBH Paranapanema) vem cumprindo com suas competências previstas na Lei nº 9433/97⁶.

Conscientes da crise hídrica histórica que vive o país, o posicionamento do Comitê sempre foi pautado na minimização dos impactos e respeito a todos os usuários, considerando os usos existentes nos seus reservatórios, buscando compartilhar os ônus entre todos os envolvidos. As reuniões da Sala de Crise e os compromissos pactuados durante as reuniões, de tentar manter no mínimo 20% do volume útil dos reservatórios, demonstrou, ao longo de mais de dois anos, em plena crise, que é possível estabelecer um diálogo permanente e o compartilhamento dos usos nos reservatórios do Paranapanema.

Dessa forma, o desenvolvimento de planos e estratégias de mobilização é imprescindível para efetivar a gestão compartilhada das águas em uma bacia hidrográfica, integrando pessoas, saberes e olhares, representantes dos diversos setores e da sociedade civil, estabelecendo uma relação de transparência, confiança e diálogo entre todos os usuários na bacia hidrográfica.

A mobilização, a capacitação e a comunicação para a participação social na gestão das águas nos abrem uma perspectiva para desenvolver o senso de pertencimento, a construção de vínculos afetivos, conscientes e responsáveis em relação à água, bem finito, indispensável para a vida!

6 Brasil, *op. cit.*, 1997.

Referências Bibliográficas

- BRASIL. [Lei Federal nº 9.433 de 08 de janeiro de 1997](#). Institui a Política Nacional de Recursos Hídricos, cria o Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos, regulamenta o inciso XIX do Art. 21 da Constituição Federal, e altera o Art. 1º da Lei nº 8.001(*), de 13 de março de 1990, que modificou a Lei nº 7.990(*), de 28 de dezembro de 1989. Acesso em: 12 out. 2022.
- Agência Nacional de Águas e Saneamento Básico (ANA). [Conjuntura dos Recursos Hídricos](#). Brasília, 2021. Acesso em: 12 out. 2022.
- CBH PARANAPANEMA. [“Reservatórios do Paranapanema – Introdução”](#). *YouTube*, 2021 (capítulo I da primeira série de reportagens do Comitê da Bacia Hidrográfica do Rio Paranapanema). Acesso em: 12 out. 2022.
- Conselho Nacional de Recursos Hídricos (CNRH). [Resolução nº 98, de 26 de março de 2009](#). Estabelece princípios, fundamentos e diretrizes para a educação, o desenvolvimento de capacidades, a mobilização social e a informação para a Gestão Integrada de Recursos Hídricos no Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos. [S.l.], 2009. Acesso em: 12 out. 2022.

CAPÍTULO 7

Aprender a Ensinar sobre Água: da Alfabetização Científica à Sala de Aula

Vânia Galindo Massabni • Marcelo Soares Ribeiro Filho

Universidade de São Paulo. Associada ProfCiAmb

*O rio de Piracicaba vai jogar água pra fora
quando chegar a água dos olhos de alguém que chora
Lá na rua onde eu moro só existe uma nascente
a nascente dos meus olhos já formou água corrente
Pertinho da minha casa já formou uma lagoa
com a lágrima dos meus olhos por causa de uma pessoa
Tião Carreiro e Pardinho, "O Rio de Piracicaba"*

Esse trecho de música sobre o rio de Piracicaba se refere ao município de Piracicaba (São Paulo), onde se localiza uma das unidades da associada USP do Programa de Pós-graduação em Rede Nacional para Ensino de Ciências Ambientais (ProfCiAmb), a Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz (Esalq). Conforme Ferraz¹ o público em geral e os cantores caipiras conhecem essa canção e ela é frequente em eventos tradicionais do município, de modo que a água é fundamental ao contexto cultural, visto que esse rio é um elemento natural intrinsecamente ligado à cultura caipira local. Traz, na sua letra e melodia, a água como componente que evidencia a saudade sentida no aumento das lágrimas, as quais são relacionadas à nascente, à água corrente e à lagoa. Além de despertar sentimentos de pertença com os alunos, é possível discutir, a partir dessa música, conceitos de nascente e lagoa (palavras presentes na letra), e o que se pode fazer, em escala individual e coletiva, para cuidar do rio².

Em oportunidade recente, essa música foi colocada para as crianças pensarem qual é o papel da água em sua cultura e em seu município (Piracicaba), e muitas delas não a conheciam. Além disso, foram estudados mapas para localizar a "sua" casa e estimar a

-
- 1 C. F. M. S. Ferraz, *Música Caipira e Professores de Música Piracicabanos: Identidade, Memória e Tradição*, dissertação de mestrado em Educação. Piracicaba, Universidade Metodista de Piracicaba, 2015.
 - 2 São Paulo (Estado), Secretaria do Meio Ambiente, Instituto Florestal, *EducaTupi: Sugestões de Atividades para as Escolas Que Visitam a Estação Experimental de Tupi*, São Paulo, Instituto Florestal, 2015.

distância dela até os rios que cortam a cidade, evidenciando a elas que estão em uma região em que a presença da água é relevante em termos de distribuição, mas que os corpos d'água locais também apresentam poluição. Com a preocupação em desenvolver uma sequência didática, foi proposto o estudo do ciclo da água, com o uso de um gibi da Turma da Mônica sobre o tema do meio ambiente como recurso didático de apoio às aulas.

Essa sequência didática foi desenvolvida por licenciandos da área de Ciências com a professora de Língua Portuguesa nas séries finais do Ensino Fundamental de uma escola pública da rede estadual e foi uma oportunidade de exercitar a interdisciplinaridade entre professores em formação, além de viabilizar a inclusão de aspectos culturais e emotivos para despertar a reflexão dos alunos e o sentido de pertencimento a uma cultura e um povo que tem o rio como referência de vida. Portanto, propiciou-se o desenvolvimento de uma prática contextualizada na escola, em que a interdisciplinaridade foi articuladora de conteúdos que poderiam estar em diferentes disciplinas.

A escolha dessa forma de ensinar, em que a água é vista como um conteúdo escolar a ser contextualizado, discutido e apropriado pelos alunos sem prescindir dos conceitos científicos que a permeiam, é intencional e planejada com os professores em formação. As formas de ensinar revelam como estruturamos o conhecimento a ser apresentado como conteúdo escolar, influenciando a aprendizagem e a perspectiva de mundo do estudante. Por essa razão, cabe pensar em como temos organizado o conhecimento a aprender na escola e quais são as influências para o organizarmos de uma ou de outra forma, que denominamos aqui de “abordagem do conteúdo”.

Segundo Mizukami³, os conteúdos escolares, na abordagem tradicional de ensino, são tratados como um patrimônio acumulado a ser transmitido ao aluno, e a aquisição de modelos de raciocínios externos, já elaborados, são, em geral, apresentados pelo(a) professor(a) em uma aula expositiva. Esse modelo de ensino evidencia a preocupação em organizar os conhecimentos de modo que a quantidade e variedade de noções, conceitos e informações sejam priorizadas em detrimento do pensamento reflexivo. Pode-se inferir que muito do que se faz em sala de aula é tributário desse modelo, de modo que os conhecimentos sem relação com a realidade do entorno do aluno são a tônica das aulas.

Portanto, questionar o modelo tradicional e buscar outras formas de ensinar que tornem as aulas diferenciadas na abordagem do conteúdo não devem ser uma tentativa apenas de tornar a aula atrativa, trazendo recursos como música, gibi e mapas, como no exemplo acima. De fato, é provável que tornem a aula atrativa para os alunos, pois o gibi da Mônica, por exemplo, utiliza uma linguagem coerente com o universo infantil. Mas

3 M. G. N. Mizukami, *Ensino: as Abordagens do Processo*, São Paulo, EPU, 1986.

as mudanças na concepção de ensino e, por consequência, na abordagem do conteúdo são mais profundas e requerem questionamento e mudança do paradigma tradicional de ensino. Carvalho e Gil- Pérez⁴ indicam as necessidades formativa dos professores de Ciências e, entre elas, situam a aquisição de conhecimentos teóricos no campo da aprendizagem das Ciências e também o saber analisar criticamente o “ensino tradicional” que está impregnado nos professores, para usar as palavras dos autores. Conforme experiência relatada pelos autores, os professores, apesar de tecerem críticas a esse modelo, não o ultrapassam em uma transformação significativa de suas concepções, ao modo como Kuhn propõe a mudança de paradigmas⁵.

A forma de ensinar e de abordar o conhecimento em aula e no planejamento de ensino envolve expressões de uma visão de mundo de quem ensina, valorizando ou não o conhecimento escolar como primordial para amparar o estudante com processos educativos que o auxiliem em uma organização racional do seu pensar e na interpretação da realidade, para além da mera transmissão de informações.

Uma visão de currículo que supere uma assimilação acrítica dos conhecimentos pelos estudantes em direção a ser uma ferramenta de transformação é uma perspectiva discutida por Pérez Gómez⁶. As escolhas docentes estão baseadas nas premissas do que é e pode ser o currículo escolar e de como fazer chegar a todos e a todas o conhecimento sistematizado pelas áreas do saber. Nem sempre temos consciência do que dirige nossas escolhas pedagógicas, de modo que é preciso discutir e explicitar a questão nos cursos de formação de professores, sabendo que sobre elas incidem crenças, teorias e influências variadas, como o conteúdo apresentado pelo material didático utilizado em aula. Deste modo, defender uma abordagem crítica e contextualizada dos conteúdos requer reflexões e a possibilidade de pensar a interdisciplinaridade e a inclusão de sentimentos, atitudes e perspectivas dos alunos como parte intencional do saber a ser aprendido na escola.

Quanto aos licenciandos em uma licenciatura da área da Ciência, é relevante indicar que a criação cultural bem como o desenvolvimento do espírito científico e do pensamento reflexivo são finalidades do ensino superior, conforme a Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional (LDB)⁷. Cabe à universidade oferecer fronteiras do pensar e perspectivas de ação dos professores de modo que reflexões sobre a interdisciplinaridade e os contextos de vida dos alunos em seus municípios e em seu país, se trabalhados

4 A. M. P. Carvalho e D. Gil-Pérez, *Formação de Professores de Ciências*, 9. ed., São Paulo, Cortez, 2009.

5 T. S. Kuhn, *A Estrutura das Revoluções Científicas*, 5. ed., São Paulo, Perspectiva, 1997.

6 A. I. Pérez Gómez, “As Funções Sociais da Escola: da Reprodução à Reconstrução Crítica do Conhecimento e da Experiência”, em J. G. Sacristán e A. I. Pérez Gómez, *Compreender e Transformar o Ensino*, 4. ed., Porto Alegre, ArtMed, 2000.

7 Brasil, *Lei das Diretrizes e Bases da Educação Nacional (LDB)*, Brasília, SEE, 1996.

desde a formação dos licenciandos na universidade, possam alavancar mudanças no ensinar e aprender das escolas.

Por outro lado, existe a necessidade de se repensar a formação docente, pois a força da vivência nos faz ensinar como fomos ensinados: manter os conteúdos do currículo de forma fragmentada, em disciplinas estanques, e tratados de forma descontextualizada. Muitas vezes, os cursos de graduação se organizam por currículos de tendência racionalista acadêmica⁸, em que a segmentação do conteúdo tem por base as disciplinas clássicas. A própria área “Ciências” é ampla e contempla cursos de Química, Biologia/Ciências Biológicas, Física, Geociências, entre outras, que caracterizam formações que articulam licenciatura e bacharelado, que possuem a Ciência “núcleo duro”. Nestes, há uma dicotomia entre licenciatura e bacharelado, que evidencia a falta de articulação entre a formação específica, dita de conteúdos, da formação pedagógica, dicotomia amplamente discutida como problemática para a formação docente. Baseiam-se em um modelo de aplicação da teoria à prática, alocada ao final dos cursos, conformação que recebe críticas, pois não forma o professor para elaborar a sua própria prática, mas o situa como um técnico que deve ter o propósito de aplicar fórmulas e perspectivas teóricas pensadas por outros na sala de aula. Segundo Pereira, essa concepção de formação de professor é ancorada na racionalidade técnica e, “para formar esse profissional, é necessário um conjunto de disciplinas científicas e um outro de disciplinas pedagógicas, que vão fornecer as bases para sua ação”⁹.

Ainda segundo o autor:

Nas universidades brasileiras, esse modelo ainda não foi totalmente superado, já que disciplinas de conteúdo específico, de responsabilidade dos institutos básicos, continuam precedendo as disciplinas de conteúdo pedagógico e articulando-se pouco com elas, as quais, geralmente, ficam a cargo apenas das faculdades ou centros de educação¹⁰.

Assim, o futuro professor aprende sobre água, por exemplo, em uma disciplina de conteúdo específico e deve ter a oportunidade de realizar uma reflexão pedagógica sobre alternativas de ensino que integrem conhecimentos específicos e pedagógicos para o tratamento deste tema com seus alunos, o que implica em avaliar o que foi aprendido e o que será necessário estruturar em termos de uma lógica do saber a ser ensinado, tomando a aprendizagem dos alunos como norteadora.

Os professores tendem a ensinar como foram ensinados, pois estudos indicam a força de crenças, representações e conhecimentos anteriores, de modo que o legado

8 M. Krasilchik, *Prática de Ensino de Biologia*, 4. ed., São Paulo, Edusp, 2004.

9 J. E. D. Pereira, “As Licenciaturas e as Novas Políticas Educacionais para a Formação Docente”, *Educação & Sociedade*, vol. 20, p. 111, 1999.

10 *Idem*, p. 112.

do que foi vivido na escola ainda como aluno determina os saberes dos professores¹¹. Por isso, há a necessidade de incluir na formação de professores processos reflexivos e conhecimentos de outras possibilidades de ação docente que tenham potencial para mudanças. Cultivar esse espaço nos cursos de graduação, na formação continuada e nas diversas ocasiões de trocas de saberes entre os professores é um desafio a ser trabalhado e que pode trazer resultados no estabelecimento de parcerias com as escolas, como temos estudado¹².

Para estruturar sequencialmente, o conteúdo a ensinar tem grande influência nos saberes dos professores e, portanto, na prática pedagógica em sala de aula, aqueles relativos aos programas de ensino e livros didáticos utilizados nas escolas¹³.

Em uma consulta a um livro de Ciências para 5ª série de 1994, do autor Carlos Barros, nota-se que o exemplar consultado estava em sua 51ª edição. Portanto, a abordagem realizada do conteúdo água é um bom indicativo da abordagem possivelmente presente nas salas de aula por algumas gerações, considerando as edições que a precederam. Na organização do conteúdo do livro, a água é prioridade e, junto com o ar e o solo, são temáticas propostas para conduzir a aprendizagem no ano, além de alguns aspectos de astronomia, saúde e meio ambiente. Em suas páginas, o autor aborda a composição e os estados físicos da água e a ideia (ainda que abstrata) de solvente universal, além de empuxo e densidade. Portanto, conceitos como mudança de estado físico, empuxo e densidade (aplicáveis não só à água) são propostos para serem compreendidos a partir da água, por meio de diversos experimentos simples e acessíveis às crianças. Também trata do ciclo da água e seu tratamento para uso comercial e consumo humano, valorizando a saúde.

A abordagem simples e de conceitos científicos relevantes para a área é a tônica, valorizando a experimentação pelo aluno. Portanto, não foi possível identificar, em uma breve observação assistemática, a presença dos elementos socioculturais e da história dos povos em relação à água, como no exemplo da sequência didática que incluiu o rio de Piracicaba. Além do mais, a água estava (ou ainda está) distanciada de ser concebida como tão fundamental à vida e à cultura que a sua presença ou ausência seja definidora do estabelecimento de uma cultura, como foi com o rio Nilo, no Egito, com a agricultura, ou de ameaçar a sobrevivência da sociedade, quando transformada em mercadoria ao invés de bem comum.

Mas o que se discute hoje como necessidade do ensino de Ciências? Será que os livros estão atualizados para auxiliar os(as) professores(as) nessa tarefa? Como ter uma

11 M. Tardif, *Saberes Docentes e Formação Profissional*, 2. ed., Petrópolis, Vozes, 2002.

12 V. G. Massabni, "Trabalho Colaborativo entre Licenciandos e Professores: Incentivo às Práticas "Autorais" Considerando o Currículo Paulista", *Educação: Teoria e Prática*, vol. 28, n. 58, pp. 280-297, 2018.

13 M. Tardif, *op. cit.*, 2002.

abordagem sobre água em uma perspectiva crítica que permita enfrentar desafios ambientais como a escassez de água, acesso por todos à água potável e outras questões impostas pelo impacto humano no planeta? Diversos estudos propõem concepções para que se possa transformar o ensino de Ciências. Será apresentada uma delas, a alfabetização científica.

A alfabetização científica e abordagem da água como tema

A cultura do desperdício e do consumo em excesso da água torna necessário refletir sobre o modo de produção vigente que faz uso da água sem a racionalidade necessária à manutenção deste recurso¹⁴, dentro de um quadro em que os problemas ambientais são um desafio para a sociedade do século XXI¹⁵. Como relacionar essas questões ao ensino sobre água no ensino de Ciências?

A definição do termo “alfabetização” por Paulo Freire se expressa como o pleno desenvolvimento das técnicas de ler e escrever pelas pessoas, com capacidade de interpretar e “ler” o mundo à sua volta. Esta alfabetização implica em autoformação e transformação do meio no qual o indivíduo está inserido.

Por sua vez, o termo “alfabetização científica” relaciona os conceitos científicos ao cotidiano, formando o cidadão. A ciência é base da formação crítica e está relacionada às implicações da tecnologia, natureza e desenvolvimento social, tornando-o ativo nas decisões que envolvem a ciência e nos avanços humanos sobre o meio¹⁶.

Em outra oportunidade, Sasseron e Machado¹⁷ afirmam que a alfabetização científica deve promover o desenvolvimento de conceitos e teorias científicas, além de habilidades de investigação com os alunos, pois um dos eixos estruturantes (o eixo 1) é propiciar que os estudantes relacionem causa e efeito, lancem hipóteses, confrontem ideias e planejem como explorar um tema com o uso de metodologias que possam testar e avaliar as possibilidades. Assim, esse eixo refere-se à compreensão de ciência considerando o entendimento de conhecimentos científicos fundamentais, termos e conceitos da ciência. Além desse eixo, os autores propõem um eixo 2, em que as ações em aula favoreçam a compreensão da natureza da Ciência e sua relação com determinantes políticos e éticos, muitos deles implicados na vida particular de cada e coletiva. O terceiro eixo é o que supõe, na alfabetização científica, as relações entre ciência, tecnologia, sociedade e ambiente, envolvendo aplicações e seus impactos na vida cotidiana.

14 C. Rodrigues, “Educação Infantil e Educação Ambiental: um Encontro das Abordagens Teóricas com a Prática Educativa”, *Revista Eletrônica do Mestrado em Educação Ambiental*, vol. 26, pp. 169-182, jan.-jun. 2011.

15 M. Reigota, *O Que é Educação Ambiental*, São Paulo, Brasiliense, 2001.

16 L. H. Sasseron e A. M. P de Carvalho, “Alfabetização Científica: uma Revisão Bibliográfica”, *Investigações em Ensino de Ciências*, vol. 16, n. 1, pp. 59-77, 2011.

17 L. H. Sasseron e V. F. Machado, *Alfabetização Científica na Prática: Inovando a Forma de Ensinar Física*, São Paulo, Livraria da Física, 2017.

Assim, a transformação do ensino de Ciências pode atender as prerrogativas de uma ciência que faz a diferença na vida das pessoas e, ao ser aprendida, é também momento de análise de sua presença no cotidiano e como explicação causal para os fenômenos que se observam.

A água é indispensável para o desenvolvimento e manutenção da vida humana, uma vez que todas as atividades humanas dependem direta ou indiretamente dela, seja como fonte hídrica para a produção de alimentos, aplicações diversas nas indústrias e a simples continuidade da humanidade enquanto seres vivos¹⁸. Em consequência disso, é possível observar as desregulações dos sistemas naturais em detrimento do alto uso desse recurso. Entre elas, os rios voadores, descritos como a transferência em forma de chuva de imensas quantidades de água provenientes da Amazônia através da evaporação dos rios e respiração da floresta para os estados ao sul e sudeste¹⁹, se tornaram alarmantes para a situação ambiental devido a sua relação direta com o clima e o ciclo das chuvas nos estados dependentes desse fenômeno. Dessa maneira, por meio do uso desmedido dos recursos hídricos e interferência nesse ciclo natural, há um desabastecimento de água para uma grande parcela da população e desregulação no clima, que afeta os produtores de alimentos e tornam o recurso mais escasso²⁰.

As justificativas da possibilidade da falta desse recurso e sua desregulação nos processos naturais do planeta já bastam para que o assunto seja abordado de forma crítica nas escolas, buscando que os alunos tomem consciência e poder de ação para a solução de um quadro que carece do conhecimento dos temas científicos e sociais, para torná-los indivíduos ativos nos processos de decisão.

O Currículo na Atualidade: a BNCC e o Tema da Água na Educação Básica

Diversas mudanças têm sido preconizadas para a Educação Básica, como a implementação da Base Nacional Comum Curricular (BNCC)²¹. Nesse documento, o tema *água* é abordado em diversos momentos, desde o Ensino Fundamental (EF) até o Ensino Médio (EM). Na Educação Infantil não se tem o tema como conteúdos escolares específicos, mas se pode abordá-lo com a água na higiene, nas descobertas dos alunos e nas brincadeiras a serem incentivadas como forma de aprender. Por exemplo, na Educação Infantil, a água pode estar presente quando posta em prática a exploração

18 A. Gonçalves e F. Cesar, "A problemática da Água e a Educação: Práticas Pedagógicas Desenvolvidas na Escola Municipal Sônia Maria Faleiro, Alta Floresta-MT, 2015", *Revista Eletrônica da Faculdade de Alta Floresta*, vol. 5, n. 1, 2016.

19 M. Guimarães, "Dança da Chuva", *Pesquisa Fapesp*, vol. 226, pp. 18-25, 2014.

20 *Idem*.

21 Brasil, *Base Nacional Comum Curricular (BNCC)*, Brasília, SEE, 2018.

do ambiente pelo aluno, como colocado pela BNCC: “Explorar o ambiente pela ação e observação, manipulando, experimentando e fazendo descobertas”²².

Cumpra salientar que, na proposta curricular apresentada aos professores pela BNCC, são as habilidades a serem desenvolvidas no estudante durante a aprendizagem do tema o centro do processo de ensino e aprendizagem, e os conteúdos do currículo, como tema, entre eles a água, só têm sentido quando inseridos neste processo de fomentar habilidades, entre elas a capacidade de interpretação, análise e relação com o contexto de vida. Nas palavras da BNCC (BRASIL, 2018): “As habilidades expressam as aprendizagens essenciais que devem ser asseguradas aos alunos nos diferentes contextos escolares. Para tanto, elas são descritas de acordo com uma determinada estrutura [...]”²³.

Estas ações são, assim, mais amplas que o tema, pois expressam um “currículo em ação”²⁴, no qual se prioriza, segundo o documento, contextualizar os conteúdos dos chamados componentes curriculares, identificando estratégias para apresentá-los e formas de organização interdisciplinar, bem como seleção de metodologias diversificadas que facilitam alcançar esse intento.

Por exemplo, na habilidade do trecho em destaque em Ciências a seguir se valoriza a discussão e a formação de hábitos de higiene entre os alunos por meio da busca de explicação racional (pois se discute a razão), podendo-se relacionar a razão como a proliferação de microorganismos que justificam esses hábitos, nos quais a água é um fator fundamental para os processos de higiene: “(EF01CI03) Discutir as razões pelas quais os hábitos de higiene do corpo (lavar as mãos antes de comer, escovar os dentes, limpar os olhos, o nariz e as orelhas etc.) são necessários para a manutenção da saúde”²⁵.

Portanto, não se deve passar uma lista de hábitos a serem memorizados, mas fazer valer, entre os alunos, as explicações que justificam tais hábitos.

No segundo ano do EF, na disciplina de Ciências, a habilidade de sigla EF02CI05 sugere a abordagem da água para a manutenção da vida das plantas, abrindo espaço para trabalhar o tema com as crianças através de experiências e vivências, conforme o professor busque metodologias para introduzir essas experiências a partir do que está na BNCC.

Na disciplina de Geografia, no segundo ano do EF, também é ressaltada a importância da água para a vida, objetivando uma perspectiva mais abrangente do que em Ciências, que visa relacionar a água aos vegetais porque propõe ao(a) professor(a) tratar a água em suas diversas aplicações, formas e utilidades na sociedade.

22 *Idem*, p. 51.

23 *Idem*, p. 29.

24 *Idem*, p. 16.

25 *Idem*, p. 29.

No quinto ano, a BNCC introduz como habilidade (EF05CI02) a se alcançar: “Aplicar os conhecimentos sobre as mudanças de estado físico da água para explicar o ciclo hidrológico e analisar suas implicações na agricultura, no clima, na geração de energia elétrica, no provimento de água potável e no equilíbrio dos ecossistemas regionais (ou locais)”²⁶.

Sendo assim, nota-se que, nesta passagem do documento, se valorizam as mudanças de estado físico da água, conceito presente no livro didático mencionado neste texto. Estas, no entanto, devem ser relacionadas ao ciclo da água, aos seus diversos usos e implicações para o equilíbrio dos ecossistemas.

Somadas a isso, as habilidades EF05CI03 e EF05CI04, também do quinto ano do Ensino Fundamental, buscam que o aluno fundamente seus argumentos para sustentar a necessidade da cobertura vegetal para a manutenção do ciclo da água no solo e identificar e discutir a valorização desse recurso hídrico na sociedade e em seus sistemas produtivos. É proposto, na habilidade EF05CI05, que os alunos desenvolvam e discutam formas de uso sustentável dos recursos empregados na escola e na vida cotidiana.

O tema da água parece estar relacionado à sustentabilidade no documento. Por exemplo, em Geografia o tema retorna relacionado aos desafios da preservação, bem como aos principais poluentes dos oceanos, rios e atmosfera.

Ademais, o documento também conta com espaços para a discussão do tema na disciplina de História, que entende a água como necessidade social e visa seu entendimento para com as necessidades humanas evidenciadas em seus aspectos sociais e regionais.

Há um grande potencial interdisciplinar no tema *água*, e isso pode ser alcançado de forma crítica e conceitual se sua abordagem realizar-se com discussões em sala de aula, experimentos para trabalhar o seu ciclo e as mudanças de estado e análises do meio em que se vive, podendo relacionar como a água interfere nas relações ecológicas e na vida humana, além de trazer um caráter questionador sobre a realidade. Se trabalhada com os alunos a sua capacidade de analisar, decidir, planejar, investigar e expressar-se com termos cientificamente corretos, refletindo sobre atitudes que os tornam responsáveis por escolhas cidadãs nas questões que envolvem ciência, a abordagem do conteúdo *água* favorece uma abordagem ancorada no processo de alfabetização científica em sala de aula.

Referências Bibliográficas

BRASIL. *Lei das Diretrizes e Bases da Educação Nacional (LDB)*. Brasília, SEE, 1996.

_____. *Base Nacional Comum Curricular (BNCC)*. Brasília, SEE, 2018. Acesso em: 31 ago. 2022.

26 *Idem*, p. 341.

- PEREIRA, J. E. D. "As Licenciaturas e as Novas Políticas Educacionais para a Formação Docente". *Educação & Sociedade*, vol. 20, pp. 109-125, 1999.
- CARVALHO, A. M. P. & GIL-PÉREZ, D. *Formação de Professores de Ciências*. 9. ed. São Paulo, Cortez, 2009.
- FERRAZ, C. F. M. S. *Música Caipira e Professores de Música Piracicabanos: Identidade, Memória e Tradição*. Dissertação de mestrado em Educação. Piracicaba, Universidade Metodista de Piracicaba, 2015.
- GONÇALVES, A. & CESAR, F. "A Problemática da Água e a Educação: Práticas Pedagógicas Desenvolvidas na Escola Municipal Sônia Maria Faleiro, Alta Floresta-MT, 2015". *Revista Eletrônica da Faculdade de Alta Floresta*, vol. 5, n. 1, 2016.
- GUIMARÃES, M. "Dança da Chuva". *Pesquisa Fapesp*, vol. 226, pp. 18-25, 2014.
- KRASILCHIK, M. *Prática de Ensino de Biologia*. 4. ed. São Paulo, Edusp, 2004.
- KUHN, T. S. *A Estrutura das Revoluções Científicas*. 5. ed. São Paulo, Perspectiva, 1997.
- MASSABNI, V. G. "Trabalho Colaborativo entre Licenciandos e Professores: Incentivo às Práticas "Autorais" Considerando o Currículo Paulista". *Educação: Teoria e Prática*, vol. 28, n. 58, pp. 280-297, 2018.
- MIZUKAMI, M. G. N. *Ensino: as Abordagens do Processo*. São Paulo, EPU, 1986.
- PÉREZ GÓMEZ, A. I. "As Funções Sociais da Escola: da Reprodução à Reconstrução Crítica do Conhecimento e da Experiência". In: SACRISTÁN, J. G. & PÉREZ GÓMEZ, A. I. *Compreender e Transformar o Ensino*. 4. ed. Porto Alegre, ArtMed, 2000.
- REIGOTA, M. *O Que é Educação Ambiental*. São Paulo, Brasiliense, 2001.
- RODRIGUES, C. "Educação Infantil e Educação Ambiental: um Encontro das Abordagens Teóricas com a Prática Educativa". *Revista Eletrônica do Mestrado em Educação Ambiental*, vol. 26, pp. 169-182, jan.-jun. 2011.
- SÃO PAULO (Estado). Secretaria do Meio Ambiente, Instituto Florestal. *EducaTupi: Sugestões de Atividades para as Escolas Que Visitam a Estação Experimental de Tupi*. São Paulo, Instituto Florestal, 2015.
- SASSERON, L. H. & CARVALHO, A. M. P. de. "Alfabetização Científica: uma Revisão Bibliográfica". *Investigações em Ensino de Ciências*, vol. 16, n. 1, pp. 59-77, 2011.
- SASSERON, L. H. & MACHADO, V. F. *Alfabetização Científica na Prática: Inovando a Forma de Ensinar Física*. São Paulo, Livraria da Física, 2017.
- TARDIF, M. *Saberes Docentes e Formação Profissional*. 2. ed. Petrópolis, Vozes, 2002.

CAPÍTULO 8

Potencializando as Estratégias de Ensino e de Aprendizagem sobre Água a Partir de Infográficos

Jair Gonçalves da Silva • Izabel Cristina Bruno Bacellar Zaneti

Universidade de Brasília. Associada ProfCiAmb

A Escola, subscreve Coscarelli¹, prioriza o modelo de leitura verbal, o que, por sua vez, tende a desconsiderar o processo de desenvolvimento habilidades voltadas aos materiais didáticos não verbais (imagéticas). Santaella² afirma que, no contexto institucional da escola, tem-se, historicamente, negligenciado o ensino não verbal como elemento cognitivo importante nos processos ensino e aprendizagem. Por outro lado, ressalta-se que, como o acesso à informação é um direito irrestrito do cidadão, essa característica do ensino brasileiro pode trazer como consequência dificuldades de compreensão dos textos (multimodais) que são parte da tradução do cotidiano. Desta forma, a leitura aprofundada, requisito primordial para a leitura crítica do cotidiano nos diversos materiais contidos nos processos formativos do qual o sujeito do ato de ler é parte indivisível da coletividade, contribui sobremaneira para o pleno usufruto da cidadania:

Algumas pessoas ainda acreditam que não precisamos ensinar nossos alunos a lidar com imagens, como se elas fossem autoexplicativas. Mas as pesquisas têm mostrado que os textos que exploram elementos gráficos podem ser muitos complexos e sua leitura nem sempre é muito intuitiva e fácil. Resultados de avaliações como o PISA (OCDE, 2014) e as pesquisas realizadas por Paiva (2013), por exemplo, nos mostram que nossos alunos têm muita dificuldade para interpretar textos com imagens, como infográficos, por exemplo³.

Os infográficos são textos visuais que, geralmente, são de concepção multimodais, pois compostos de informações verbais e não verbais numa mesma forma composicional. Portanto são, sob essa perspectiva, textos híbridos. A coerência textual entre os diferentes recursos semióticos utilizados para a elaboração dos infográficos é imprescindível para a compreensão da informação por parte do leitor⁴. Além disso, para

1 C. V. Coscarelli (org.), *Tecnologias para Aprender*, São Paulo, Parábola Editorial, 2016.

2 L. Santaella, *A Leitura de Imagens*, São Paulo, Melhoramentos, 2012.

3 C. V. Coscarelli (org.), *op. cit.*, 2016.

4 F. A. Paiva, *Leitura de Imagens em Infográficos*, em C. V. Coscarelli (org.), *Tecnologias para Aprender*, São Paulo, Parábola Editorial, 2016, pp. 43-59.

extrair o máximo proveito no processo de ensino-aprendizagem, os infográficos podem também ser textualizados, e esse foi um dos objetivos da atividade proposta. Assim, a utilização de infográficos é estratégia pedagógica importante para trabalhar conceitos de complexidade e interdisciplinaridade relacionados aos recursos hídricos do Brasil, os quais, entre outros objetivos, devem garantir os usos múltiplos e a gestão integrada e com plena participação social em garantia à sustentabilidade socioeconômica. Nesse sentido, Santaella corrobora com mais argumentos: “Embora a característica primordial da imagem seja a de ser apreendida no golpe do olhar, de chofre, tudo ao mesmo tempo, ela encerra complexidades que temos de aprender a explorar”⁵.

Do ponto de vista dos recursos didáticos, o uso dos infográficos aplica ludicidade ao processo de ensino-aprendizagem, como também quebra a centralidade histórica de práticas pedagógicas verbais e lineares. Por decorrência, é uma importante variação da estratégia pedagógica para compreensão dos temas de interface às águas. Em seguimento, é necessário incluir no contexto escolar uma pedagogia que valorize e reconheça o universo multimidiático e multissemiótico marcado pelos ambientes digitais, uma pedagogia que não se restrinja à cultura do impresso⁶.

Ademais, é preciso reconhecer que as práticas pedagógicas devem fomentar a construção, permanente, de condições que potencializem a autonomia intelectual dos alunos:

[...] a organização das atividades didáticas cria condições adequadas para a construção de conhecimentos e, conseqüentemente, amplia as possibilidades de desenvolvimento de habilidades e competências para que os sujeitos possam interpretar e analisar criticamente a realidade concreta em que se inserem⁷.

Por outro lado, é importante a implementação de atividades de aprendizagem focadas na construção de sujeitos que sejam engajados em ressignificações históricas: “[...] as condições materiais, econômicas, sociais e políticas, culturais e ideológicas em que nos achamos geram quase sempre barreiras de difícil superação para o cumprimento de nossa tarefa histórica de mudar o mundo, sei também que os obstáculos não se eternizam”⁸.

Os infográficos são bastante utilizados nos diversos materiais didáticos hoje disponíveis para uso escolar, sobretudo nos livros didáticos. São fartamente utilizados em diversas formas de comunicação: livros, jornais, telejornais, filmes, jogos eletrônicos etc. É,

5 L. Santaella, *op. cit.*, 2012, p. 20.

6 V. R. de C. Zacharias, “Letramento Digital: Desafios e Possibilidades para o Ensino”, em C. V. Coscarelli (orgs.), *Tecnologias para Aprender*, São Paulo, Parábola Editorial, 2016, p. 14.

7 L. Bacich e J. Moran (orgs.), *Metodologias Ativas para uma Educação Inovadora: uma Abordagem Teórico-prática*, Porto Alegre, Penso, 2018, p. xviii.

8 P. Freire, *Pedagogia da Autonomia: Saberes Necessários à Prática Educativa*, São Paulo, Paz e Terra, 2011, p. 53.

• **Prevalence** = the proportion of a population that has a disease at a particular point in time



Além de professores(as), orientadores(as) e gestores(as) que atuam na Educação Básica em conjunto com estudantes das séries finais do Ensino Fundamental ou do segundo segmento da Educação de Jovens e Adultos (EJA), outros atores institucionais e lideranças comunitárias que desenvolvem ações socioambientais no escopo da educação não formal com interfaces na gestão integrada e participativa de recursos hídricos e uso racional da água podem potencializar suas atividades a partir do uso deste e de outros infográficos.

Ciclo da Água

O ciclo da água é um sistema que envolve elementos de ordem físico-natural, mas também ambiental, econômica, social e cultural. É, por isso, tema de essência transversal à visão e à abordagem disciplinar. Desconsiderar a potência multidimensional do tema incorre no risco de fomentarmos o reducionismo da realidade, concreta ou socioambiental, que não atenderá ao enfrentamento dos desafios complexos postos na atualidade sobre as águas/recursos hídricos, por exemplo, eventos hídricos extremos, mudanças climáticas, sustentabilidade e desenvolvimento.

Desta feita, a partir do infográfico “Ciclo da Água”, temos o objetivo adicional de contribuir na formação de leitores ambientados no universo multimidiático. Isso porque acreditamos que práticas que contribuam para a leitura aprofundada e crítica (“conscienciosa”) de infográficos (textos não verbais ou híbridos), uma das marcas dos textos multimodais, tendem não só a contribuir na necessária interação da escola com as linguagens e tecnologias digitais, como também o de ampliar a dinâmica e os acessos à informação em processos de formação cidadã, visto que agregam sobremaneira possibilidades de compreensão do contexto e desafios socioambientais do século atual vinculados à realidade e à vida cotidiana dos membros da comunidade escolar.

Com a proposta, pleiteia-se o alcance e/ou fortalecimento das seguintes competências específicas aplicadas ao tema da água/recursos hídricos no contexto da educação básica:

- Compreender o ciclo hidrológico enquanto sistema dinâmico composto de interrelações de elementos naturais e sociais.
- Compreender aspectos teórico-conceituais e prático-contextuais do ciclo da água aplicados às dinâmicas contextuais e desafios e realidades locais (comunidades escolares, bacias hidrográficas etc.).
- Compreender a potência do conteúdo “ciclo da água” na prática pedagógica quando objetivada por uma perspectiva integrada, transversal e interdisciplinar em aporte ao alcance de uma educação integral balizada na coparticipação dos atores sociais da escola para a gestão das águas.

- Compreender a importância do(a) professor(a) na proposta e mediação de estratégia para práticas pedagógicas para uma educação que fomente a gestão democrática e participativa dos recursos naturais, especialmente das águas, tema central do ciclo da água registrado no infográfico (texto híbrido).
- Orientar e aperfeiçoar o uso de informações imagéticas (não verbais) nos processos pedagógico-didáticos com uso das tecnologias de aporte gráfico, tais como infográficos estáticos e dinâmicos.
- Aprimorar a compreensão de que, para o processo de ensino-aprendizagem, os resultados efetivos da prática pedagógica são resultados da atuação indissociável de professores(as) e estudantes que, em última instância, concretiza-se, entre outros, em aprendizagem significativa, libertadora e, por conseguinte, ambientalmente sustentável no uso democrático dos recursos naturais e, especialmente aqui, das águas e também enquanto recurso.

No que tange às habilidades de aprendizagem, os objetivos detalhados da proposta apresentam-se em duas dimensões:

- Habilidades amplas: identificar e compreender os componentes do ciclo da água a partir da leitura de infográfico (textos não verbais e/ou híbridos).e
- Habilidades específicas: (co)relacionar e (re)avaliar os componentes e processos naturais e socioeconômicos enquanto elementos de um sistema dinâmico como o do ciclo da água; trabalhar aspectos interpessoais do trabalho em equipe na construção e implementação de ações coletivas no âmbito escolar/comunidade.

Objetivos de Desenvolvimento Sustentável

Além do supracitado, a proposta aqui apresentada possibilita uma outra forma de compreendermos as interfaces ambientais e socioeconômicas relacionadas ao sistema do ciclo hidrológico (recursos hídricos), que é a partir da percepção prática da água como elemento transversal às temáticas abrangidas nos Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS), que sintetizam, além de metas, os indicadores a eles relacionados, e que foram ambos acordados em 2015 pelos países-membros da ONU a serem implementadas até 2030.

Como vimos no centro da Figura 2, o ODS 6, que trata da água e saneamento, mesmo que diretamente vinculado a oito metas e onze indicadores, só pode ser alcançado, em sua plenitude quando retroalimentado pelos demais ODS, ou seja, os outros dezesseis ODS. Portanto, é importante que no planejamento e nas práticas educativas as metas sejam, ainda que conceitualmente, contextualizadas conforme o são na realidade concreta (indissociáveis: interdisciplinares em seu “todo”), compondo um mesmo quadro socioambiental. Desta maneira, é uma oportunidade para evidenciarmos a natureza

interdisciplinar dos ODS a partir do fomento do conhecimento formal de maneira a promover a efetividade e a reflexão crítica sobre o conteúdo e instrumento para a promoção de uma educação baseada no desenvolvimento sustentável¹⁰.

Figura 2 – Transversalidade: água limpa e saneamento



Fonte: Agência Nacional de Águas e Saneamento Básico (ANA), *ODS 6 no Brasil: Visão da ANA sobre os Indicadores*, Brasília, 2019.

10 "Um dos Objetivos do Desenvolvimento Sustentável (ODS), é assegurar a disponibilidade e a gestão sustentável da água e do saneamento para todos. A fim de contribuir para o monitoramento e o cumprimento dessas metas, a ANA apresenta o [Relatório ODS 6 no Brasil](#) – Visão da ANA sobre os Indicadores. No documento, estão sistematizadas as informações produzidas sobre todas as oito metas do ODS 6, incluindo a série histórica dos resultados, diferentes níveis de desagregação espacial, críticas e sugestões de aprimoramentos metodológicos, comparação do Brasil com outros países e regiões do mundo, bem como fichas metodológicas com passo a passo para replicação. Foram avaliados os cenários de disponibilidade dos recursos hídricos, as demandas e usos da água para as atividades humanas, as ações de conservação dos ecossistemas aquáticos, redução de desperdícios e acesso ao abastecimento de água, esgotamento sanitário e tratamento de esgotos. O relatório foi elaborado seguindo metodologia discutida com agências da ONU e contou com a revisão de diversas instituições parceiras.

SAIBA MAIS!

Para conhecer mais sobre as metas e indicadores do ODS 6 (água limpa e saneamento), explore as potencialidades no aprofundamento temático do ciclo da água. A ANA disponibiliza um Painel Interativo com dados e informações atualizadas aplicadas ao Brasil: série histórica dos dados, como também a desagregação espacial, o que nos permite comparações de ordem temporal e espacial. Tudo isso é relevante na contextualização da gestão das águas no nosso território.

Figura 3 – Telas do Painel Interativo do ODS 6 (água limpa e saneamento)¹¹



Fonte: Agência Nacional de Águas e Saneamento Básico (ANA), *Conjuntura dos Recursos Hídricos no Brasil: Relatório Anual*, Brasília, 2021 (adaptada pelo autor).

Esse painel dinâmico é um recurso importante no incremento de informações acerca do ODS 6, que potencializa os processos de ensino e aprendizagem, sobretudo no tema da água no contexto escolar. Além disso, reforça, embora apareçam com metas e indicadores individualizados para fins de abordagem teórico-conceitual, que o ODS 6 é um, entre outros objetivos de sustentabilidade, que deve ser constantemente tratado de forma transversal, integrada e interdisciplinar de forma a refletir a práxis social de pertinência e sentido à comunidade escolar.

¹¹ [Telas do Painel Interativo do ODS 6](#)

IMPORTANTE!

Para que o Brasil alcance as metas relacionadas à água limpa e saneamento, é imprescindível a participação de todos(as): governos federal, estaduais e municipais, setores privados, sociedade civil, cidadãos e, portanto, da transformação cultural, de mobilização e engajamento das comunidades escolares, de forma diuturna, para garantirmos que os recursos hídricos sejam democraticamente disponíveis para as atuais e futuras gerações, sem desconsiderar todos os demais usos que não sejam o consumo direto da água, tais como o valor paisagístico, ecológico e cultural-religioso. A partir dessa perspectiva do conjunto interdependentes dos ODS, quanto aos aspectos de natureza socioambientais, revise, como forma de aproximação do tema, o infográfico “Ciclo da Água”: analise os atores sociais envolvidos nas atividades e nos processos representados. É perceptível para você essa intrínseca e irrestrita participação social para uma gestão integrada dos recursos hídricos? Registre suas ideias. Compartilhe! Para instigá-lo(a) ainda mais nessa reflexão, assista a este vídeo: [Lançamento da 2ª edição do Relatório ODS 6 no Brasil](#).

Base Nacional Comum Curricular

Na elaboração da proposta, tivemos como utopia motriz (necessária expectativa de aprendizagem), enquanto alavanca de transformação social no que tange à educação escolar, o conjunto de competências gerais para a Educação Básica previsto na Base Nacional Comum Curricular (BNCC). Por serem apontadas como essenciais, essas competências são fontes inspiradoras e diretivas, mas também desafiadoras para a concepção de propostas pedagógicas ativas que envolvam todos os sujeitos da comunidade escolar.

As competências gerais da Educação Básica

1. Valorizar e utilizar os conhecimentos historicamente construídos sobre o mundo físico, social, cultural e digital para entender e explicar a realidade, continuar aprendendo e colaborar para a construção de uma sociedade justa, democrática e inclusiva.
2. Exercitar a curiosidade intelectual e recorrer à abordagem própria das ciências, incluindo a investigação, a reflexão, a análise crítica, a imaginação e a criatividade, para investigar causas, elaborar e testar hipóteses, formular e resolver problemas e criar soluções (inclusive tecnológicas) com base nos conhecimentos das diferentes áreas.

3. Valorizar e fruir as diversas manifestações artísticas e culturais, das locais às mundiais, e também participar de práticas diversificadas da produção artístico-cultural.
4. Utilizar diferentes linguagens – verbal (oral ou visual-motora, como Libras, e escrita), corporal, visual, sonora e digital –, bem como conhecimentos das linguagens artística, matemática e científica, para se expressar e partilhar informações, experiências, ideias e sentimentos em diferentes contextos e produzir sentidos que levem ao entendimento mútuo.
5. Compreender, utilizar e criar tecnologias digitais de informação e comunicação de forma crítica, significativa, reflexiva e ética nas diversas práticas sociais (incluindo as escolares) para se comunicar, acessar e disseminar informações, produzir conhecimentos, resolver problemas e exercer protagonismo e autoria na vida pessoal e coletiva.
6. Valorizar a diversidade de saberes e vivências culturais e apropriar-se de conhecimentos e experiências que lhe possibilitem entender as relações próprias do mundo do trabalho e fazer escolhas alinhadas ao exercício da cidadania e ao seu projeto de vida, com liberdade, autonomia, consciência crítica e responsabilidade.
7. Argumentar com base em fatos, dados e informações confiáveis, para formular, negociar e defender ideias, pontos de vista e decisões comuns que respeitem e promovam os direitos humanos, a consciência socioambiental e o consumo responsável em âmbito local, regional e global, com posicionamento ético em relação ao cuidado de si mesmo, dos outros e do planeta.
8. Conhecer-se, apreciar-se e cuidar de sua saúde física e emocional, compreendendo-se na diversidade humana e reconhecendo suas emoções e as dos outros, com autocrítica e capacidade para lidar com elas.
9. Exercitar a empatia, o diálogo, a resolução de conflitos e a cooperação, fazendo-se respeitar e promovendo o respeito ao outro e aos direitos humanos, com acolhimento e valorização da diversidade de indivíduos e de grupos sociais, seus saberes, identidades, culturas e potencialidades, sem preconceitos de qualquer natureza.
10. Agir pessoal e coletivamente com autonomia, responsabilidade, flexibilidade, resiliência e determinação, tomando decisões com base em princípios éticos, democráticos, inclusivos, sustentáveis e solidários¹².

12 Fonte: Ministério da Educação (MEC), *Base Nacional Comum Curricular: Educação é a Base*, Brasília, 2018. [As competências gerais da Educação Básica](#)

A proposta de utilização do infográfico como estratégia de ensino e aprendizagem sobre água pode ser estruturada em quatro etapas, quais sejam:

Etapa 1: leitura individual do infográfico “Ciclo da Água”

Meta: compreender, a partir da leitura livre, os principais aspectos e processos representados: gráficos e verbais do infográfico.

Dinâmica da etapa: projete o Infográfico “Ciclo da Água” aos(as) alunos(as). Deixe que façam, de forma livre e individualizada, o registro descritivo dos dados, informações e impressões identificadas e/ou vivenciadas. Posteriormente, utilize os resultados como estratégia de ambientação, de forma coletiva, ao tema; acompanhe-os nas descobertas trazidas no texto híbrido (verbal e imagéticas) do infográfico.

Exemplos de informações verbais:

“A água evapora dos oceanos, rios, solos e vegetação, condensando em nuvens. Após esse processo, ela cai em forma de chuva, infiltra e escoa pelos rios, desaguando no mar. Esse ciclo determina a quantidade de água que chega até você.”

“A chuva é a principal responsável pela entrada de água no ciclo hidrológico. Quando precipita, parte dela escoa pelos rios, parte infiltra e o restante evapora ou fica nas folhas da vegetação. Ao longo desse trajeto, a água é utilizada de diversas maneiras, encontrando o mar ao final, onde evapora e condensa em nuvens que seguirão com o vento, reiniciando o ciclo.”

Precipitação: 15,61 trilhões de m³/ano.

Entrada de outros países: 3,0 trilhões de m³/ano.

Saída para outros países: 657 bilhões de m³/ano. “Uma parcela do volume de água escoa para outros países, contribuindo para a disponibilidade de água em territórios vizinhos.”

Observem e registrem também dados e informações sobre: evapotranspiração; vazão gerada no Brasil; águas subterrâneas; reservatórios; retornos; saídas para o mar; setores usuários citados; processos citados etc.

Exemplos de informações imagéticas

Descritor visual gráfico: o fundo da tela do infográfico é predominantemente na cor verde; à esquerda da imagem há três traços horizontais, em largura diferentes, na cor azul, que se unem num único corpo na segunda metade da imagem à direita; o curso dos traços na cor azul está indicado por setas que seguem no sentido horizontal do infográfico, ficando apenas parte desmembradas em figuras geométricas de mesma cor; finalizam na parte de baixo à direita; ao longo da linha horizontal há formações de figuras geométricas de formas, tamanhos e cores variáveis; há outras (mas poucas) figuras distantes do centro do infográfico horizontalizado, e estas estão na parte superior do lado direito; a maior parte das cores utilizadas nas figuras apresentam cores sólidas, variando em tons de verde e vermelho; há ainda setas, além das horizontais que são predominantes, nas cores branca e azul, respectivamente nas direções verticais crescentes e verticais decrescentes etc.

Descritor visual interpretativo: disposição verbal e imagética (texto híbrido) das informações sobre o ciclo da água; identificação dos processos físicos que compõem o ciclo hídrico; associação de correlação entre os dados verbais e a dimensão gráfica de referência (ex.: largura e tons variáveis dos rios); identificação de informações cujas relações precisam ser inferidas (ex.: árvores e precipitação e corpos hídricos); correlação importante entre a disposição espacial e escala das informações, tanto verbais quanto imagéticas, e a realidade concreta (ex.: edificação para geração de energia; mar); informação gráfica do deságue (disposição espacial) das águas dos rios; descrição dos principais usos da água (abastecimento urbano e rural, geração de energia, agricultura etc.) e as respectivas proximidades geográficas dos corpos hídricos; representação gráfica e numérica do volume de água que chega (advindo de outros territórios nacionais) e que saem do território brasileiro etc.

Etapa 2: leitura orientada do infográfico “Ciclo da Água”

Meta: exercitar, a partir da proposta, a leitura do infográfico.

Definições e dinâmica da etapa: propomos, de forma orientada e sistematizada, uma leitura do infográfico “Ciclo da Água” tendo como objetivo principal a aproximação (re) contextualizada dos elementos dinâmicos e interdependentes, e respectivos atributos, que repercutem de forma singular no binômio espaço-tempo, mas que, a despeito de suas complexidades, são imprescindíveis para compreensão, em sua completude, do tema do infográfico. Isso porque, entre as vantagens do uso do infográfico como recurso didático, está a de possibilitar uma leitura de conjunto numa única tomada de vista (forma composicional). Decorrente disso, favorece leituras multiescalar, multitemporal e

sistêmica (não fragmentada) de um determinado aspecto ou processo em um contexto de interpelações. No caso do “Ciclo da Água”, possibilita, de forma mais didática, apreender o elemento água e suas inferências, por exemplo, as de ordem natural, ambiental, econômica, social, histórico-política, geográfica, holístico-cultural etc. Em sentido mais amplo, apreender a água em seu sentido ampliado, para a vida na Terra em suas várias dimensões.

Portanto, a leitura, interpretação e análise mais efetiva de infográficos, que buscam abarcar cenários ambientais de uma realidade socioeconômica, é, em sua integralidade, ação de essência interdisciplinar. Contudo, a depender do objetivo educacional pretendido, não inviabiliza, em termos de oportunidade de trabalhar habilidades cognitivas específicas e socioambientais, e em atenção à condição processual do processo de aprendizagem e/ou desafios de natureza pedagógica e de gestão escolar, que possa ser trabalhado de forma disciplinar ou ainda multidisciplinar. Independente do formato de abordagem, recomenda-se a proposição de leitura individual, conforme a etapa 1 (com foco na percepção, por exemplo), ou coletiva, conforme a etapa 2 (com foco na interação e compartilhamento em grupo entre os estudantes).

O objetivo do Quadro 1 é o de propor uma sistematização da leitura contextual do infográfico “Ciclo da Água” de forma a auxiliar os estudantes-leitores. Todavia, não são regras, não são trilhos, mas, reafirma-se: possibilidades. Exercite sua liberdade reflexão e proponha caminhos de leitura do infográfico que estejam mais condizentes com o contexto de sua comunidade escolar.

É importante, no âmbito dessa atividade, que se preserve a fidelidade ao tema principal, que é a água, e que seja uma abordagem prático-conceitual, que faça propulsar sentido na aprendizagem, de modo a instigar e ampliar o engajamento dos estudantes no tema com rebote no uso racional da água e na participação da gestão dos recursos hídricos.

Orientações adicionais: para melhor orientar na leitura do infográfico “Ciclo da Água”, sugerimos que sejam trabalhados os aspectos e habilidades cognitivas mais gerais (percepção, identificação e conceitual) e os mais específicas, neste caso, subdivididos entre básicos (“saber reconhecer processos”) e complexos (“saber correlacionar processos”, por exemplo)¹³.

Relembramos que o modelo é sugestivo. Caso não seja o mais adequado aos seus desafios (ensino-aprendizagem) e à realidade (socioambiental etc.) dos estudantes, proponha e auxilie-os na implementação de adaptações que possam ser mais efetivas

13 Habilidades específicas complexas aqui são designadas também como aquelas relacionadas propriamente ao ciclo da água. Além disso, as complexas tendem a explorar inferências a partir de conhecimentos prévios. O fato de o conteúdo ciclo da água ser um assunto que permeia todo o Ensino Fundamental, embora com perspectivas distintas ao longo das séries, possibilita esse resgate.

para a aprendizagem significativa, mas que tenham como cenário de partida o infográfico “Ciclo da Água”. As marcações na cor azul são alguns exemplos da leitura sistematizada. Já os espaços em branco devem ser preenchidos com as especificidades locais!

Quadro 1 – Proposta de leitura orientada do infográfico.

PROPOSTA DE LEITURA ORIENTADA DO INFOGRÁFICO						
CICLO DA ÁGUA						
Identificar elementos gráficos: Pontos, linhas, formas, cores, tons, texturas, direções, movimentos, frequências etc.	Elementos conceituais	Usos dos recursos hídricos	HABILIDADES ESPECÍFICAS			
			Básicas	Complexas		
			SABER			(Re)agir
			(Re)conhecer	(Cor)relacionar		
			Processos			
Descrever usos das cores, tons e "texturas"	Águas subterrâneas	Turismo e lazer	Evaporação	Dinâmica dos corpos d'água e energia solar	Uso racional da água e da energia elétrica	
	Vazão gerada	Geração de energia	Precipitação	Chuva e força gravitacional	Uso do solo e cobertura vegetal	
	Reservatórios	Agricultura	Infiltração	Precipitação e cobertura do Solo		
Descrever uso das formas, dimensões e escalas	Segurança hídrica	Pecuária	Escoamento superficial			
	Disponibilidade hídrica	Navegação	Evapotranspiração			
	Rios voadores	Pesca				
Descrever usos da frequência (repetições), direções e "movimentos"		Indústria				
		Abastecimento urbano e rural				
Observação: as colunas não necessariamente guardam correlação entre si.						

Fonte: J. G. Silva, *Macrodiretrizes Instrucionais da Educação a Distância Aplicadas à Capacitação para a Gestão de Recursos Hídricos: Água em Ciclo no Contexto Interdisciplinar*, Dissertação de mestrado profissional em Ensino das Ciências Ambientais, Brasília, Universidade de Brasília, 2021.

Etapa 3: atividade mediada para uso do infográfico “Ciclo da Água”

Meta: aplicar metodologias e estratégias didáticas que fomentem o protagonismo juvenil coletivo com foco no enfrentamento de desafios e problemas locais pertinentes à água em consonância com a aprendizagem significativa.

Definições e dinâmica da etapa: propomos contribuir para o uso do infográfico “Ciclo da Água” como estratégia e fomento de práticas e/ou projetos pedagógicos que potencializem o engajamento e ação cidadã dos estudantes nas questões locais relacionadas à água e em aporte ao desenvolvimento sustentável. E, para o alcance desse resultado, a sua participação, enquanto professor(a), na perspectiva de mediador(a), orientador(a) e autor(a) da experiência coletiva na unidade de ensino, é indispensável.

A estrutura da atividade que será explicitada representa, reitera-se, uma das possibilidades do uso do infográfico com foco na aprendizagem significativa ativa a partir do conceito da competência *saber fazer* com a sistematização do que *se sabe*. Com isso, esperamos que ao longo do processo de ensino, que é baseado também na abordagem contextualizada da aprendizagem, sejam explicitadas e ampliadas as capacidades de *saber-mobilizar* como motriz do interesse e protagonismo juvenil para as questões afetas aos recursos ambientais, tendo como destaque a água.

Nesse percurso de construção e aplicação coletiva de aprendizagens e saberes locais, é fundamental que não percamos de vista a abordagem transversal e interdisciplinar, já mencionadas. Inobstante, não há obstáculos que nos impeçam uma abordagem disciplinar, desde que seja uma estratégia facilitadora e progressiva de ensino-aprendizagem. Além disso, é determinante uma abordagem inicial que possa fomentar o uso dos conhecimentos já adquiridos pelos estudantes, desde que em reforço para contribuir no reconhecimento da complexidade multidisciplinar tocante aos desafios do mundo real do qual são todos sujeitos sociais, independentemente do nível de consciência dessa condição.

Aliás, esse é um dos aspectos a serem trabalhados em todas as etapas desta atividade de uso do infográfico. Para isso, são impreteríveis processos simultâneos de mediação e orientação. Portanto, professor(a), auxilie os estudantes a partir do *aprender fazendo*, experimentando e treinando os olhares e percepções para o aperfeiçoamento da leitura do infográfico para o mundo real na perspectiva do rebote local. É, além disso, o trato e refinamento da informação para a corresponsabilidade ambiental no uso e gestão das águas em seus diversos ambientes, requisito para o exercício cidadão dos jovens e da instituição escola.

É componente estratégico de ensino-aprendizagem, em que se busca articular habilidades para uso de texto híbrido (infográfico) com metodologia ativa, focada na contextualização, com o objetivo de trabalhar competências gerais pertinentes à educação, também híbrida, do século XXI.

A inspiração é na metodologia de Contextualização da Aprendizagem a partir da problematização e resolução de problemas pertinentes aos desafios da comunidade da qual é parte a escola de referência, o que pode ser nos níveis de bairro, município, bacia hidrográfica. Com isso buscamos potencializar a efetivação de práticas pedagógicas engajadoras tanto para professores(as) quanto para alunos(as), visto que ressignificam “conteúdos disciplinares” em aprendizados para o exercício em sua pluralidade de recortes temáticos e espaçotemporais da cidadania. Condição imprescindível para a “construção de um futuro viável para as gerações presentes e futuras” (Edgar Morin, Os Sete Saberes Necessários à Educação do Futuro, 2. ed. rev., São Paulo/Brasília, Cortez/Unesco, 2011, p. 13).

Orientações adicionais: neste uso do infográfico auspiciamos o emprego do conjunto dos ODS como um portfólio ativo de potenciais (re)descobertas de outras temáticas que guardam fina sintonia com a água. De forma a auxiliar nesse processo, um dos temas a serem problematizados em relação ao infográfico tem o intuito de dinamizar as possibilidades de aderência aos desafios temáticos locais, vivenciados no contexto do território escolar ou da bacia hidrográfica. Além disso, é uma oportunidade de correlacionar, na prática pedagógica, a água aos demais objetivos. Ainda assim, professor(a), é um tema sugestivo, não esgotando outras temáticas de trabalho.

Como uma das estratégias didáticas para melhorar o engajamento cognitivo dos alunos no tema, propomos a prática do *aprender a aprender* tendo como referência as habilidades de (re)conhecer, (co)relacionar e (re)agir, a divisão da atividade¹⁴.

Professor(a), importante não perder de vista que cabe a você acompanhar, sugerir, mediar e orientar nas estratégias escolhidas pelo grupo de estudantes ao longo de todas as etapas desse processo, sobretudo no nível de complexidade da formulação da situação-problema, de forma a contribuir na contextualização crítica do infográfico. Recomenda-se, caso esteja trabalhando individualmente com seus alunos, que busque exemplos na sua área em que leciona. Por outro lado, se o ideal ocorrer e você for parte de uma equipe, compondo uma ação multi e/ou interdisciplinar, proponha que cada professor(a) traga sua experiência para construir um único portfólio de situações-problemas para fins de exemplificação. Observe, entretanto, que a escolha final deve ser de autonomia dos estudantes. Por conseguinte, oriente-os quanto à necessidade de um sólido planejamento inicial das etapas, de forma a garantir não só a pertinência e exequibilidade, mas também que o resultado dessa prática seja compartilhado junto com os demais grupos de estudantes envolvidos na ação pedagógica como a comunidade escolar.

¹⁴ *Conhecendo*: formulação da situação-problema. É a exploração contextualizada dos desafios locais do tema do infográfico. O professor tem papel fundamental na orientação e definição da situação-problema. *Pesquisando*: investigação das possíveis causas. É a busca de relações de causas e efeitos, construção e ordenamento de hipóteses que possam explicar a existência da situação-problema. *Fazendo*: solução da situação-problema. É a implementação de ações, no âmbito do escopo social da escola, que possam resolver/atenuar/mitigar, ainda que a longo prazo, a situação-problema. *Mobilizando*: implementação, práticas, experiências e sentidos. É o compartilhamento das aprendizagens alcançadas pelos estudantes. É o momento para divulgar, sensibilizar e engajar outros públicos até então não envolvidos na ação/atividade/projeto. É também mais uma oportunidade de a escola fortalecer os vínculos com a comunidade envolta. É a escola ressaltando seu protagonismo institucional.

Quadro 2 – Proposta de atividade mediada para uso do infográfico.

PROPOSTA DE ATIVIDADE MEDIADA PARA USO DO INFOGRÁFICO						
CICLO DA ÁGUA						
Observação: área e subtemas são exemplos.			(Re)conhecer	(Co)relacionar	(Re)agir	Compartilhar
			Contextualização da Aprendizagem			
			APRENDER A APRENDER			
			CONHECENDO	PESQUISANDO	FAZENDO	MOBILIZANDO
			Objetivo: Formulação da situação-problema "local"	Objetivo: Investigação das possíveis causas	Objetivo: Solução ou mitigação da situação-problema	Objetivo: Implementação das práticas, experiências
Método: Atividade de campo orientada pelo mediador-professor(a)	Método: Pesquisar e registrar hipóteses	Método: Planejar a execução de ações	Implementação, práticas, experiências, sentidos – no âmbito da participação da comunidade escolar			
CIÊNCIAS AMBIENTAIS	(sub)temas	Exemplos				
		Objetivo do Desenvolvimento Sustentável (ODS) 6				
		Cidadania e participação social nas políticas públicas locais				
		Instrumentos de gestão de recursos hídricos*				
		Uso e ocupação do solo				
		Resíduos sólidos				
		Segurança hídrica e mudanças climáticas				

Fonte: Fonte: J. G. Silva, *Macrodiretrizes Instrucionais da Educação a Distância Aplicadas à Capacitação para a Gestão de Recursos Hídricos*.

Etapa 4: compartilhar os registros da atividade de uso do infográfico “Ciclo da Água”

Findas as etapas anteriores, é importante compartilhar com todos os demais cursistas os registros das atividades de leitura e de uso do infográfico, como ferramenta de apoio no processo de ensino e aprendizagem, tendo em vista as especificidades da comunidade escolar e de engajamento dos estudantes. Compartilhe os desafios, estratégias, resultados, conquistas, desdobramentos etc. que vocês, professores(as) e estudantes, obtiveram coletivamente a partir das provocações temáticas relacionadas à água no contexto local. Identifiquem o melhor meio/ferramenta/estratégia para esse compartilhamento.

Em vista da proposta apresentada, o uso de infográficos, além de possibilitar uma maior dinamização do processo ensino-aprendizagem, facilita a compreensão de temas e o restabelecimento das relações sociedade-natureza, tanto no ensino formal como no informal, conforme classificação da Unesco¹⁵; e a reapropriação crítica do mundo por meio de práticas pedagógicas fundadas na interdisciplinaridade do saber ambiental, como estratégia do fomento de visões holísticas e sistêmicas a despeito dos deletérios

¹⁵ Unesco, 1980, *apud* E. Leff, “Complexidade, Interdisciplinaridade e Saber Ambiental”, em A. Philippi Jr. *et al.*, *Interdisciplinaridade em Ciências Ambientais*, São Paulo, Signus Editora, 2000, cap. 2, pp. 19-51.

efeitos ideológicos do reducionismo ecologista ou do funcionalismo e pragmatismo sistêmico¹⁶.

Referências Bibliográficas

- AGÊNCIA Nacional de Águas e Saneamento Básico (ANA). *Conjuntura dos Recursos Hídricos no Brasil: Relatório Anual*. Brasília, 2020.
- _____. *Conjuntura dos Recursos Hídricos no Brasil: Relatório Anual*. Brasília, 2021.
- _____. *ODS 6 no Brasil: Visão da ANA sobre os Indicadores*. Brasília, 2019.
- BACICH, L. & MORAN, J. (orgs.). *Metodologias Ativas para uma Educação Inovadora: uma Abordagem Teórico-prática*. Porto Alegre, Penso, 2018.
- COSCARELLI, C. V. (org.). *Tecnologias para Aprender*. São Paulo, Parábola Editorial, 2016.
- FREIRE, P. *Pedagogia da Autonomia: Saberes Necessários à Prática Educativa*. São Paulo, Paz e Terra, 2011.
- LEFF, E. "[Complexidade, Interdisciplinaridade e Saber Ambiental](#)". In: PHILIPPI JR., A. et al. *Interdisciplinaridade em Ciências Ambientais*. São Paulo, Signus Editora, 2000, cap. 2, pp. 19-51. Acesso em: 12 out. 2022.
- MINISTÉRIO da Educação (MEC). [Base Nacional Comum Curricular: Educação é a Base](#). Brasília, 2018. Acesso em: 24 mar. 2022.
- MORAN, J. M.; MASETTO, M. T. & BEHRENS, M. A. *Novas Tecnologias e Mediação Pedagógica*. Campinas, Papirus, 2013 (coleção Papirus Educação).
- MORIN, Edgar. *Os Sete Saberes Necessários à Educação do Futuro*. 2. ed. rev. São Paulo/Brasília, Cortez/Unesco, 2011.
- PAIVA, F. A. *Leitura de Imagens em Infográficos*. In: COSCARELLI, C. V. (org.). *Tecnologias para Aprender*. São Paulo, Parábola Editorial, 2016, pp. 43-59.
- SANTAELLA, L. *A Leitura de Imagens*. São Paulo, Melhoramentos, 2012.
- SILVA, J. G. *Macrodiretrizes Instrucionais da Educação a Distância Aplicadas à Capacitação para a Gestão de Recursos Hídricos: Água em Ciclo no Contexto Interdisciplinar*. Dissertação de mestrado profissional em Ensino das Ciências Ambientais, Brasília, Universidade de Brasília, 2021.
- ZACHARIAS, V. R. de C. "Letramento Digital: Desafios e Possibilidades para o Ensino". In: COSCARELLI, C. V. (org.). *Tecnologias para Aprender*. São Paulo, Parábola Editorial, 2016, pp. 15-29.

Anexos. Descritivos e Atributos do Infográfico "Ciclo da Água"

Informações Verbais

"A chuva é a principal responsável pela entrada de água no ciclo hidrológico. Quando precipita, parte dela escoia pelos rios, parte infiltra e o restante evapora ou fica nas folhas da vegetação. Ao longo desse trajeto, a água é utilizada de diversas maneiras, encontrando o mar ao final, onde evapora e condensa em nuvens que seguirão com o vento, reiniciando o ciclo." **Precipitação** [15,61 trilhões de m³/ano]. **Entrada de outros países** [3,0 trilhões de m³/ano]. **Saída para outros países** [657 bilhões de m³/ano]: "Uma

¹⁶ *Idem*.

parcela do volume de água escoar para outros países, contribuindo para a disponibilidade de água em territórios vizinhos.” **Evapotranspiração** [9,72 trilhões de m³/ano]: “Parte da água da chuva retorna à atmosfera pelo efeito da evapotranspiração, o que faz com que nem toda água precipitada esteja efetivamente disponível para os outros processos ou usos. A evapotranspiração ocorre ao longo de todo o território.” **Vazão gerada no Brasil** [5,9 trilhões de m³/ano]. **Águas subterrâneas** [1,1 trilhão de m³/ano]: “Águas subterrâneas são formadas pela infiltração da água das chuvas no solo. Elas também contribuem significativamente para o volume de água dos rios.” **Reservatórios** [300 bilhões de m³ – volume total armazenado nos reservatórios acompanhados pela ANA em 01/01/2019]: “Reservatórios artificiais são construídos para armazenar água e aumentar a segurança hídrica de forma a atender aos diversos usos da água.” **Retornos**: “Parte da água utilizada pelos diversos setores retorna aos corpos hídricos.” **Saídas para o mar** [8,7 trilhões de m³/ano]: “A maior parte da água dos rios de nosso território tem como deságue final o oceano.” **Setores usuários citados**: Turismo e Lazer; Geração de Energia; Agricultura; Pecuária; Pesca; Navegação; Indústria; Abastecimento Urbano e Rural. **Processos citados**: Infiltração; Transpiração; Evaporação; Evapotranspiração; Precipitação.

Fonte: ANA, 2020 (adaptado) *apud* SILVA, 2021.

Informações Imagéticas

Descritor visual gráfico: o fundo da tela do infográfico é predominantemente na cor verde; à esquerda da imagem há três traços horizontais, em largura diferentes, na cor azul, que se unem num único corpo na segunda metade da imagem à direita; o curso dos traços na cor azul está indicado por setas que seguem no sentido horizontal do infográfico, ficando apenas parte desmembradas em figuras geométricas de mesma cor; finalizam na parte de baixo à direita; ao longo da linha horizontal há formações de figuras geométricas de formas, tamanhos e cores variáveis; há outras (mas poucas) figuras distantes do centro do infográfico horizontalizado, e estas estão na parte superior do lado direito; a maior parte das cores utilizadas nas figuras apresentam cores sólidas, variando em tons de verde e vermelho; há ainda setas, além das horizontais que são predominante, nas cores branca e azul, respectivamente nas direções verticais crescentes e verticais decrescentes etc.

Descritor visual interpretativo: disposição verbal e imagética (texto híbrido) das informações sobre o ciclo da água; identificação dos processos físicos que compõem o ciclo hídrico; associação de correlação entre os dados verbais e a dimensão gráfica de referência (ex.: largura e tons variáveis dos rios); identificação de informações cujas relações precisam ser inferidas (ex.: árvores e precipitação e corpos hídricos); correlação importante entre a disposição espacial e escala das informações, tanto verbais quanto

imagéticas, e a realidade concreta (ex.: edificação para geração de energia; mar); informação gráfica do deságue (disposição espacial) das águas dos rios; descrição dos principais usos da água (abastecimento urbano e rural, geração de energia, agricultura etc.) e as respectivas proximidades geográficas dos corpos hídricos; representação gráfica e numérica do volume de água que chega (advindo de outros territórios nacionais) e que saem do território brasileiro etc.

Fonte: SILVA, 2021.

CAPÍTULO 9

Espaços de Educação Não Formal e Suas Potencialidades na e para a Problemática e Uso Consciente da Água em uma Perspectiva Sustentável

Pedro Donizete Colombo Junior • Ana Paula Zanolli Pinheiro

Lélia Adriana Daher Cavalcante

Universidade Federal do Triângulo Mineiro (UFTM), campus Uberaba/MG

Grupo de Estudo e Pesquisa em Educação Não Formal e Ensino de Ciências (GENFEC)

Apresentação

Seguramente há poucas horas, talvez minutos, de se deparar com este texto, vivenciamos distintas situações em que a água esteve presente, seja ao lavar as mãos, ir ao banheiro, tomar um copo de água ou ainda, de forma não direta, vendo um rio poluído no centro da cidade. Situações corriqueiras que, na maioria das vezes, passam despercebidas no cotidiano das pessoas, as quais não percebem que a água está intrinsecamente associada ao desenvolvimento de todas as sociedades e culturas, sendo imprescindível à vida.

O uso consciente da água tem, há décadas, motivado ambientalistas e pesquisadores a chamar a atenção das pessoas para a urgência de uma agenda para seu uso numa perspectiva sustentável. As rápidas transformações pelas quais a sociedade tem passado, imersa em um mundo cada vez mais tecnológico, têm afetado diretamente o meio ambiente e, por conseguinte, nossa vida cotidiana. Diante de discussões socioambientais, como desmatamento, aquecimento global, impermeabilização do solo e ilhas de calor, poluição de rios, mares e oceanos, destaca-se a preocupação com o uso da água e sua preservação.

Preocupação indicada por Tundisi e Matsumura-Tundisi¹ ao apresentar o livro *A Água*, no qual reforçam o fato de a água ser um recurso estratégico que mantém a vida, sustenta a biodiversidade e a produção de alimentos. E alertam que, “embora dependam da água para sua sobrevivência e para o desenvolvimento econômico e social, as sociedades humanas poluem e degradam este recurso – tanto as águas superficiais como as subterrâneas”².

1 J. G. Tundisi e T. Matsumura-Tundisi, *A Água*, São Carlos, Scienza, 2020.

2 *Idem*, p. 15.

Jacobi e Grandisoli argumentam que a “exploração crescente dos recursos naturais coloca em risco as condições físicas de vida na Terra, na medida em que a economia capitalista exige um nível e tipos de produção e consumo que são ambientalmente insustentáveis”³. Acrescenta-se que, para além de políticas capitalistas, a demanda global de água também sofre influência do crescimento populacional e de padrões de consumo. Um cenário que indica projeções não animadoras para a humanidade: estima-se que em 2030 o planeta enfrentará um déficit hídrico de 40%⁴.

Dada a importância socioambiental que a água representa para o planeta e para a manutenção da vida, torna-se inquestionável a importância de essa temática estar presente na formação de todos os cidadãos. Ou seja, quando pensamos no uso consciente e sustentável da água, a educação é de grande responsabilidade, sendo um caminho promissor para a formação de pessoas mais bem informadas e conscientes sobre sua participação em questões socioambientais. Aqui, “educação” é entendida em seu sentido mais amplo, não apenas vinculado à escola formal, sistematizada, disciplinar, descontextualizada do cotidiano e encarcerada entre os muros de um prédio.

A água, seu uso e manutenção, é um tema muito caro para ficar restrito apenas ao ambiente escolar. Outros espaços também são chamados a contribuir com essa reflexão. Dentre estes, destacam-se os ambientes extraescolares, por vezes chamados de espaços de educação não formal. Segundo Veiga, Massi e Torres,

dentre os caminhos pedagógicos possíveis de formação de cidadãos conscientes, aptos para decidirem e atuarem na realidade socioambiental de um modo comprometido com a vida, com o bem-estar de cada um e da sociedade, destaca-se a educação ambiental na escola e [em] estabelecimentos de educação não formal⁵.

Ampliando esse entendimento, Pinto e Borges chamam a atenção para o fato de que a “educação não formal é flexível no uso de espaços e pode se utilizar [em] diferentes cenários para atingir objetivos de aprendizagem”⁶, ou seja, os processos educacionais extrapolam o contexto físico da educação formal-escolar, indo para além de seus limites territoriais. Mas o que são espaços de educação não formal? E como caracterizá-los?

3 P. R. Jacobi e E. Grandisoli, *Água e Sustentabilidade: Desafios, Perspectivas e Soluções*, 1. ed., São Paulo, IEE-USP/Reconectta, 2017, p. 13.

4 2030 Water Resources Group (2030 WRG), *Charting Our Water Future: Economic Frameworks to Inform Decision-making*, Washington, DC, 2009; United Nations Educational, Scientific and Cultural Organization (Unesco), *World Water Development Report: Water for a Sustainable World (WWDR 2015)*, Paris, 2015.

5 L. A. Veiga, C. G. Massi e E. C. Torres, “Educação Ambiental Não Formal na Casa do Caminho em Londrina/PR: Representações Sociais dos Educandos sobre Água em 2018”, *Revista Geografia em Atos, Departamento de Geografia*, vol. 1, n. 9, pp. 23-36, 2019.

6 B. C. T. Pinto e J. L. C. Borges, “Uma Atividade de Educação Ambiental em Espaço Não Formal: Potencialidades do Uso de Bacias Hidrográficas”, *Revista Tempos e Espaços em Educação*, vol. 8, n. 16, p. 112, 2015.

Jacobucci⁷, ao dissertar sobre os espaços de educação não formal, apresenta uma análise sob a ótica de duas categorias: espaços institucionalizados e espaços não institucionalizados. Segundo a autora, compreendem espaços institucionalizados locais regulamentados e que possuem equipe técnica responsável pelas atividades, como: museus e centros de ciências, zoológicos, jardins botânicos, entre outros. Já os espaços não institucionalizados são entendidos como derivados de ambientes naturais ou urbanos que não dispõem de estrutura institucional, porém passíveis de serem utilizados como espaços educativos. Exemplos desses espaços podem ser: riachos, florestas, trilhas, ou ainda, um “teatro, parque, casa, rua, praça, terreno, cinema, praia, caverna, rio, lagoa [...]”⁸.

Rocha e Fachín-Terán defendem que, ao considerar “o leque de possibilidades que os espaços não-formais propiciam, não se pode negar à escola a utilização desses espaços como um importante recurso para o Ensino de Ciências, a despeito de toda a dificuldade que esta instituição possa enfrentar para a realização desse ensino”⁹. Mas quais seriam as potencialidades educacionais dos espaços de educação não formal na e para a problematização e o uso consciente da água em uma perspectiva sustentável? Esta é uma inquietação que será objeto de discussões ao longo das próximas seções deste capítulo.

Educação Não Formal: Contribuições para uma Educação Cidadã

A frase “ultrapassar os muros da escola” é tão corriqueira que, muitas vezes, não percebemos ou não damos o real sentido para ela. De fato, sabemos que uma educação que busca a construção de cidadãos críticos, participativos, conscientes e responsáveis vai muito além da sala de aula. Mas não basta apenas romper com os muros, é preciso que todo o processo pedagógico seja significativo para os alunos, com ações que permitam a contextualização e a construção de diferentes habilidades, considerando que cada um aprende a seu tempo e de forma muito particular.

Para alguns, o aprendizado é mais deleitoso no formato visual e com o uso de anotações, outros se identificam mais com o ouvir e falar em uma interação dialógica; há ainda aqueles que preferem atividades práticas “mão na massa”, os chamados de cinestésicos. Importa também o ambiente em que se aprende: escola, casa, em momentos de lazer, no trabalho... são inúmeras as possibilidades. Da mesma maneira, ou inclusive por isso, é necessária a existência de diferentes formas e diversos espaços para os ininterruptos processos educativos, que, construídos em experiências vivenciadas *in loco*, certamente tornam esse processo mais prazeroso e significativo.

7 D. F. C. Jacobucci, “Contribuições dos Espaços Não-formais de Educação para a Formação da Cultura Científica”, *Em Extensão*, Uberlândia, vol. 7, n. 1, pp. 55-66, 2008.

8 *Idem*, p. 57.

9 S. C. B. Rocha e A. Fachín-Terán, *O Uso de Espaços Não Formais como Estratégia para o Ensino de Ciências*, Manaus, UEA Edições, 2010, p. 45.

Aliar a educação escolar a espaços não formais, de forma interativa, integrada, dinâmica e contextualizada, pode propiciar melhores condições para que se tenha êxito na formação de cidadãos críticos e reflexivos sobre os fenômenos que circundam seu cotidiano. Dito isso, podemos indagar: o que caracteriza uma educação não formal? Quais suas especificidades? E quais aproximações são possíveis com a escola?

Um primeiro movimento de categorização do sistema educacional deriva de um documento da Unesco, de 1972, que abordava a *lifelong education* (educação ao longo da vida) e noções de *learning society* (sociedade de aprendizagem). Segundo Smith, “a aprendizagem ao longo da vida teria que ser o “conceito mestre” que deveria moldar os sistemas educacionais”¹⁰. O autor acrescenta que isso levou a uma proposição tripartida do sistema educacional, sendo a mais conhecida enunciada por Combs com Prosser e Ahmed, em 1973¹¹: educação formal, educação não formal e educação informal.

Apesar de a literatura da área não apresentar uma definição unânime para estes três termos¹², podemos refletir sobre alguns aspectos que os tipificam. A educação formal pode ser entendida como aquela que segue um currículo rígido, hierarquicamente estruturado, amparado em práticas burocráticas a serem seguidas, na maioria das vezes centrado na figura do professor, um sistema de educação cronologicamente graduado, que apresenta certificados e títulos à medida que se avança suas etapas. A escola é, historicamente, um ambiente tipificado com esse viés educacional. Já a educação informal deriva de um processo realizado ao longo da vida, moldada no seio da família em suas crenças, valores e convicções, influenciada no convívio com os amigos, em momentos de lazer, no ambiente de trabalho e também pelas mídias.

A educação não formal é entendida por Gohn¹³ como uma área de conhecimento em construção, não sendo uma tarefa simples defini-la. Marques e Freitas¹⁴ acrescentam que é uma área em expansão e que possui termos polissêmicos, por vezes sem consensos. Consideradas, contudo, as especificidades da educação não formal, podemos, de maneira sintética, entendê-la como aquela que tem suas ações centradas na participação ativa do educando, permitindo-o fazer relações com seu cotidiano. Em que não há um currículo previamente estabelecido a ser seguido, bem como não pressupõe graus ou fases a serem integralizados. Podendo ocorrer em ambientes institucionalizados ou

10 Unesco, 1972, *apud* M. Smith, “What is Non-formal Education?”, *The Encyclopedia of Pedagogy and Informal Education*, 1996.

11 M. Smith, *op. cit.*, 1996.

12 M. Marandino, *Educação em Museus: a Mediação em Foco*, São Paulo, Geenf/FEUSP, 2008; P. D. Colombo Junior, *Inovações Curriculares em Ensino de Física Moderna: Investigando uma Parceria entre Professores e Centro de Ciências*, tese de doutorado em Ensino de Ciências – Ensino de Física, São Paulo, Universidade de São Paulo, 2014; J. B. V. Marques e D. de Freitas, “Fatores de Caracterização da Educação Não Formal: uma Revisão da Literatura”, *Educação e Pesquisa*, vol. 43, n. 4, pp. 1087-1110, 2 fev. 2017.

13 M. da G. Gohn, “Educação Não-formal, Participação da Sociedade Civil e Estruturas Colegiadas nas Escolas”, *Ensaio: Avaliação e Políticas Públicas em Educação*, Rio de Janeiro, vol. 14, n. 50, pp. 27-38, 2006.

14 J. B. V. Marques e D. de Freitas, *op. cit.*, 2 fev. 2017.

não institucionalizados, para além dos limites físicos da escola, como pontuado por Jacobucci¹⁵.

Gohn¹⁶ amplia esse entendimento ao mencionar que os espaços de educação não formais estão nos territórios que acompanham as trajetórias de quem os vivencia, seja um grupo ou o indivíduo, proporcionando a integração com o “outro” na figura do educador, aquele com quem se interage. Segundo a autora, a observância da intencionalidade das ações, ou seja, os processos interativos intencionais, configura-se como elemento importante de diferenciação entre os contextos educativos escolar e não formal. A educação não formal abre “janelas de conhecimento sobre o mundo que circunda os indivíduos e suas relações sociais”¹⁷. Assim, ao refletir sobre os espaços de educação não formal, termos como a intencionalidade de quem a pratica, o preparo das ações a serem desenvolvidas, o território em que ocorre e a participação ativa dos envolvidos ganham destaque, devendo ser considerados.

Tais fatores ampliam a ideia simplista de que a educação não formal é caracterizada apenas como aquela que ocorre para além dos espaços físicos das escolas, sem considerar a intencionalidade de quem a pratica. Em outros termos, uma saída a campo totalmente estruturada, com roteiros rígidos a serem seguidos, questões a serem respondidas, com processos avaliativos formais e sem liberdade de escolha pelos participantes, configura uma ação tão formal quanto uma aula em um laboratório na escola. Por outro lado, o desenvolvimento de uma feira de ciências na qual os alunos são protagonistas e têm espaços de falas e escolhas configura-se como uma atividade de educação não formal, mesmo ocorrendo nas dependências da escola. O que isso evidencia é que a educação não formal não se restringe a espaços físicos, mas sim como esses espaços e territórios têm sido utilizados por professores, alunos e comunidade de modo geral.

Pinto e Borges¹⁸ apontam que a educação não formal tem sido, na maioria das vezes, interpretada a partir de espaços como museus, centros de ciências, jardim botânico, aquários, zoológicos, entre outros, espaços estes caracterizados por Jacobucci¹⁹ como institucionalizados. Concordamos que a “literatura atual parece ter uma preferência pelas atividades em ensino não formal realizadas em museus e centros de ciências”²⁰. No entanto, os processos educativos externos à escola podem fazer uso de muitos outros espaços, como rios, nascentes, jardins e até mesmo uma praça nas proximidades da escola.

15 D. F. C. Jacobucci, *op. cit.*, 2008.

16 M. da G. Gohn, *op. cit.*, 2006.

17 *Idem*, p. 29.

18 B. C. T. Pinto e J. L. C. Borges, *op. cit.*, 2015.

19 D. F. C. Jacobucci, *op. cit.*, 2008.

20 B. C. T. Pinto e J. L. C. Borges, *op. cit.*, 2015, p. 112.

Dito isso, é necessário refletir como, então, podemos construir pontes entre a escola e os espaços de educação não formal. Nessa percepção, é fundamental a existência de um bom planejamento do professor no que se refere às habilidades a serem trabalhadas dentro daquilo que é obrigatório, no currículo formal, como também no contexto não formal, onde o aluno pode construir seu aprendizado de forma mais autônoma e flexível. Reflexões como: de que maneira o aluno aprende, em quais condições isso acontece e quais fatores estão relacionados a esse processo, podem auxiliar na busca de estratégias para que a construção de elos formativos aconteça e seja de fato real.

No caso do uso consciente da água, a aproximação da escola com espaços de educação não formal se apresenta como um caminho muito importante para contribuir com a formação de cidadãos com responsabilidade socioambiental – individual e coletiva. Assim, diferentes espaços não formais se apresentam como potenciais contribuintes desse processo. Sendo espaços institucionalizados, como: estação de tratamento de água (ETA), estação de tratamento de esgoto (ETE), aquários, parques ou reservas ecológicas, usinas hidrelétricas, instituições de pesquisa, jardim botânico e unidades de conservação. E também espaços não institucionalizados, como: nascentes de rios, mananciais de abastecimento, lagos, piscinões construídos em cidades de médio e grande porte, praias, açudes, trilhas e cachoeiras.

Tais espaços propiciam, por natureza, trabalhos interdisciplinares, contextualizados e imersos na vivência do aluno. Ademais, têm potencial para discutir questões socioambientais e o gerenciamento de recursos hídricos, oferecendo oportunidades de aprendizagem e ganhos múltiplos para todos os envolvidos. Dito isso, na próxima seção apresentamos alguns exemplos de ações sobre a temática “água” desenvolvidas em espaços de educação não formal que ilustram as discussões realizadas até o momento.

Da Consciência à Ação: Contribuições dos Espaços de Educação Não Formal

Vimos ao longo das seções anteriores a importância do uso consciente e sustentável da água. Ampliamos a discussão caracterizando os espaços de educação não formais como ambientes potenciais para contribuir com tais abordagens. Faltou, no entanto, dissertar sobre como esses espaços têm sido utilizados para essa conscientização. Trazemos, a seguir, algumas experiências de diferentes regiões do país (Norte, Nordeste, Centro-Oeste, Sudeste e Sul) que ilustram ações desenvolvidas em espaços não formais institucionalizados e não institucionalizados sobre a temática em questão.

Pinto e Borges²¹ investigaram as potencialidades de uma atividade pedagógica em dois riachos de uma bacia hidrográfica, sendo o riacho São Pedro, pertencente à bacia do rio Guandu, e o riacho Valão dos Bois, pertencente à bacia do rio da Guarda. O

21 *Idem.*

trabalho foi desenvolvido com 65 estudantes da Educação Básica de Seropédica (RJ). Eles destacam a concepção utilitarista e antropocêntrica do meio ambiente manifestada pelos alunos, em especial percebendo a bacia hidrográfica como um conjunto de água voltado para o consumo humano. Nesse contexto, argumentam que a visita a esse espaço de educação não formal contribuiu para que os alunos construíssem novos conceitos e um entendimento mais amplo relacionado às bacias hidrográficas.

Pensar questões ambientais em um contexto de educação não formal faz refletir sobre o preparo docente para esse fim. Sobre esse aspecto, Lucatto e Talamoni²² investigaram a formação interdisciplinar de educadores atuantes no Ensino Médio de uma escola estadual paulista. A pesquisa teve como ambiente não formal de educação a microbacia hidrográfica do Ribeirão dos Peixes, principal corpo d'água de Dois Córregos (SP). Os autores pontuam a importância de preparar o professor como forma de ele posteriormente ampliar os estudos de dimensão ambiental na microbacia com os alunos.

Oliveira e Souza²³ investigaram de que maneira o estudo sobre o desperdício de água pode promover a sensibilização ambiental. A pesquisa foi realizada a partir de uma visita didática à companhia de águas e esgotos e à estação de tratamento de água com crianças do sexto ano do Ensino Fundamental de uma escola pública de Boa Vista (RR). Como resultados da pesquisa, os autores indicam que o trabalho realizado no ambiente de educação não formal possibilitou a sensibilização dos alunos quanto ao consumo consciente da água e seu desperdício, sendo tais percepções verificadas em trabalhos orais e escritos desenvolvidos pelos alunos após a visita.

Morhy *et al.*²⁴ apresentam uma discussão teórica em que defende o uso de espaços não formais para concretizar diferentes vertentes do processo de aprendizagem. Os autores elencam diferentes espaços de Manaus (AM), como Parque Municipal do Mindu, Parque do Encontro das Águas, Parque Tarumã/Cachoeira Alta, Praias do Tupé e Amarelinho, Ponta Negra, como potenciais para trabalhar a temática da água em uma vertente contextual, argumentando que é preciso entender melhor o potencial desses espaços no processo educacional, para além de visitas em datas comemorativas apenas. Percepção que dialoga com a pesquisa de Fachín-Terán e Santos²⁵ que trabalhou a temática da

22 L. G. Lucatto e J. L. B. Talamoni, "A Construção Coletiva Interdisciplinar em Educação Ambiental no Ensino Médio: a Microbacia Hidrográfica do Ribeirão dos Peixes como Tema Gerador", *Ciência & Educação*, vol. 13, n. 3, pp. 389-398, 2007.

23 S. K. S. Oliveira e M. F. da C. Souza, "Espaços Não Formais e Sensibilização Ambiental de Alunos do 6º ano de uma Escola Pública de Boa Vista-RR", em *Anais do XIII Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências*, Campina Grande, Realize, 2021, pp. 1-6.

24 P. E. D. Morhy, A. Fachín-Terán e A. P. M. Fonseca, "O Tema Água em Espaços Não Formais: Possibilidades de Aprendizagem em Ciências", em N. L. Batista, T. Feltrin e M. Rizzatti (orgs.), *Formação, Prática e Pesquisa em Educação*, Ponta Grossa, Atena, 2019, vol. 2, pp. 191-199.

25 A. Fachín-Terán e J. C. F. dos Santos, *Alfabetização Ecológica em Espaços Educativos Utilizando o Tema da Água*, Manaus, UEA Edições, 2015.

água com alunos do Ensino Fundamental, aproximando ações na escola e em ambientes aquíferos da cidade de Parintins (AM).

Silva e Santos²⁶ pesquisaram aspectos que permitem considerar a Orla do Cais de Altamira (PA) como um espaço não formal viável à prática de ensino de Ciências, com ações contextualizadas e interdisciplinares. A análise dos autores considerou propostas de uma problemática que desenvolvesse diferentes situações de aprendizagem envolvendo a conservação e poluição do rio Xingu.

Veiga, Massi e Torres²⁷ investigaram as representações sociais da água entre crianças que frequentavam, no período do contraturno, a Casa do Caminho, uma instituição filantrópica localizada em Londrina (PR) que trabalha a educação ambiental não formal e atende menores em situação de vulnerabilidade socioeconômica. A representação da água no meio ambiente e a questão da poluição e sua contaminação foram alguns dos resultados elencados na percepção das crianças. Como desdobramentos, as autoras mencionam a necessidade de mais ações sobre a temática nesta faixa etária, em particular “trabalhar a educação ambiental em uma perspectiva da água e saúde coletiva nas instituições de ensino formal e não formal”²⁸.

Mello²⁹ relatou em seu trabalho as potencialidades de desenvolvimento de atividades pedagógicas, no Instituto de Permacultura e Ecovilas do Pampa (Ipep), localizado em Bagé (RS). Os institutos de permacultura são referência como espaços de educação não formal e viabilizam, entre outros, a oportunidade de aprendizagem ambiental e desenvolvimento sustentável. Soares³⁰ caracteriza esses espaços como referencial de alfabetização ecológica e de sustentabilidade. Apesar de sua importância, não há relatos de muitos trabalhos que abordam a permacultura na educação.

Batista *et al.*³¹ registraram suas análises acerca do tratamento e do reaproveitamento da água durante aulas de campo que se desenvolveram em um espaço formativo, a Estação de Tratamento de Esgotos (ETE) Malvas da Companhia de Água e Esgoto do Ceará (CAGE/CE) localizada em Juazeiro do Norte (CE). A mesma temática também foi pesquisada por Leite *et al.*³², que desenvolveram com estudantes do Ensino Médio o

26 J. G. S. Silva e R. dos Santos, “Contribuições de um Espaço Não Formal para a Promoção de Ensino Escolar Contextualizado e Interdisciplinar à Luz da BNCC”, *ACTIO: Docência em Ciências*, Curitiba, vol. 6, n. 1, pp. 1-23, jan./abr. 2021.

27 L. A. Veiga, C. G. Massi e E. C. Torres, *op. cit.*, 2019.

28 *Idem*, p. 23.

29 L. D. Mello, “Instituto de Permacultura como Espaço Não Formal de Aprendizagem em Ciências”, *Revista de Extensão e Estudos Rurais*, vol. 7, n. 2, pp. 213-240, 2018.

30 A. L. J. Soares, *Conceitos Básicos de Permacultura*, Brasília, MA/SDR/PNFC, 1998.

31 P. R. Batista *et al.*, “Aulas de Campo em Estação de Tratamento de Efluentes Domésticos e Sanitários: uma Alternativa Didática no Curso de Ciências Biológicas”, *Educação Ambiental*, vol. 1, n. 3, pp. 32-42, 2020.

32 A. de S. Leite *et al.*, “Importância de uma Aula em Espaço Não Formal: uma Visita Técnica com Alunos do Ensino Médio de uma Escola Estadual de Floriano (PI) parceira do PIBID”, em *Anais do VI Congresso Internacional das Licenciaturas*, Recife, 2019, pp. 1-4.

projeto Conservação e Observação do Tratamento e da Qualidade da Água na AGESPISA (Agência de Águas e Esgotos do Piauí S/A), na cidade de Floriano (PI), com o objetivo de mobilizar os alunos para a questão da qualidade da água que eles utilizam e sua destinação após o tratamento dos esgotos.

Em uma pesquisa sobre a “educação pelas águas”, Gomez³³ enfatiza os territórios tradicionais pesqueiros como um valioso espaço educativo de educação não formal. A autora destaca o trabalho de Caetano³⁴, que investiga o conhecimento e as experiências das pescadoras marisqueiras do município de Salinas da Margarida (BA), ratificando o aprendizado, em constante diálogo com o desenvolvimento social, bem como a realização de ações efetivas de ensino e aprendizagem.

Rodrigues, Barberi e Campos³⁵ apresentaram um plano de educação ambiental, com foco na preservação dos recursos hídricos. Nesse trabalho os autores realizaram um levantamento dos problemas ambientais do Parque Carmo Bernardes, localizado em Goiânia (GO), e sugeriram ações de educação ambiental a serem trabalhadas com as escolas do entorno, mostrando a importância de se utilizar os espaços não formais – nesse caso, as nascentes do córrego Barreiro –, sensibilizando a comunidade do entorno quanto à preservação desses ambientes.

Por fim, importa pontuar também que a literatura tem evidenciado inúmeras experiências sobre o uso consciente da água desenvolvida por agências de saneamento básico de cidades por todo o país. Dentre as experiências, destacamos uma ação desenvolvida pela Companhia Operacional de Desenvolvimento, Saneamento e Ações Urbanas (Codau), em Uberaba (MG). Essa autarquia desenvolve um programa de educação ambiental a partir de visitas monitoradas aos locais de captação de água, que acontece no rio Uberaba, abrangendo as estações de tratamento de água e esgoto da cidade. Além disso, desenvolve um amplo material didático que auxilia professores e alunos quanto ao uso consciente da água, com livros e vídeos da Turma da Clarinha, disponíveis na plataforma YouTube, em que os personagens participam de ações voltadas à educação ambiental³⁶.

33 M. L. da C. Gomez, “Educação pelas Águas: o Território Tradicional Pesqueiro como Espaço de Educação Não Formal”, *Revista Educação e Ciências Sociais*, Salvador, vol. 2, n. 3, pp. 44-56, 2019.

34 H. S. Caetano, *Na Maré e na Escola: Experiências Educativas de Marisqueiras em Salinas da Margarida*, dissertação de mestrado em Educação e Contemporaneidade, Salvador, Universidade do Estado da Bahia, 2013.

35 A. L. B. Rodrigues, M. Barberi e A. C. Campos, “Parque Carmo Bernardes: um Espaço para a Educação Ambiental Não Formal e a Construção da Cidadania”, em *Anais do XI Congresso Brasileiro de Gestão Ambiental*, Vitória, 2020, pp. 1-10.

36 Companhia Operacional de Desenvolvimento, Saneamento e Ações Urbanas (Codau), *A Turma da Clarinha*, Uberaba, 2005.

Reflexões em Pretextos de Diálogos em Aberto

Ao conscientizar-se de que a água é um recurso indispensável à vida na Terra, seu uso consciente deveria ser uma premissa básica de todos os cidadãos. Cada momento da vida cotidiana deveria ser percebido como “uma oportunidade de interação simbólica, um espaço/tempo com potencial para articular representações sociais que sejam mais sintonizadas com a cultura da paz, da justiça social e da sustentabilidade”³⁷.

Sustentabilidade não significa deixar de usar os recursos naturais, mas fazê-lo com responsabilidade³⁸. Quando isso é entendido, o simples ato de abrir uma torneira para lavar as mãos se torna uma experiência reflexiva, uma oportunidade de entender que a água percorreu um vasto caminho para chegar até ali. E percorrerá ainda outros tantos caminhos até ser “devolvida” à natureza e, quem sabe, voltar à mesma torneira. Esse é um ciclo que ganha novos significados quando se propicia a conscientização ao cidadão, seja na escola formal ou em espaços de educação não formal.

No caso dos espaços de educação não formal, vimos que estes se colocam como ambientes que propiciam inúmeras possibilidades para o desenvolvimento de ações e atividades didático-pedagógicas acerca do uso consciente da água. São locais que oferecem situações de reflexão diferentes das encontradas na escola, despertando a curiosidade, motivando e estimulando o raciocínio crítico dos alunos diante de problemáticas apresentadas. Ou seja, são locais potencialmente valiosos para trabalhar a conscientização do uso da água e sua sustentabilidade.

Em um elo com a escola, os espaços de educação não formal podem contribuir em uma perspectiva de formação cidadã, crítica e ambientalmente responsável. Entretanto, ao refletir sobre as visitas escolares a esses espaços, faz-se necessário pensar em um planejamento consciente do professor, de modo a não escolarizar os espaços de educação não formal. Sobre esse aspecto, destacam-se três momentos importantes aos quais se deve atentar: o preparo em sala de aula, contextualizando o espaço a ser visitado e preparando os alunos para a visita; a visita *in loco*, ou seja, o momento em que os visitantes interagem com as atividades constituintes do espaço não formal e têm liberdade de escolhas; e o momento de retorno à escola, no qual as atividades desenvolvidas são socializadas com os colegas, sendo um momento de reflexão coletiva das vivências realizadas³⁹.

Oportunizar aos alunos a sensibilização ambiental fora dos muros escolares enriquece o aprendizado e permite reflexões sobre ações sustentáveis que contribuem

37 P. R. Jacobi e E. Grandisoli, *op. cit.*, p. 9.

38 L. Boff, *Saber Cuidar: Ética do Humano – Compaixão pela Terra*, Petrópolis, Vozes, 1999.

39 M. Allard, S. Boucher e L. Forest, “The Museum and the School”, *McGill Journal of Education*, vol. 29, n. 2, pp. 1-17, 1994; M. Allard, “Le partenariat école-musée: quelques pistes de réflexion”, *ASTER: Recherches en didactique des sciences expérimentales*, n. 29, pp. 27-40, 1999.; P. D. Colombo Junior, *op. cit.*, 2014.

para a formação de pessoas críticas e participativas que pensem não apenas sobre o local onde moram, mas globalmente. Referência à célebre frase “pensar globalmente, agir localmente” atribuída, por muitos estudiosos e pesquisadores, aos pensamentos do alemão Ulrich Beck (1944-2015). Para tanto, faz-se necessário oferecer uma educação de qualidade que incentive os estudantes na construção do conhecimento, pautada no diálogo, respeito e sobretudo em ações conscientes dos recursos naturais do planeta. Fatores estes que dialogam com indicações trazidas pela Base Nacional Comum Curricular (BNCC)⁴⁰ e com a “Agenda 2030” para o desenvolvimento sustentável, em especial no sexto objetivo de desenvolvimento sustentável, o qual aborda especificamente a água potável e o saneamento⁴¹.

Enfim, como apontam Tundisi e Matsumura-Tundisi, “proteger, conservar e recuperar recursos hídricos no Brasil, ao mesmo tempo que se estabelecem bases fundamentais para a sustentabilidade, através de educação da população, é uma tarefa urgente e extremamente necessária”⁴². Isso posto, será que temos feito a nossa parte? O uso consciente da água tem sido uma preocupação presente na sociedade? Qual a minha e a sua contribuição a este respeito? Que legados deixaremos para as futuras gerações? Que uso consciente da água eu fiz hoje? Tais provocações são pretextos de diálogos para continuarmos nossas reflexões sobre o tema. Vamos refletir!!!

Referências Bibliográficas

- 2030 Water Resources Group (2030 WRG). *Charting Our Water Future: Economic Frameworks to Inform Decision-making*. Washington, DC, 2009. Acesso em: 17 out. 2022.
- ALLARD, M. “Le partenariat école-musée: quelques pistes de réflexion”. *ASTER: Recherches en didactique des sciences expérimentales*, n. 29, pp. 27-40, 1999.
- ALLARD, M.; BOUCHER, S. & FOREST, L. “The Museum and the School”. *McGill Journal of Education*, vol. 29, n. 2, pp. 1-17, 1994.
- BATISTA, P. R. et al. “Aulas de Campo em Estação de Tratamento de Efluentes Domésticos e Sanitários: uma Alternativa Didática no Curso de Ciências Biológicas”. *Educação Ambiental*, vol. 1, n. 3, pp. 32-42, 2020.
- BOFF, L. *Saber Cuidar: Ética do Humano – Compaixão pela Terra*. Petrópolis, Vozes, 1999.
- BRASIL. *Ministério da Educação. Base Nacional Comum Curricular*. Brasília, 2018. Acesso em: 17 out. 2022.
- CAETANO, H. S. *Na Maré e na Escola: Experiências Educativas de Marisqueiras em Salinas da Margarida*. Dissertação de mestrado em Educação e Contemporaneidade, Salvador, Universidade do Estado da Bahia, 2013.
- COMPANHIA Operacional de Desenvolvimento, Saneamento e Ações Urbanas (CODAU). *A Turma da Clarinha*. Uberaba, 2005. Acesso em: 17 out. 2022.

40 Brasil, Ministério da Educação, *Base Nacional Comum Curricular*, Brasília, 2018.

41 Organização das Nações Unidas (ONU), *Como as Nações Unidas apoiam os Objetivos de Desenvolvimento Sustentável no Brasil*, [s.l.], 2022.

42 J. G. Tundisi e T. Matsumura-Tundisi, *op. cit.*, 2020, p. 71.

- COLOMBO JUNIOR, P. D. *Inovações Curriculares em Ensino de Física Moderna: Investigando uma Parceria entre Professores e Centro de Ciências*. Tese de doutorado em Ensino de Ciências – Ensino de Física, São Paulo, Universidade de São Paulo, 2014.
- FACHÍN-TERÁN, A. & SANTOS, J. C. F. dos. *Alfabetização Ecológica em Espaços Educativos Utilizando o Tema da Água*. Manaus, UEA Edições, 2015.
- GOHN, M. da G. "Educação Não-formal, Participação da Sociedade Civil e Estruturas Colegiadas nas Escolas". *Ensaio: Avaliação e Políticas Públicas em Educação*, Rio de Janeiro, vol. 14, n. 50, pp. 27-38, 2006.
- GOMEZ, M. L. da C. "Educação pelas Águas: o Território Tradicional Pesqueiro como Espaço de Educação Não Formal". *Revista Educação e Ciências Sociais*, Salvador, vol. 2, n. 3, pp. 44-56, 2019.
- JACOBI, P. R. & GRANDISOLI, E. *Água e Sustentabilidade: Desafios, Perspectivas e Soluções*. 1. ed. São Paulo, IEE-USP/Reconecta, 2017.
- JACOBUCCI, D. F. C. "Contribuições dos Espaços Não-formais de Educação para a Formação da Cultura Científica". *Em Extensão*, Uberlândia, vol. 7, n. 1, pp. 55-66, 2008.
- LEITE, A. de S. et al. "Importância de uma Aula em Espaço Não Formal: uma Visita Técnica com Alunos do Ensino Médio de uma Escola Estadual de Florianópolis (PI) parceira do PIBID". In: *Anais do VI Congresso Internacional das Licenciaturas*. Recife, 2019, pp. 1-4.
- LUCATTO, L. G. & TALAMONI, J. L. B. "A Construção Coletiva Interdisciplinar em Educação Ambiental no Ensino Médio: a Microbacia Hidrográfica do Ribeirão dos Peixes como Tema Gerador". *Ciência & Educação*, vol. 13, n. 3, pp. 389-398, 2007.
- MARANDINO, M. *Educação em Museus: a Mediação em Foco*. São Paulo, Geenf/FEUSP, 2008.
- MARQUES, J. B. V. & FREITAS, D. de. "Fatores de Caracterização da Educação Não Formal: uma Revisão da Literatura". *Educação e Pesquisa*, vol. 43, n. 4, pp. 1087-1110, 2 fev. 2017.
- MELLO, L. D. "Instituto de Permacultura como Espaço Não Formal de Aprendizagem em Ciências". *Revista de Extensão e Estudos Rurais*, vol. 7, n. 2, pp. 213-240, 2018.
- MORHY, P. E. D.; FACHÍN-TERÁN, A. & FONSECA, A. P. M. "O Tema Água em Espaços Não Formais: Possibilidades de Aprendizagem em Ciências". In: N. BATISTA, L. ; FELTRIN, T. & RIZZATTI, M. (orgs.). *Formação, Prática e Pesquisa em Educação*. Ponta Grossa, Atena, 2019, vol. 2, pp. 191-199.
- OLIVEIRA, S. K. S. & SOUZA, M. F. da C. "Espaços Não Formais e Sensibilização Ambiental de Alunos do 6º ano de uma Escola Pública de Boa Vista-RR". In: *Anais do XIII Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências*. Campina Grande, Realize, 2021, pp. 1-6.
- ORGANIZAÇÃO das Nações Unidas (ONU). [Como as Nações Unidas apoiam os Objetivos de Desenvolvimento Sustentável no Brasil](#). [S.l.], 2022. Acesso em: 17 out. 2022.
- PINTO, B. C. T. & BORGES, J. L. C. "Uma Atividade de Educação Ambiental em Espaço Não Formal: Potencialidades do Uso de Bacias Hidrográficas". *Revista Tempos e Espaços em Educação*, vol. 8, n. 16, pp. 109-124, 2015.
- ROCHA, S. C. B. & FACHÍN-TERÁN, A. *O Uso de Espaços Não Formais como Estratégia para o Ensino de Ciências*. Manaus, UEA Edições, 2010.
- RODRIGUES, A. L. B.; BARBERI, M. & CAMPOS, A. C. "Parque Carmo Bernardes: um Espaço para a Educação Ambiental Não Formal e a Construção da Cidadania". In: *Anais do XI Congresso Brasileiro de Gestão Ambiental*. Vitória, 2020, pp. 1-10.
- SILVA, J. G. S. & SANTOS, R. dos. "Contribuições de um Espaço Não Formal para a Promoção de Ensino Escolar Contextualizado e Interdisciplinar à Luz da BNCC". *ACTIO: Docência em Ciências*, Curitiba, vol. 6, n. 1, pp. 1-23, jan./abr. 2021.

SMITH, M. ["What is Non-formal Education?"](#). *The Encyclopedia of Pedagogy and Informal Education*, 1996.

Acesso em: 17 out. 2022.

SOARES, A. L. J. *Conceitos Básicos de Permacultura*. Brasília, MA/SDR/PNFC, 1998.

UNITED Nations Educational, Scientific and Cultural Organization (Unesco). [World Water Development Report: Water for a Sustainable World \(WWDR 2015\)](#). Paris, 2015. Acesso em: 17 out. 2022.

TUNDISI, J. G. & MATSUMURA-TUNDISI, T. *A Água*. São Carlos, Scienza, 2020.

VEIGA, L. A.; MASSI, C. G. & TORRES, E. C. "Educação Ambiental Não Formal na Casa do Caminho em Londrina/PR: Representações Sociais dos Educandos sobre Água em 2018". *Revista Geografia em Atos, Departamento de Geografia*, vol. 1, n. 9, pp. 23-36, 2019.

CAPÍTULO 10

Estamos Todos Cegos, Surdos e Mudos?

João José Assumpção de Abreu Demarchi

Instituto de Zootecnia/Agência Paulista de Tecnologia dos Agronegócios (APTA)/

Secretaria de Agricultura e Abastecimento (SAA)

Câmara Técnica de Proteção e Conservação dos Recursos Naturais – Comitês PCJ

A gestão sustentável da água deve garantir o acesso eficaz e equitativo aos recursos hídricos, com qualidade e quantidade ao longo do tempo sem comprometer os ecossistemas. Dos inúmeros desafios, um dos mais significantes é o envolvimento da população local nas tomadas de decisão, ou melhor, a falta dele. Borges *et al.*¹ afirmam que é necessário conhecer, sendo assim imprescindível o desenvolvimento de capacidades por meio de ações educativas em espaços formais e não formais de educação sobre o tema. Os autores concluem que a maioria dos professores aborda o tema com os estudantes, porém, de forma conservadora e pragmática. São abordados conceitos gerais, dissociados das questões socioambientais e da importância da participação em órgãos colegiados como os comitês de bacias, que são desconhecidos pela maioria dos educadores. Acrescento os conselhos municipais, especialmente os de meio ambiente, câmaras legislativas, organizações do terceiro setor, entre outros.

É necessário informar, sensibilizar e mobilizar a comunidade sobre a criticidade e emergência hídrica atual das Bacias dos Rios Piracicaba, Capivari e Jundiaí (Bacias PCJ), e sobre a necessidade de ações efetivas para mudanças de comportamento de todos com relação ao consumo da água, capacitando-os para que sejam influenciadores da gestão dos recursos hídricos na microbacia de que fazem parte (unidade territorial de gestão e análise) e das suas respectivas políticas públicas municipais, bem como promover uma potencial renovação dos membros dos Comitês de Bacias PCJ (sucessão). Entende-se como base necessária uma educação integral, holística e complexa para a formação de um “cidadão” com sentimentos de pertencimento, empoderado e capaz de agir de forma participativa, democrática, crítica e dialógica.

Todos os atores presentes na microbacia em foco e demais lideranças que possuam influência sobre as políticas públicas correlacionadas com a gestão dos recursos hídricos

¹ A. Borges *et al.*, “A Gestão de Recursos Hídricos e Sua Abordagem em Ambientes Educacionais”, em *Anais do Terceiro Sustentare e Sexto Wipis*, São Carlos (SP), PUC-Campinas/EESC-USP, 2021.

e gestão ambiental no município podem impactar positiva ou negativamente essa microbacia (a unidade de gestão político-administrativa é o município). Porém, para impactar, é preciso participar. A Figura 1 apresenta uma notícia local provocadora (ou desanimadora!) sobre a realidade da participação das pessoas na construção de políticas públicas para sociedades mais sustentáveis.

Figura 1 – Notícia veiculada no município de Americana (SP) em 21 de agosto de 2022



Fonte: jornal O Liberal, 2022.

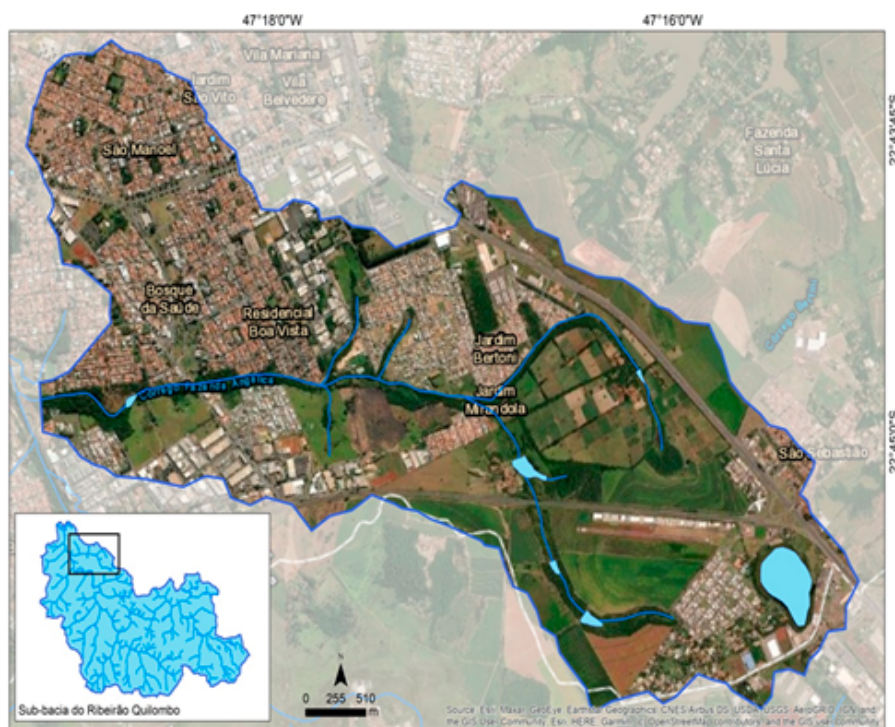
Por Que Estamos Todos Cegos, Surdos e Mudos?

O título proposto procura ser provocativo para a realização de atividades em espaços não formais e formais de ensino, procurando demonstrar a importância da participação social (de todos nós! Em especial dos jovens!) nos comitês de bacias hidrográficas, câmara legislativa e conselhos municipais (especialmente os de meio ambiente). Como propósito inicial, procura-se criar um sentimento de pertencimento e engajamento

para a defesa da água por e para todos, em qualidade e quantidade, além de uma melhor compreensão dos espaços urbanos e rurais no contexto da gestão dos recursos hídricos e produção de alimentos e energia (quando houver integração entre espaços rurais e urbanos na microbacia). Os termos utilizados nos remetem à ideia de que não enxergamos ou não queremos enxergar os nossos problemas e desafios na gestão de recursos hídricos e ambientais no nosso entorno, não ouvimos ou não prestamos atenção em quem está “gritando” sobre esses desafios e demandas urgentes e nos mantemos mudos, mesmo cientes dos problemas, porque não temos interesse ou motivação, ou sentimos incapacidade de alterar a situação vigente quando decidimos falar ou dialogar. Entendemos que as questões relacionadas com a água, pela sua inter e transversalidade, possibilitam o envolvimento de qualquer cidadão nas discussões, já que é um recurso natural imprescindível à nossa vida e à conservação e proteção dos ecossistemas nos quais estamos inseridos.

Como exemplo de atividade para engajar os diversos públicos para um início de debate sobre a gestão de recursos hídricos, sugere-se delimitar a microbacia onde todos estão inseridos (todo o entorno complexo do indivíduo). Na Figura 2, é apresentada a sub-bacia hidrográfica (córrego Santa Angélica) da bacia do Ribeirão Quilombo, onde estão inseridos o Instituto de Zootecnia (espaço de educação não formal) e a Escola Técnica Polivalente (espaço de educação formal), pertencentes à bacia do rio Piracicaba.

Figura 2 – Sub-bacia do córrego Santa Angélica, entre os municípios de Nova Odessa e Americana (SP)



Fonte: desenvolvida pelo autor, 2022.

Como metodologia inicial para fomentar as discussões, propõe-se a exibição de vídeos como *É Rio ou Valão?*² e *Água em Libras*², objetivando chamar a atenção dos ouvintes sobre o título da atividade (“Estamos todos surdos, cegos e mudos?”), e como uma forma de criar um movimento proativo em direção a ações que possam efetivamente mudar o cenário atual da região. O segundo vídeo sugerido é sem som, em Libras, mas com legendas para os demais interessados, com o objetivo de criar um tempo de silêncio e autorreflexão por parte dos ouvintes, além de ser inclusivo.

Um exemplo de material didático que pode ser utilizado para transmitir informações sobre a realidade e urgência hídrica do território é *Orientação Técnica para as Redes de Ensino das Bacias PCJ: Subsídios para Reflexão sobre Estiagem nas Bacias Hidrográficas dos Rios Piracicaba, Capivari e Jundiaí (PCJ), Suas Causas, Impactos e Ações de Enfrentamento*³. Este material é produzido anualmente pelos Comitês das Bacias PCJ – por meio dos grupos de trabalho (GT) Estiagem e Educomunicação; este último compõe a Câmara Técnica (CT) de Educação Ambiental – para distribuição em escolas públicas e privadas da região. Materiais educativos como este são elaborados por outros comitês de bacias hidrográficas em todo o país, a exemplo dos que compõem o *kit* educativo do Projeto Comitês nas Escolas, desenvolvido pela [Agência Executiva de Gestão das Águas do Estado da Paraíba \(AESA\)](#).

Espera-se a formação de um grupo de professores ou pessoas da comunidade que passariam a assumir um papel de grupo gestor ou coordenador motivador do projeto, que futuramente poderia propor a incorporação do projeto no planejamento político-pedagógico (PPP) das unidades escolares do município. Todos os Objetivos do Desenvolvimento Sustentável (ODS) podem ser discutidos e correlacionados num território complexo como uma bacia hidrográfica, com destaque para o ODS 6 (água potável e saneamento).

Território (Relacional e Físico)

O Instituto de Zootecnia (IZ), da Agência Paulista de Tecnologia dos Agronegócios (Apta), órgão da Secretaria de Agricultura e Abastecimento do Estado de São Paulo (SP), destaca-se pela geração de uma série de benefícios aos meios científico, técnico e aos pecuaristas, com pesquisa e desenvolvimento de tecnologias e serviços à disposição do agronegócio paulista. As tecnologias e inovações geradas pelo IZ são constantemente transferidas ao produtor rural, chegando indiretamente à sua mesa (consumidor). Seja no café da manhã (no leite quentinho, no queijo e iogurte fresquinhos, no ovo mexido),

2 M. Machado, “É Rio ou Valão?”, *YouTube*, [s.d.]; Associação dos Surdos de Jaú e Região, “Vídeo 1 – Água em Libras”, *YouTube*. [s.d.].

3 Comitês de Bacias PCJ, *Orientação Técnica para as Redes de Ensino das Bacias PCJ: Subsídios para Reflexão sobre Estiagem nas Bacias Hidrográficas dos Rios Piracicaba, Capivari e Jundiaí (PCJ), Suas Causas, Impactos e Ações de Enfrentamento*, [s.l.], 2022.

no almoço ou jantar (com aquele bife saboroso, no bolinho de carne, na omelete, no ovo estrelado), ou naquele churrasquinho no fim de semana. Na sua alimentação diária! O Instituto desenvolve projetos de pesquisa que vão além do estado de São Paulo, sendo de grande relevância ao país, pois grande parte do material genético de animais e plantas forrageiras, utilizadas nacionalmente, são resultado das pesquisas realizadas no IZ, com projetos reconhecidos mundialmente. Dentro dessa perspectiva, o IZ mantém seu compromisso com a sustentabilidade e inovação na produção animal. Busca o fortalecimento de cadeias produtivas em elevado estágio tecnológico, mantendo processos produtivos eficientes e inovadores. A fazenda sede do IZ está localizada nos municípios de Nova Odessa (SP) e Americana (SP), com uma área total de 850 hectares inseridos dentro de uma região extremamente urbanizada, que é o da Região Metropolitana de Campinas (RMC).

Para diminuir a distância entre a pesquisa, o produtor e a sociedade, o IZ mantém as portas abertas para a sociedade, principalmente aos estudantes, que devem agendar visitas monitoradas pelos coordenadores das instituições de ensino junto ao IZ. Possui como visão institucional ser um instituto socialmente responsável, ambientalmente correto e economicamente viável, que faça a diferença e seja reconhecido pela comunidade, comprometido com a produção técnica e científica de qualidade para atender aos desafios futuros, gerando tecnologia e inovação agropecuária.

Nesse contexto, a unidade de pesquisa tem como condição básica a preservação das áreas de preservação permanente (APPs) e de reserva legal (Código Florestal) e dos recursos hídricos dentro do seu território, servindo como modelo para propriedades privadas e a sociedade em geral⁴. A fazenda, de forma didática, apresenta disponível para as atividades práticas e visitas dos professores e alunos todos os aspectos relacionados com a preservação de nascentes, restauração de APPs (em parceria com a organização SOS Mata Atlântica) e com diferentes condições qualitativas dos recursos hídricos, bem como poços tubulares profundos e um ribeirão altamente poluído cortando suas terras. É banhada pelo ribeirão Quilombo, uma sub-bacia do rio Piracicaba, que, por sua vez, deságua no rio Tietê.

A metodologia aplicada a essa unidade, quanto à vivência prática e formação de professores, contempla visitas técnicas monitoradas para professores e alunos e trabalhos de campo realizados de forma conjunta entre as escolas e o IZ. Novas apresentações da metodologia básica aos professores e alunos envolvidos podem ser feitas para aprofundamento de conceitos. O IZ aproxima a realidade urbana da rural e a produção de alimentos com a preservação ambiental, já que é uma unidade de pesquisa agropecuária e de preservação ambiental. Em outros locais do território ou em outras bacias hidrográficas poderão ser utilizadas de forma similar outras unidades de

4 Informações: [Instituto de Zootecnia](http://www.iz.org.br).

conservação e/ou instituições de pesquisa e ensino, sejam de âmbito municipal, estadual ou federal, de proteção integral ou não, que podem ser envolvidas nas atividades dentro do contexto aqui apresentado. Cada unidade tem um tipo de plano de manejo para avaliação das possibilidades e limitações como espaços educativos.

As Bacias Hidrográficas dos Rios Piracicaba, Capivari e Jundiaí (Bacias PCJ), com uma área de 15.303,67 km², sendo 92,6% no estado de São Paulo e 7,4% no estado de Minas Gerais, conforme a Figura 3, encontram-se entre os meridianos 46° e 49°O e latitudes 22° e 23,5°S. Em sua área de atuação situam-se 76 municípios, sendo que a maior parte deles possui sede ou parte expressiva da população no território em questão. Em termos hidrográficos, as Bacias PCJ estão subdivididas em sete sub-bacias principais com rios de dominialidade estadual e federal – sub-bacia do rio Capivari e do rio Jundiaí –, e cinco na bacia do rio Piracicaba (sub-bacias dos rios Piracicaba, Corumbataí, Jaguari, Camanducaia e Atibaia). A região das Bacias PCJ, que possui uma expressiva ocupação urbana e industrial, é servida por uma densa malha rododferroviária, e possui notáveis indicadores de desenvolvimento econômico. Calcula-se que cerca de 5% do produto interno bruto (PIB) nacional seja produzido nessa área, que, em termos demográficos, abriga uma população que atualmente se aproxima dos 6 milhões de habitantes.

Por abrigar a maior parte dos reservatórios do sistema produtor de água Cantareira, que é operado pela Companhia de Saneamento Básico do Estado de São Paulo (Sabesp), e por abastecer cerca de 9 milhões de habitantes na Região Metropolitana de São Paulo (RMSP), existe um cuidado especial no gerenciamento dos recursos hídricos dessa região. Este complexo de represas, que começou a ser instalado na década de 1960, é considerado um dos maiores do mundo, e seus reservatórios possibilitam a transposição para outras bacias hidrográficas das águas de importantes formadores do rio Piracicaba. Tal situação exige especial atenção nas atividades relativas ao planejamento e controle do uso dos recursos hídricos. Atualmente, também está em funcionamento a transposição das águas do rio Paraíba do Sul (localizado no Comitê da Bacia Hidrográfica do Paraíba do Sul) para o reservatório Atibainha (no âmbito dos Comitês PCJ). Considerando a delicada conjuntura social, econômica e ambiental das Bacias PCJ, fundamentou-se, portanto, a construção de uma estrutura voltada ao gerenciamento de seus recursos hídricos. Hoje nas Bacias PCJ se encontram instalados, nos termos da legislação cabível, os Comitês de Bacia Hidrográfica em Nível Federal (PCJ Federal), do Estado de São Paulo (CBH-PCJ) e do Estado de Minas Gerais (CBH-PJ). Estes funcionam de forma integrada em uma estrutura interinstitucional denominada Comitês PCJ.

Figura 3 – As Bacias PCJ e a dominialidade dos rios



Fonte: Agência das Bacias PCJ (2019).

Destacado esforço foi também empreendido pela aprovação e pela operacionalização do instrumento de Cobrança pelo Uso dos Recursos Hídricos, que, desde 2006, passou a fomentar de forma mais expressiva as ações de planejamento e gestão. Ainda neste contexto, no ano de 2010, a implementação do Sistema de Gerenciamento de Recursos Hídricos deu mais um passo importante com a criação e instalação da Fundação Agência das Bacias PCJ, que passou a subsidiar localmente os diálogos necessários ao gerenciamento dos recursos hídricos⁵.

A gestão dos recursos hídricos nas Bacias PCJ observou sensíveis avanços nos últimos anos e está pautada no que determina o Plano das Bacias PCJ 2020-2035, que foi resultado de grandes esforços em todas as instâncias e é o principal instrumento de planejamento e gestão. O Planejamento Estratégico dos Comitês PCJ, elaborado recentemente, tem como diretrizes a comunicação e a capacitação dos seus membros, qualificando as discussões e decisões tomadas internamente (endocomunicação), bem como fazer-se conhecido e reconhecido pela sociedade como um espaço democrático, descentralizado e participativo da gestão dos recursos hídricos, incentivando uma maior participação de todos os atores e usuários do território. É considerado como um Parlamento das Águas e está ligado às instâncias estaduais e federais.

5 Para maiores informações, acessar: [Fundação Agência das Bacias PCJ](#).

As Câmaras Técnicas de Conservação e Proteção dos Recursos Naturais (CT-RN) e de Uso e Conservação da Água no Meio Rural (CT-Rural) dos Comitês PCJ elaboraram a primeira versão da *Política de Recuperação, Conservação e Proteção dos Mananciais dos Comitês PCJ (Política de Mananciais PCJ)* e trabalham continuamente no seu aperfeiçoamento. Foi construída e é atualizada de forma participativa, descentralizada, democrática e contínua, dialogando com diversas áreas do conhecimento. A Política de Mananciais PCJ criou, no âmbito dos Comitês PCJ, programas estruturantes (I – Recuperação Ambiental em Áreas de Interesse; e II – Pagamento por Serviços Ambientais – PSA) e estratégicos (III – Apoio a Áreas Sujeitas à Restrição de Uso com Vistas à Proteção dos Recursos Hídricos; e IV – Proteção dos Biomas Mata Atlântica e Cerrado). A finalidade dos referidos programas é desenvolver ações para a proteção e conservação das águas, por meio da recuperação e conservação do solo e da vegetação nativa, bem como de áreas úmidas, brejos e lagoas marginais, com o objetivo geral de propiciar às gerações atuais e futuras o acesso aos mananciais de forma assegurada e protegida. Um quinto programa em desenvolvimento tem como finalidade a gestão e o monitoramento dos projetos e da própria política de mananciais através da identificação ou criação de indicadores e índices de auxílio na obtenção das metas previstas no Plano de Bacias.

As discussões de renovação da outorga e do volume de transposição de água do Sistema Cantareira para a Região Metropolitana de São Paulo e a crise hídrica vivenciada entre 2014 e 2015 impactaram significativamente a disponibilidade de água nas Bacias PCJ. Foi no contexto da crise hídrica que os Comitês PCJ, sensíveis aos problemas e preocupados com a proteção dos mananciais, entenderam a necessidade de se promover um equilíbrio entre a obrigação da proteção dos recursos naturais e ambientais com as necessidades humanas de ordem econômica e social, no âmbito da gestão de recursos hídricos. A partir desse entendimento, aprovaram a Deliberação dos Comitês PCJ nº 238, de 23 de outubro de 2015, a qual estabeleceu diretrizes e instrumentos visando à conservação das águas e à recuperação e conservação do solo e da vegetação nativa na área que compreende as Bacias PCJ. A Política tem sido aperfeiçoada e melhorada nos últimos anos e sua última revisão foi aprovada por meio da Deliberação dos Comitês PCJ nº 307, de 14 de dezembro de 2018.

O principal objetivo da Política de Mananciais PCJ é nortear a operacionalização e o ganho de escala de ações sistêmicas relacionadas à conservação das águas, do solo, da vegetação nativa, das áreas úmidas, dos brejos, das lagoas marginais e de nascentes, servindo para alavancagem de investimentos em infraestrutura natural. O resultado dos seus diversos programas deve se traduzir em disponibilidade de água em qualidade e quantidade (segurança e sustentabilidade hídrica), proteção integral das bacias hidrográficas e de seus recursos naturais, perenidade dos mananciais ao longo do ano e recarga dos aquíferos através da adequação ambiental promovida na escala das microbacias hidrográficas.

Um dos maiores desafios das políticas públicas regionais, a exemplo da Política de Mananciais PCJ, é a sua inserção e sinergia com as políticas públicas municipais, como é o caso do Plano Diretor e das políticas locais de educação ambiental, saneamento, recursos hídricos, resíduos sólidos, entre outras, visto que, por norma constitucional, a gestão territorial é de competência e responsabilidade do município. Portanto, como estratégia, entende-se que o reconhecimento em microescala dos problemas municipais e regionais por parte da comunidade possibilita uma visão mais realista da situação do saneamento básico e da proteção dos recursos hídricos, bem como de todos os problemas socioambientais do microterritório, o que pode criar condições de empoderamento e engajamento de novos atores no cenário de participação nos comitês de bacias e/ou nos conselhos municipais de meio ambiente, espaços de participação social ainda muito frágeis.

Mapeamento Territorial (Físico e Relacional)

O desenvolvimento de mapas e maquetes da microbacia na qual a escola está inserida e o reconhecimento da inserção da escola neste contexto, bem como um levantamento das condições dos recursos hídricos e eventuais problemas socioambientais relacionados a este espaço territorial diferenciado (não é bairro, não é município, é uma microbacia hidrográfica), são uma excelente estratégia de ensino para engajar a participação dos estudantes nas políticas públicas locais. É possível trabalhar a identificação desta microbacia em relação às diferentes escalas até o pleno entendimento da sua inserção em uma das sete sub-bacias constituintes dos Comitês de Bacias PCJ e seus 76 municípios inseridos, por exemplo, saindo do local para o global. Alunos e professores podem desenvolver inúmeros tipos de projetos de interpretação e entendimento do território, bem como possíveis soluções e intervenções, contribuindo para a formulação das políticas públicas municipais. Todas as disciplinas podem ser envolvidas, já que o tema é transversal. O mapeamento de todos os atores do território por parte do grupo de professores e alunos que se motivarem inicialmente (grupo gestor e ou coordenador) é fundamental e pode contribuir muito para um melhor planejamento do território. Entendemos como oportunidade o novo Ensino Médio, que incentiva e permite a elaboração de projetos e de envolvimento com essa realidade local.

A metodologia acima descrita foi aplicada na ETEC Polivalente, de Americana (SP), em uma organização não governamental existente no território (Associação Ambiental Plantar – AAP), e no Conselho Municipal de Meio Ambiente de Nova Odessa (SP). Como resultado desses processos educativos, houve o interesse da organização do terceiro setor a participar das Câmaras Técnicas de Educação Ambiental (CT-EA) e de Proteção e Conservação dos Recursos Naturais (CT-RN) dos Comitês PCJ. Da mesma forma, as apresentações e os materiais didáticos elencados neste capítulo foram apresentados

para o Conselho Municipal de Meio Ambiente de Nova Odessa (Comdema), sugerindo-se que o planejamento territorial passasse a ser por microbacias hidrográficas, e que esse mesmo procedimento fosse discutido na atualização do Plano Diretor Municipal em andamento, já que o abastecimento municipal é feito por represas e nascentes que estão dentro do território municipal. Houve muitos avanços e certo empoderamento do conselho. Áreas de preservação ambiental dentro do IZ estavam sejam consideradas como áreas urbanas e sujeitas inclusive à construção de um anel viário no novo zoneamento municipal proposto. Tal fato foi questionado à Prefeitura Municipal e à Câmara de Vereadores, conseguindo-se a alteração para áreas de preservação ambiental e a eliminação do traçado do anel viário sobre as áreas de preservação permanente.

A ETEC Polivalente foi positivamente estimulada com as apresentações e reuniões realizadas, sendo que um grupo de professores e a diretoria da unidade escolar estão envolvidos com a articulação e formação de uma unidade coordenadora, com diversos interessados, dispostos a avançar na inclusão destes processos educativos participativos no planejamento político-pedagógico da escola nos próximos anos.

Considerações Finais

Ainda há um conceito errôneo de que a água é um recurso infinito e que não haverá escassez, já que o ciclo hídrico é um circuito fechado. Entretanto, em diversos períodos e espaços geográficos, a água pode ficar indisponível, seja pela quantidade insuficiente ou pela qualidade imprópria para utilização e custos de tratamento inviáveis. Questões ligadas aos eventos extremos (secas e enchentes) e às mudanças climáticas são cada dia mais evidentes e dificultam a gestão dos recursos hídricos, exigindo aumento da resiliência das bacias hidrográficas e uma boa gestão para que se obtenha segurança e sustentabilidade hídrica no território. Precisamos com urgência levar conhecimento sobre a criticidade que já vivemos para todos os ocupantes das Bacias PCJ. Já temos valores quantitativos disponíveis de água muito abaixo do recomendado pela ONU, de 1.500 m³ por habitante/ano. Atualmente temos aproximadamente apenas 950 m³ por habitante/ano, com tendência anual de queda.

O volume de informações disponíveis na plataforma dos Comitês de Bacias PCJ é muito grande e precisa de uma linguagem apropriada para ser efetivamente entendido pela população em geral, exigindo uma “tradução” para uma linguagem acessível a todos, sendo esse processo de educomunicação extremamente importante.

Borges *et al.*⁶ concluem em seu levantamento que os educadores em diferentes níveis de ensino estão abordando a temática da água em seus contextos educativos, entretanto, a abordagem da gestão dos recursos hídricos associada às questões

6 A. Borges *et al.*, *op. cit.*, 2021.

ambientais ainda é incipiente, o que indica a necessidade de criação e implementação de ações que abarquem tais elementos em espaços educativos. Lamim-Guedes e Monteiro⁷ comentam também que, no levantamento realizado, uma das questões destacadas é que há uma falta importante de qualificação e preparo dos profissionais da educação sobre essa temática.

Neste contexto de construção de uma visão sistêmica das bacias hidrográficas, a educação ambiental (EA) no Brasil vem se constituindo como um importante instrumento para a sociedade no enfrentamento das injustiças socioambientais. Percebe-se, historicamente, que “a EA passou de um contexto inicial de realização de projetos pontuais, espacial e temporalmente, para o estabelecimento de parcerias não formais (redes) e organização de projetos e programas de EA”⁸. É possível notar ainda a evolução da concepção de educação ambiental partindo de uma visão mais naturalista e chegando a uma concepção mais crítica, conforme Monteiro:

[...] partindo de uma visão ligada apenas a aspectos do ambiente natural, como flora e fauna, chegando a uma concepção mais complexa por considerar aspectos sociais, culturais, econômicos, políticos, éticos, além dos ambientais, de maneira interdisciplinar e transdisciplinar em diferentes escalas espaciais, tanto local quanto global⁹.

Visando uma transformação nos modos de vida hoje existentes, é necessário que haja propostas de novas formas de relação homem-sociedade-natureza. Acredito que a denominação das bacias hidrográficas como “*bacias hidro-socioambientais*” agrega esses conceitos aqui apresentados. Nesse sentido, Leff¹⁰ afirma que a EA assume, progressivamente, uma função crítica e transformadora, cujos objetivos dizem respeito à responsabilização dos indivíduos na promoção de um novo tipo de desenvolvimento, um novo modelo civilizatório.

Nesse mesmo sentido, faz-se necessária uma visão mais complexa da educação ambiental, em que ela assume um caráter crítico e emancipatório, contribuindo para a transição para sociedades sustentáveis. Para tanto, o Tratado da Educação Ambiental para Sociedades Sustentáveis e Responsabilidade Global, produzido durante o Fórum das ONGs que aconteceu no Rio de Janeiro no ano de 1992, é um dos principais documentos

7 V. Lamim-Guedes e R. A. A. Monteiro (org.), *Educação Ambiental na Educação Básica: Entre a Disciplinarização e a Transversalidade da Temática Socioambiental*, São Paulo, PerSe, 2017.

8 D. F. Andrade *et al.*, “Da Pedagogia à Política e da Política à Pedagogia: Uma Abordagem sobre a Construção de Políticas Públicas em Educação Ambiental no Brasil”, *Ciência e Educação*, vol. 20, n. 4, pp. 817-832, 2014.

9 R. A. A. Monteiro, *O Diálogo em Processos de Educação Ambiental: Análise das Relações Existentes entre uma ong e Pescadores Artesanais Marítimos do Litoral Paulista*, Dissertação de Mestrado em Ciência Ambiental, Programa de Pós-Graduação em Ciência Ambiental, Instituto de Energia e Ambiente da Universidade de São Paulo, 2018.

10 Leff (2001), *apud* M. Nardy, T. C. Degasperi e D. M. B. Bonotto, “Educação Ambiental e Educação para a Cidadania em um Programa de Formação Docente; Lidando com a Inter-Relação Local-Global”, *VIII EPEA – Encontro Pesquisa em Educação Ambiental*, Rio de Janeiro, 19 a 22 de julho de 2015.

de referência da EA. O documento explicita que, para uma sustentabilidade equitativa, a EA “afirma valores e ações que contribuem para a transformação humana e social e para a preservação ecológica”, estimulando “a formação de sociedades socialmente justas e ecologicamente equilibradas, que conservam entre si relação de interdependência e diversidade. Isto requer responsabilidade individual e coletiva em nível local, nacional e planetário”¹¹.

Nesse contexto, Carvalho¹² propõe que o trabalho com a EA deve alcançar três diferentes dimensões, relativas ao conhecimento, aos valores éticos e estéticos e à participação política. A primeira delas relaciona-se aos componentes e processos da natureza e à compreensão das interações estabelecidas entre o homem e a natureza. O campo valorativo, por sua vez, envolve o entendimento e a busca por novos padrões coletivos na relação sociedade-natureza. Já a participação política está relacionada ao desenvolvimento da capacidade do indivíduo de manifestar-se junto à construção da cidadania e da democracia.

Desse modo, a intervenção proposta no âmbito de uma capilarização da “Política de Mananciais PCJ” teve como pressuposto uma participação política, corroborando com o autor supracitado e entendendo a necessidade dessa capilarização, do fortalecimento e da consolidação da EA nas mais diversas instâncias, conforme sugere Andrade *et al.*:

[...] é necessário que se produza um novo momento, no qual as diversas iniciativas desenvolvidas consigam instigar, em seu território, a consolidação de políticas públicas de EA. Tais políticas visam buscar a abrangência e a legitimidade pública abordada acima para a EA realizada nas diversas localidades, trazendo, assim, maiores possibilidades para que ela seja capaz de alcançar todos os cidadãos dos recortes territoriais aos quais se destina¹³.

Ressalta-se ainda que a participação política entendida na Política de Mananciais PCJ também se relaciona com o conceito de política do cotidiano, apresentada por Biasoli¹⁴ e reforçada por Raymundo *et al.*: “O destaque da política do cotidiano se dá no sentido de trazer para o ciclo da política pública a perspectiva dos processos pedagógicos e a valorização das forças sociais instituintes, que majoritariamente estão fragilizadas nos processos de construção de políticas públicas”¹⁵.

11 Fórum Global das ONGS, *Tratado de Educação Ambiental para Sociedades Sustentáveis e Responsabilidade Global*, Rio de Janeiro, [s. ed.], 1992.

12 L. M. Carvalho, “A Temática Ambiental e o Processo Educativo: Dimensões e Abordagens”, em H. C. Cinquetti e A. Logarezzi (org.), *Consumo e Resíduos: Fundamentos para um Trabalho Educativo*, São Carlos, Edufscar, 2006, pp. 19-41.

13 D. F. Andrade *et al.*, *op. cit.*

14 S. A. Biasoli, *Institucionalização de Políticas Públicas de Educação Ambiental: Subsídios para a Defesa de uma Política do Cotidiano*, Tese de Doutorado em Ecologia Aplicada, Piracicaba, Universidade de São Paulo, 2015.

15 M. H. A. Raymundo *et al.*, “Indicadores de Monitoramento e Avaliação de Projetos e Políticas Públicas de Educação Ambiental no Brasil”, *Revista Científica Galego-Lusófona de Educación Ambiental*, ano XII, vol. I, n. 23-24, pp. 25-39, jan./dez. 2017.

É nesse sentido que podemos entender a dimensão da EA como política pública, visto que ela implica em processos de intervenção direta, que favoreça e fortaleça a articulação de diversos atores sociais e em uma crescente capacidade do Estado em responder, ainda que com mínima intervenção direta, às demandas socioambientais da sociedade.

Não há dúvida de que pensar em EA é pensar num conceito de política pública planejada e executada de forma duradoura, gerando subsídios para formulação e implementação de outras políticas públicas, ou seja, sendo abrangente e articulada com outras iniciativas. São estruturantes ao gerarem planos e programas permanentes e atuarem na criação e consolidação de diferentes instâncias administrativas e operacionais, contribuindo para o monitoramento e avaliação¹⁶. A autora também destaca que, além do Estado, é importante utilizar outros instrumentos de políticas públicas quando se trata de institucionalização da EA, principalmente a organização coletiva, que vem da sociedade civil, a exemplo dos comitês de bacias, câmaras técnicas de apoio, Conselhos Municipais de Meio Ambiente (Comdema) e de Desenvolvimento Rural (Comder), câmaras legislativas e conselhos das unidades de conservação (UC), onde existirem. A Política de Mananciais tem na sua estrutura e, principalmente, no Programa II (pagamentos por serviços ambientais), essa solidificação e busca por uma governança e sustentabilidade socioeconômica das intervenções promovidas no Programa I (intervenção – restauração de áreas protegidas, manejo conservacionista de solos, saneamento rural e práticas produtivas integradas). Tais intervenções são realizadas diretamente em uma microbacia do município que possua relevância para o abastecimento público, e isso se busca através desses espaços de participação social citados anteriormente.

A Política Municipal de Educação Ambiental pode se tornar um eixo de integração entre as diversas políticas municipais, especialmente os Planos Diretor, de Saneamento, de Resíduos Sólidos, de Segurança Hídrica e o Programa Município Verde Azul, entre outros, tendo como base ou pano de fundo a visão de bacia hidrográfica e a água como meio de ligação entre todas essas ações.

Portanto, há a necessidade de se gerar processos de formação envolvendo os distintos segmentos da sociedade ou os distintos atores sociais para atuarem na formulação e implantação de políticas públicas de educação ambiental integradas com outras políticas públicas municipais e de âmbito dos comitês de bacias, como a Política de Mananciais e a Política de EA dos Comitês PCJ.

Corroborando com esses princípios, Franco¹⁷ afirma que a educação ambiental é uma peça-chave na formação dos cidadãos, fazendo com que haja estímulo para um pensamento crítico reflexivo que valorize a natureza. Também deve estabelecer relações

16 S. A. Biasoli, *op. cit.*

17 M. C. M. Franco, "Educação Ambiental e o Currículo: Contribuições para a Construção de Sociedades Sustentáveis", *Jornal + Notícias Ambientais*, ano 1, n. 6, p. 2, jan. 2017.

entre as dimensões ambientais e econômicas com a justiça social, os direitos humanos, a saúde, o trabalho, o consumo, a pluralidade étnica, racial, de gênero, de diversidade sexual e a superação do racismo e de todas as formas de discriminação e injustiça social. A visão atual da EA não pode ser apenas superficial sobre meio ambiente, mas sim de compreensão da complexidade das relações e necessariamente de aplicação de uma visão sistêmica, problematizadora e crítica¹⁸.

Na pedagogia, a práxis é o processo pelo qual uma teoria, lição ou habilidade é executada ou praticada, se convertendo em parte da experiência vivida e com movimento de retorno para a teoria (portanto a práxis tem teoria → ação → reflexão → teoria → ...). Enquanto no ensino uma lição é apenas absorvida em nível intelectual de uma aula, as ideias são postas à prova e experimentadas no mundo real, seguidas de uma contemplação reflexiva. Dessa maneira, os conceitos abstratos se ligam com a realidade vivida. A práxis é usada por educadores para descrever um panorama recorrente através de um processo cíclico de aprendizagem experimental, como no ciclo descrito e popularizado por David Kolb¹⁹.

Sato *et al.* afirmam a importância da EA como luta política, envolvendo os saberes populares, quando dizem que:

A EA deve se configurar como uma luta política, compreendida em seu nível mais poderoso de transformação: aquela que se revela em uma disputa de posições e proposições sobre o destino das sociedades, dos territórios e das desterritorializações; que acredita que mais do que conhecimento técnico-científico, o saber popular igualmente consegue proporcionar caminhos de participação para a sustentabilidade através da transição democrática²⁰.

Todavia, para que haja participação política nos processos de EA, é fundamental que esses processos sejam permeados pelo diálogo, já que ele se constitui enquanto “a via de acesso para a democratização das identidades e saberes diversos” e “fortalece e confere autonomia e confiança aos indivíduos, que promove a coexistência equilibrada entre as realidades e contextos pessoais e coletivos, entre o moderno e as tradições, entre a tecnologia e o jeito simples de ser”²¹.

Verifica-se também a relevância do diálogo em documentos nacionais e internacionais de EA, como o Programa Nacional de Formação de Educadoras(es) Ambientais (ProFEA) e o próprio Tratado da Educação Ambiental para Sociedades Sustentáveis e Responsabilidade

18 *Idem.*

19 V. V. Vasconcellos e P. P. A. Martins Júnior, “Teologia e o Estudo das Ciências da Natureza – Contribuições da Filosofia”, *Ambiente & Educação: Revista de Educação Ambiental*, vol. 16, n. 1, 2011.

20 M. Sato *et al.*, *Educação Ambiental: Pesquisas e Desafios*, Porto Alegre, Artmed, 2005.

21 M. Sorrentino *et al.*, “Comunidade, Identidade, Diálogo, Potência de Ação e Felicidade: Fundamentos para Educação Ambiental”, em C. Guntzel-Rissato *et al.* (org.), *Educação Ambiental e Políticas Públicas: Conceitos, Fundamentos e Vivências*, Curitiba, Appris, 2013, pp. 36-41.

Global. Encontra-se no ProFEA, por exemplo, que “a relação educador-educando é um encontro de saberes, um diálogo democrático sobre a realidade vivida, não há saberes mais importantes, não há hierarquia de conhecimentos”²².

Entretanto, entender o papel e a complexidade do diálogo nos processos de EA se torna fundamental, uma vez que “o diálogo qualifica a participação ao reconhecer que coletivos são entremeados por questões que, olhando-se de perto, impedem a participação genuína das pessoas”²³. Os autores ainda esclarecem as questões que permeiam o diálogo, fazendo referência ao conceito de arquitetura invisível da conversa, explicitada por Isaacs²⁴, e que interferem na qualidade da interação, uma vez que são fatores interdependentes, psicológicos e ambientais:

Assim, o fenótipo de uma conversa não reflete o que se passa dentro desse campo social, que é invisível, porém muito atuante. O diálogo demanda, então, atenção a esse universo invisível, a busca e o desvelamento dos fatores que geram assimetrias nas relações e a aplicação de medidas para lidar com eles²⁵.

A EA pode fazer essa ligação como eixo temático, agregando os diversos tópicos abordados pelas diferentes câmaras técnicas. Justamente pelo seu caráter transdisciplinar, muitas vezes na prática ela é deixada de lado pelo imenso currículo a seguir e os despreparo das pessoas nessa abordagem²⁶. Portanto, a existência de uma disciplina de EA ou uma câmara de EA, neste contexto, não garante por si só a inserção desses princípios no currículo ou nas ações, políticas públicas ou no Plano de Bacias dos Comitês PCJ. Segundo Loureiro²⁷, a EA escapa da ideia tradicional de disciplina escolar por ser mais abrangente que qualquer uma destas ao buscar um processo pedagógico, participativo, permanente e crítico. EA não é ecologia²⁸.

Ceccon²⁹ afirma que não precisamos – e não devemos – criar mais uma gaveta com conteúdos isolados dos demais, e sim romper as barreiras existentes entre as diversas disciplinas, contribuindo para uma compreensão mais ampla da sociedade. Diz que temos que ampliar o olhar e ter uma compreensão sistêmica das questões socioambientais,

22 Órgão Gestor da PNEA, *ProNEA: Educação Ambiental – Por um Brasil Sustentável*, 4. ed., Brasília, Ministério do Meio Ambiente, 2014.

23 D. F. Andrade e M. Sorrentino, “O Lugar e o Difícil Papel do Diálogo nas Políticas Públicas de Educação Ambiental”, *Revista de Educação Pública*, vol. 25, n. 58, pp. 139-160, 2016.

24 W. Isaacs, *Dialogue and the Art of Thinking Together: A Pioneering Approach to Communicating in Business and in Life*, New York, Doubleday, 1999.

25 D. F. Andrade e M. Sorrentino, *op. cit.*

26 V. Lamim-Guedes e R. A. A. Monteiro, *op. cit.*

27 Loureiro, 2006, *apud* P. L. T. Carmargo, “Reforma da Educação Ambiental: Um Projeto Fadado ao Fracasso”, em V. Lamim-Guedes e R. A. A. Monteiro, *op. cit.*

28 Dias, 2000, *apud* C. F. Muniz e J. R. Lacerda, “Educação Ambiental: Um Olhar Contrário ao PLS 221/2015”, em V. Lamim-Guedes e R. A. A. Monteiro, *op. cit.*

29 Ceccon, 2016, *apud* L. M. Costa e G. P. Freitas, “Um Ponto de Vista sobre o Projeto de Lei do Senado 221/2015”, em V. Lamim-Guedes e R. A. A. Monteiro, *op. cit.*

políticas econômicas e culturais. Da mesma forma entendo que devemos olhar para as microbacias ou bacias hidrográficas através da Política de Mananciais. Todos os membros dos comitês precisam ser educadores e educandos.

Os autores Biasoli e Sorrentino afirmam que:

Nos territórios dos municípios diversas instituições e movimentos sociais atuam ou podem atuar em prol da sustentabilidade socioambiental por meio de ações educadoras com isso comprometidas. O poder executivo municipal tem um papel essencial na promoção de cooperação entre todos os atores desses territórios, objetivando criar sinergia entre as ações, projetos e programas de educação ambiental³⁰.

O distanciamento da população em relação à política é bastante evidente, salientando que os espaços não apresentam atratividade e se encontram estreitamente ligados a um sistema em que a prática se encontra muito longe da população. Aqui eu saliento a baixa efetividade e participação social nos conselhos municipais de meio ambiente.

A política do cotidiano é influenciada pela força das instituições e pela consciência cidadã. Sem dúvida, as forças sociais instituintes, os grupos organizados por meio de coletivos educadores podem gerar mudanças efetivas numa nova direção. Essas instituições precisam se engajar na elaboração e fiscalização da política ambiental do seu município. Fortalecer a cidadania é algo que está intimamente ligado à atuação e cumplicidade com os próprios conteúdos internos, psíquicos, afetivos e emocionais de cada um de nós.

Como ter este alinhamento do sentir, estas subjetividade de sentimentos compartilhados na construção coletiva, se a comunidade não participa e não tem voz ativa nas decisões que influenciam e mudam a vida das pessoas? E por que não participam?

É muito importante colocarmos aqui alguns conceitos para o melhor entendimento da apatia ou subserviência da população em relação ao próprio processo político que ocorre no dia a dia, que gera uma abdicação do poder de ação e de transformação da sociedade. Para termos avanços é preciso rever a forma dialógica e o empoderamento da sociedade civil, através de consciência e educação política, capaz de gerar fortalecimento de conceitos, formação de redes e o efeito multiplicador.

Na concepção liberal clássica, a cidadania é colocada sob uma perspectiva protetora do cidadão como um membro da associação política. A igualdade não é um fim em si, destinado a fundar uma comunidade de interesses, mas instrumento de proteção do indivíduo contra a opressão e a injustiça. Se entendido como protegido, o cidadão dificilmente irá se perceber como ator na solução de conflitos e de decisões cotidianas

30 D. F. Andrade e M. Sorrentino, *op. cit.*

para alcançar objetivos públicos. A mudança se dá com a percepção de princípios como a liberdade e a igualdade, decorrentes das transformações democráticas.

O sentimento coletivo está estreitamente relacionado com o conceito de comunidade, o que é corroborado por Alves:

Para nós, a comunidade não é entendida como sinônimo de localidade geográfica, mas sim, como coloca Gusfielld (1995), um conceito existencial organizador da relação das pessoas ao grupo, do sentimento de identidade comum e do apelo à solidariedade. Em outras palavras, como critério de ação governado pelo pertencimento comum e não como a arena física³¹.

A formação cidadã traz a maior percepção de ações pela comunidade e dos fatores interferentes na política do cotidiano. Para bons resultados é preciso entender o processo de construção das políticas públicas, seus indicadores de monitoramento e avaliação e ter o empoderamento da população, principalmente para que haja a participação como um direito.

Segundo Frey, “de uma maneira geral é possível afirmar que políticas públicas são o conjunto de ações estruturadas desencadeadas pelo Estado, em suas diversas esferas e escalas, como propostas de enfrentamento a determinados problemas públicos”³². O que importa não é se o tomador de decisão tem personalidade jurídica estatal ou não estatal, e sim o que confere contornos coletivos no sentido de compromisso com o bem comum, ou os pactos com objetivos coletivos, da res pública, é que darão a legitimidade do adjetivo “pública”³³.

O uso indevido dos solos, os desmatamentos das matas ciliares e das encostas contribuíram para a redução da quantidade e da qualidade da água. Nesse contexto, é possível concluir que as mudanças climáticas são influenciadas pela ação humana, além de serem afetadas por fatores naturais, como as alterações na radiação solar ou movimentos da órbita terrestre. Entender como as ações humanas podem interferir positiva ou negativamente no ambiente é muito importante, pois a população sensibilizada pode contribuir para solucionar o problema e cooperar, conjuntamente com os organismos governamentais, no processo de uso sustentável dos recursos naturais, sendo agente transformador e integrante deste grande sistema natural chamado meio ambiente.

31 D. M. G. Alves *et al.*, “Em Busca da Sustentabilidade Educadora Ambientalista”, *Ambientalmente Sustentável*, vol.1, n. 9-10, pp. 7-34, 2010.

32 K. Frey, “Políticas Públicas: Um Debate Conceitual e Reflexões Referentes à Prática de Análise de Políticas Públicas no Brasil”, *Planejamento e Políticas Públicas*, n. 21, pp. 211-259, 2000.

33 S. A. Biasoli, *op. cit.*

Referências Bibliográficas

- ABERS, R. N. *et al.* "Inclusão, Deliberação e Controle: Três Dimensões de Democracia dos Comitês e Consórcios de Bacias Hidrográficas no Brasil". *Revista Ambiente & Sociedade*, Campinas, vol. XII, n. 1, pp. 115-132, jan.-jun. 2009.
- ABERS, R. N. & JORGE, K. D. "Descentralização da Gestão da Água: Por que os Comitês de Bacias estão sendo criados?". *Revista Ambiente & Sociedade*, Campinas, vol. VIII, n. 2, pp. 1-26, jul.-dez. 2005.
- ALVES, D. M. G. *et al.* "Em Busca da Sustentabilidade Educadora Ambientalista". *Ambientalmente Sustentável*, vol.1, n. 9-10, pp. 7-34, 2010.
- ANDRADE, D. F. & SORRENTINO, M. "O Lugar e o Difícil Papel do Diálogo nas Políticas Públicas de Educação Ambiental". *Revista de Educação Pública*, vol. 25, n. 58, pp. 139-160, 2016.
- ANDRADE, D. F. *et al.* "Da Pedagogia à Política e da Política à Pedagogia: Uma Abordagem sobre a Construção de Políticas Públicas em Educação Ambiental no Brasil". *Ciência e Educação*, vol. 20, n. 4, pp. 817-832, 2014.
- AGÊNCIA Nacional de Águas e Saneamento Básico (ANA). [O Comitê de Bacia Hidrográfica: o que é e o que faz?](#). Brasília, 2011 (Cadernos de Capacitação em Recursos Hídricos, vol. 1). Acesso em: 30 out. 2022.
- ASSOCIAÇÃO dos Surdos de Jaú E Região. ["Vídeo 1 – Água em Libras"](#). *YouTube*. [s.d.]. Acesso em: 23 jul. 2019.
- _____. ["Vídeo 2 – Bacia Hidrográfica em Libras"](#). *YouTube*, [s.d.]. Acesso em: 23 jul. 2019.
- BIASOLI, S. A. [Institucionalização de Políticas Públicas de Educação Ambiental: Subsídios para a Defesa de uma Política do Cotidiano](#). Tese de Doutorado em Ecologia Aplicada, Piracicaba, Universidade de São Paulo, 2015.
- BIASOLI, S. & SORRENTINO, M. "Educação Ambiental e Municípios: Políticas Públicas para Sociedades Sustentáveis". In: RAYMUNDO, M. H. A.; BRIANEZI, T. & SORRENTINO, M. (org.). *Como Construir Políticas Públicas de Educação Ambiental para Sociedades Sustentáveis?* São Carlos, Diagrama Editorial, 2015, pp. 31-39.
- BORGES, A. *et al.* "A Gestão de Recursos Hídricos e Sua Abordagem em Ambientes Educacionais". In: *Anais do Terceiro Sustentare e Sexto Wipis*. São Carlos (SP), PUC-Campinas/EESC-USP, 2021.
- CAMARGO, P. L. T. "Reforma da Educação Ambiental: Um Projeto Fadado ao Fracasso". In: LAMIM-GUEDES, V. & MONTEIRO, R. A. A. (org.) *Educação Ambiental na Educação Básica: Entre a Disciplinarização e a Transversalidade da Temática Socioambiental*. São Paulo, PerSe, 2017, pp. 50-55.
- CAMPOS, V. N. de O. "Comitê de Bacia Hidrográfica: um Canal Aberto à Participação Política?". *REGA*, vol. 2, n. 2, pp. 49-60, jul./dez. 2005.
- CARDOSO, M. L. de M. ["Desafios e Potencialidades dos Comitês de Bacias Hidrográficas"](#). *Ciência e Cultura*, vol. 55, n. 4, pp. 40-41, dez. 2003. Acesso em: 4 out. 2022.
- CARVALHO, L. M. "A Temática Ambiental e o Processo Educativo: Dimensões e Abordagens". In: CINQUETTI, H. C. & LOGAREZZI, A. (org.). *Consumo e Resíduos: Fundamentos para um Trabalho Educativo*. São Carlos, Edufscar, 2006, pp. 19-41.
- COMITÊS de Bacias PCJ. *Orientação Técnica para as Redes de Ensino das Bacias PCJ: Subsídios para Reflexão sobre Estiagem nas Bacias Hidrográficas dos Rios Piracicaba, Capivari e Jundiá (PCJ), Suas Causas, Impactos e Ações de Enfrentamento*. [S.l.], 2022.
- CONSÓRCIO Intermunicipal das Bacias PCJ. ["Chuva abaixo da média faz Consórcio PCJ ligar alerta para risco de escassez"](#). *Liberal*, 13 jan. 2022. Acesso em: 6 abr. 2022.

- COSTA, L. M. & FREITAS, G. P. "Um Ponto de Vista sobre o Projeto de Lei do Senado 221/2015". In: LAMIM-GUEDES, V. & MONTEIRO, R. A. A. (org.) *Educação Ambiental na Educação Básica: Entre a Disciplinarização e a Transversalidade da Temática Socioambiental*. São Paulo, PerSe, 2017, pp. 79-83.
- DEMARCHI, J. J. A. A. *Educação Socioambiental em Espaços Públicos – Água, Educação e Sensibilização como Ferramentas Transversais Estratégicas para a Integração do Rural com o Urbano (Gestão Territorial) e a Sustentabilidade Institucional*. Trabalho de conclusão de curso na especialização em Gerenciamento de Recursos Hídricos, Piracicaba, Fundação Municipal de Ensino de Piracicaba (Fumep), 2017.
- _____. *Bacias Hidrossocioambientais – A Política de Recuperação, Conservação e Proteção dos Mananciais dos Comitês PCJ como uma Intervenção Educadora e Transição para Sociedades Sustentáveis*. Monografia para obtenção do título de especialista em Educação Ambiental e Transição para Sociedades Sustentáveis, Piracicaba, Departamento de Ciências Florestais da Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Universidade de São Paulo, 2019.
- FÓRUM GLOBAL DAS ONGS. *Tratado de Educação Ambiental para Sociedades Sustentáveis e Responsabilidade Global*. Rio de Janeiro, [s. ed.], 1992.
- FRANCO, M. C. M. "Educação Ambiental e o Currículo: Contribuições para a Construção de Sociedades Sustentáveis". *Jornal +Notícias Ambientais*, ano 1, n. 6, p. 2, jan. 2017.
- FREY, K. "Políticas Públicas: Um Debate Conceitual e Reflexões Referentes à Prática de Análise de Políticas Públicas no Brasil". *Planejamento e Políticas Públicas*, n. 21, pp. 211-259, 2000.
- ISAACS, W. *Dialogue and the Art of Thinking Together: A Pioneering Approach to Communicating in Business and in Life*. New York, Doubleday, 1999.
- LAMIM-GUEDES, V. & MONTEIRO, R. A. A. (org.) *Educação Ambiental na Educação Básica: Entre a Disciplinarização e a Transversalidade da Temática Socioambiental*. São Paulo, PerSe, 2017.
- LEMOES, R. S.; MAGALHÃES JÚNIOR, A. P. & COTA, G. E. M. "Os Territórios e as Águas". In: MAGALHÃES JÚNIOR, A. P.; LOPES, F. W. de A. (orgs.). *Recursos Hídricos: As Águas na Interface Sociedade-natureza*. São Paulo, Oficina de Textos, 2022, pp. 140-158.
- MACHADO, M. "[É Rio ou Valão?](#)". *YouTube*, [s.d.]. Acesso em: 25 out. 2017.
- MONTEIRO, R. A. A. *O Diálogo em Processos de Educação Ambiental: Análise das Relações Existentes entre uma ONG e Pescadores Artesanais Marítimos do Litoral Paulista*. Dissertação de Mestrado em Ciência Ambiental, Programa de Pós-Graduação em Ciência Ambiental, Instituto de Energia e Ambiente da Universidade de São Paulo, 2018.
- MUNIZ, C. F. & LACERDA, J. R. "Educação Ambiental: Um Olhar Contrário ao PLS 221/2015". In: LAMIM-GUEDES, V. & MONTEIRO, R. A. A. (org.) *Educação Ambiental na Educação Básica: Entre a Disciplinarização e a Transversalidade da Temática Socioambiental*. São Paulo, PerSe, 2017, pp. 56-67.
- NARDY, M.; DEGASPERI, T. C. & BONOTTO, D. M. B. "Educação Ambiental e Educação para a Cidadania em um Programa de Formação Docente; Lidando com a Inter-Relação Local-Global". *VIII EPEA – Encontro Pesquisa em Educação Ambiental*, Rio de Janeiro, 19 a 22 de julho de 2015.
- ÓRGÃO GESTOR DA PNEA. *ProNEA: Educação Ambiental – Por um Brasil Sustentável*. 4. ed. Brasília, Ministério do Meio Ambiente, 2014.
- RAYMUNDO, M. H. A. et al. "Indicadores de Monitoramento e Avaliação de Projetos e Políticas Públicas de Educação Ambiental no Brasil". *Revista Científica Galego-Lusófona de Educación Ambiental*, ano XII, vol. I, n. 23-24, pp. 25-39, jan./dez. 2017.
- SATO, M. et al. *Educação Ambiental: Pesquisas e Desafios*. Porto Alegre, Artmed, 2005.

SORRENTINO, M. *et al.* "Comunidade, Identidade, Diálogo, Potência de Ação e Felicidade: Fundamentos para Educação Ambiental". In: GUNTZEL-RISSATO, C. *et al.* (org.) *Educação Ambiental e Políticas Públicas: Conceitos, Fundamentos e Vivências*. Curitiba, Appris, 2013, pp. 36-41.

TEIXEIRA, T. [*Material Educomunicativo para o Ensino de Surdos: Educação Ambiental para as Águas*](#). Dissertação de mestrado em Ensino de Ciências Ambientais. São Carlos, Programa de Pós-graduação em Rede Nacional para o Ensino das Ciências Ambientais, Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo, 2019. Acesso em: 4 out. 2022.

TROVARELLI, R. A. *Do Antropoceno à Transição para Sociedades Sustentáveis: Formação de Profissionais em Educação Ambiental*. Tese de doutorado, Piracicaba, Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Universidade de São Paulo, 2021.

VASCONCELLOS, V. V. & MARTINS JÚNIOR, P. P. A. "Teologia e o Estudo das Ciências da Natureza – Contribuições da Filosofia". *Ambiente & Educação: Revista de Educação Ambiental*, vol. 16, n. 1, 2011.

Para Consulta Complementar

[Boletins informativos do GT – Estiagem 2022.](#)

[Cooperação técnica entre Agência das Bacias PCJ e Fundação SOS Mata Atlântica.](#)

[Cartilhas do GT – Estiagem 2022.](#)

[Campanha publicitária relacionada ao enfrentamento da estiagem 2022 nas Bacias PCJ – "Movimento PCJ pelo Uso Eficiente da Água".](#)

[Fundação Agência das Bacias PCJ – Assessoria ambiental.](#)

[Plano das Bacias PCJ 2020-2035.](#)

[Plano Diretor para Recomposição Florestal visando à conservação de água nas Bacias PCJ.](#)

[Política de Recuperação, Conservação e Proteção de Mananciais PCJ.](#)

[Projeto LUISA-PCJ.](#)

[WRI – Infraestrutura Natural para Água no Sistema Cantareira, em São Paulo \(org. por Rafael Feltran-Barbieri *et al.*\).](#)

[Webinário do GT – "Segurança Hídrica nas Bacias PCJ – Estiagem 2022".](#)

[Webinário da CT – OL "Conversando sobre o Rio Jundiaí: a Importância do Patrimônio Histórico e Cultural para a Efetivação do Enquadramento do Rio Jundiaí".](#)

[Webinário da CT – Rural "O Produtor Rural como Produtor de Água".](#)

CAPÍTULO 11

Acessibilidade e Inclusão: Recomendações Práticas Pedagógicas aos Profissionais no Trato de Pessoas com Limitações Físicas, Sensoriais e/ou Cognitivas

Fabiane Cattai da Silva

Interacessibilidade

O presente capítulo visa orientar de forma geral profissionais motivados na aplicação de atividades no ensino de ciências ambientais, sobre recomendações práticas no trato de pessoas com limitações sejam físicas, sensoriais e/ou cognitivas, com o objetivo de acolher e esclarecer os envolvidos no processo de ensino, visando quebrar as principais barreiras existentes no aprendizado e apresentar recursos tecnológicos para o apoio em seu desenvolvimento educacional. No contexto das atividades do ensino de ciências ambientais, as informações seguintes podem auxiliar no desenvolvimento integral de pessoas nestas condições, levando em consideração a acessibilidade e, conseqüentemente, a inclusão. Este texto é a base para orientações apresentadas na Série Guias Educacionais da Rede ProfCiAmb para esse propósito, que são eles: volume 1: *Água e Sustentabilidade: Bases Conceituais para o Ensino das Ciências Ambientais* (refere-se ao Guia atual); volume 2: *Água e Sustentabilidade: Educação Infantil e Ensino Fundamental*; volume 3: *Água e Sustentabilidade: Ensino Médio*; e volume 4: *Água e Sustentabilidade: Espaços Não Formais de Educação*.

Para que o profissional possa definir estratégias de ensino que foquem no potencial da pessoa, é importante que ele conheça a diversidade dos diferentes tipos de deficiências e os apoios de equipamentos tecnológicos e recursos didáticos específicos para cada limitação, seja esta física, sensorial e/ou cognitiva. Assim, viabiliza-se a participação ativa das pessoas nas situações práticas em diversos ambientes, objetivando proporcionar-lhes autonomia, independência e, conseqüentemente, uma melhor qualidade de vida.

As informações e orientações estão divididas em três partes, conforme a Figura 1. Na parte 1, Bases Legais da Pessoa com Deficiência, são apresentadas as principais leis relacionadas à educação da pessoa com deficiência; na parte 2 são apresentadas algumas orientações gerais pedagógicas no trato de pessoas com alguma limitação, seja física, sensorial e/ou cognitiva, além de recomendações no uso de recursos digitais para apoiar pessoas que necessitam utilizar tecnologias assistivas; e na parte 3 há orientações específicas a pessoas por limitação, tais como: física, visual, auditiva, intelectual,

neurodivergente, surdocegueira e limitações múltiplas, e são apresentadas orientações pedagógicas (representadas por quadro na cor azul e borda simples) e recomendações no uso de recursos digitais (representadas por quadro na cor azul e borda estilo tracejado). Os estilos de bordas foram incluídos para que o Guia tenha formato acessível a mais pessoas.

Figura 1 – Diagrama de organização do capítulo



Fonte: a autora.

1. Estatuto da Pessoa com Deficiência

1.1 Lei Brasileira de Inclusão (LBI)

A Lei Brasileira de Inclusão (LBI) da Pessoa com Deficiência – Lei nº 13.146 de 6 de junho de 2015¹ – reitera o direito ao sistema educacional inclusivo em todos os níveis, etapas e modalidades de ensino, conforme estabelecido desde a Política Nacional de Educação Especial na Perspectiva da Educação Inclusiva². Sendo assim, estão previstos no atendimento educacional especializado (AEE): pessoas com deficiência, transtornos globais de desenvolvimento, altas habilidades e transtornos funcionais específicos,

1 Brasil. Lei n. 13.146, de 6 de junho de 2015. Institui a Lei Brasileira de Inclusão da Pessoa com Deficiência (Estatuto da Pessoa com Deficiência). Brasília, 2015.

2 Brasil. Portaria n 948/2007, 7 de janeiro de 2008. Política Nacional de Educação Especial na Perspectiva da Educação Inclusiva. mec/seesp/2008.

a identificação de recursos e serviços; o desenvolvimento de práticas colaborativas, a formação continuada para os profissionais; e a organização de redes de apoio.

1.2 Pessoa com Deficiência

O Decreto nº 6.949 de 25 de agosto de 2009, Convenção Internacional sobre os Direitos das Pessoas com Deficiência (cdpd), define que:

Pessoas com deficiência são aquelas que têm impedimentos de longo prazo de natureza física, mental, intelectual ou sensorial, os quais, em interação com diversas barreiras, podem obstruir sua participação plena e efetiva na sociedade em igualdades de condições com as demais pessoas³.

Pessoas com deficiência, como quaisquer outras, têm habilidades, competências, protagonismos, peculiaridades, contradições e singularidades. A deficiência é apenas mais uma característica da condição humana. A nomenclatura correta a ser utilizada até o momento é “pessoa com deficiência”⁴.

1.3 Acessibilidade

A Lei nº 10.098, de 19 de dezembro de 2000, estabelece normas gerais e critérios básicos para a promoção da acessibilidade das pessoas com deficiência ou com mobilidade reduzida, dá outras providências e traz a seguinte definição sobre acessibilidade em seu art. 2º:

i – acessibilidade: possibilidade e condição de alcance para utilização, com segurança e autonomia, de espaços, mobiliários, equipamentos urbanos, edificações, transportes, informação e comunicação, inclusive seus sistemas e tecnologias, bem como de outros serviços e instalações abertos ao público, de uso público ou privados de uso coletivo, tanto na zona urbana como na rural, por pessoa com deficiência ou com mobilidade reduzida⁵.

Para que o direito à acessibilidade a pessoas com deficiência seja cumprido, há necessidade de se eliminar, além das barreiras urbanística, arquitetônicas, nos transportes, nas comunicações e na informação (incluindo as barreiras do acesso digital), também a metodológica e a barreira principal: a “atitudinal”.

3 Brasil. Decreto n. 6.949, de 25 de agosto de 2009. Promulga a Convenção Internacional dos Direitos das Pessoas com Deficiência e seu Protocolo Facultativo, assinados em Nova York, em 30 de março de 2007. Brasília, 2009.

4 R. K. Sassaki, “Como Chamar as Pessoas que Têm Deficiência?”, em *Vida Independente: História, Movimento, Liderança, Conceito, Filosofia e Fundamentos*, São Paulo, RNR, 2003.

5 Brasil. Lei n 10.098, de 19 de dezembro de 2000. Normas gerais e critérios básicos para a promoção da acessibilidade das pessoas portadoras de deficiência ou com mobilidade reduzida, e dá outras providências. Brasília, 2000.

1.4 Tecnologia Assistiva

Atualmente, há uma grande diversidade de recursos tecnológicos que auxiliam as pessoas com alguma limitação. Conhecer esses recursos é um desafio aos profissionais, que buscam constantemente atualização. Como definição de tecnologia assistiva temos o Decreto nº 10.645, de 11 de março de 2021, para dispor sobre as diretrizes, os objetivos e os eixos do Plano Nacional de Tecnologia Assistiva:

Tecnologia Assistiva ou ajuda técnica corresponde a produtos, equipamentos, dispositivos, recursos, metodologias, estratégias, práticas e serviços que objetivem promover a funcionalidade, relacionada à atividade e à participação da pessoa com deficiência ou com mobilidade reduzida, visando à sua autonomia, independência, qualidade de vida e inclusão social⁶.

Nas próximas seções deste capítulo, estão descritas algumas opções de tecnologias assistivas que podem apoiar o processo de ensino e aprendizado de pessoas com alguma limitação, oportunizando sua inclusão e participação nas atividades propostas neste Guia Educacional.

2. Orientações Gerais Pedagógicas e Digitais ao Apoio a Pessoas com Limitação Física, Sensorial e/ou Cognitiva

2.1 Sala de aula

No Quadro 1 são apresentadas orientações gerais pedagógicas em sala de aula, trabalhos e atividades avaliativas, visando acolhimento e melhores condições de ensino a pessoas com alguma limitação física, sensorial e/ou cognitiva.

Quadro 1 – Orientações gerais pedagógicas no trato de pessoas com limitação física, sensorial e/ou cognitiva

- Aja com naturalidade, independentemente de qual for a limitação da pessoa. Não a exponha ou superproteja.
- Fale diretamente com a pessoa, e não por intermédio de outra pessoa.
- Oriente os colegas no sentido de acolher e compreender as limitações das pessoas e os diferentes meios de comunicação utilizados por elas, para que haja melhor interação social entre todos.

6 Brasil. Decreto n. 10.645, de 11 de março de 2021. Dispõe sobre as diretrizes, os objetivos e os eixos do Plano Nacional de Tecnologia Assistiva. Brasília, 2021.

- Planeje suas aulas de forma que as pessoas com limitações possam participar.
- Incentive atividades nas quais predomine o espírito de equipe, em que a colaboração é valorizada.
- Antes de saber do diagnóstico, converse com a pessoa, solicite auxílio para elaboração e planejamento das aulas. Pessoas com os mesmos diagnósticos não necessariamente precisam dos mesmos apoios.
- Ao dar orientações, verifique se a pessoa está acompanhando. Fale devagar e, caso necessário, repita até que compreenda.
- Disponibilize atendimento individualizado para o planejamento das aulas junto com a equipe de profissionais especializados da instituição, caso tenha este recurso.
- Verifique se a pessoa necessita de tempo extra para realizar as atividades e avaliações; geralmente é necessário ampliar o tempo para elaboração das tarefas.
- Apresente de forma escrita, verbal ou outro modo de comunicação necessário às pessoas os critérios de avaliação/instrução utilizados.

2.2 Apoio Digital

No Quadro 2 são apresentadas orientações gerais no apoio ao uso de recursos digitais a pessoas com alguma limitação física, sensorial e/ou cognitiva.

Quadro 2 – Orientações gerais no apoio ao uso de recursos digitais a pessoas com limitação física, sensorial e/ou cognitiva

- Conheça as preferências de aprendizagem da pessoa, explore as possibilidades de recursos tecnológicos para apoiar os estudos, como o uso de: vídeos, legendas, materiais impressos, uso de imagens, aplicativos de voz, aplicativo financeiro, transcrição de texto, leitores de tela, linguagem simples, entre outros.
- Disponibilize materiais impressos ou em formato digital as atividades realizadas.
- Permita, quando solicitado, que as explicações sejam gravadas.
- Elabore avaliações pensando nas necessidades de cada pessoa; caso seja necessário disponibilize: interpretação em Libras, impressão em braile, fontes ampliadas, diferentes recursos para o acesso aos materiais didáticos, entre outros.

- Verifique com a equipe especializada, se necessário, o uso de tecnologia assistiva para apoiar as pessoas nas atividades acadêmicas, caso tenha este recurso.
- Em aulas síncronas nas plataformas de videoconferências, tais como Google Meet, Zoom e Teams, disponibilize, caso necessário, legendas e/ou interpretação em Libras. Caso use slides nas atividades online, verifique o tipo de letra (recomenda-se o uso de fontes sem serifas) e tamanho da fonte (acima de 23 pontos). Quando estiver falando, é importante olhar diretamente para a câmera, para que pessoas que fazem leitura labial e necessitam ver expressões faciais recebam as informações.
- Em atividades que incluam vídeos, verifique a possibilidade da audiodescrição, interpretação em Libras e legendagem.

3. Orientações Pedagógicas e Digitais por Limitações, Sugestões e Alternativas de como Tornar as Atividades Apresentadas neste Guia Educacional Mais Acessíveis

3.1 Pessoas com Limitações Físicas

No Decreto nº 3.298 de 1999 da legislação brasileira, cita-se o conceito de deficiência física, conforme segue:

Art. 4º – Deficiência física – alteração completa ou parcial de um ou mais segmentos do corpo humano, acarretando o comprometimento da função física, apresentando-se sob a forma de paraplegia, paraparesia, monoplegia, monoparesia, tetraplegia, tetraparesia, triplegia, triparesia, hemiplegia, hemiparesia, ostomia, amputação ou ausência de membro, paralisia cerebral, nanismo, membros com deformidade congênita ou adquirida, exceto as deformidades estéticas e as que não produzam dificuldades para o desempenho de funções⁷.

As deficiências físicas mais comuns são⁸:

- **Paralisia cerebral:** é um conjunto de distúrbios da motricidade voluntária, ou seja, é uma lesão cerebral que afeta o controle dos movimentos do corpo. Ocorre pela falta de oxigenação no cérebro do bebê durante a gestação, no parto ou até

7 Brasil. Decreto n. 3.298, de 20 de dezembro de 1999. Dispõe sobre a Política Nacional para a Integração da Pessoa Portadora de Deficiência, consolida as normas de proteção, e dá outras providências. Brasília, 1999.

8 Brasil, *Saberes e Práticas da Inclusão. Desenvolvendo Competências para o Atendimento às Necessidades Educacionais Especiais de Pessoas com Deficiência Física/Neuro-Motora*, Brasília, Secretaria de Educação Especial, Ministério da Educação, 2006.

dois anos após o nascimento. A paralisia cerebral está classificada em três padrões típicos:

- **Hemiplegia:** perda de um dos lados do corpo (perna e braço) das funções motoras.
- **Paraplegia:** perda total das funções motoras dos membros inferiores.
- **Tetraplegia:** perda total das funções motoras dos membros superiores e inferiores.
- **Ostomia:** cirurgia realizada com o objetivo de construir um caminho alternativo de comunicação com o meio exterior, para eliminar a urina ou as fezes, assim como auxiliar na respiração ou na alimentação⁹.
- **Amputação:** é a remoção de uma extremidade do corpo.
- **Nanismo:** doença genética que causa crescimento esquelético anormal, resultando em pessoas com altura mais reduzida que a média da população¹⁰.

3.1.1 Sala de Aula

No Quadro 3 são apresentadas algumas orientações pedagógicas em sala de aula, trabalhos e atividades avaliativas, visando acolhimento e melhores condições de ensino a pessoas com alguma limitação física.

Quadro 3 – Orientações gerais pedagógicas no trato a pessoas com limitação física

- Aproxime-se, acolha, converse, conheça as limitações e necessidades da pessoa.
- Informe-se sobre as características da pessoa e suas necessidades de apoio, objetivando a compreensão de suas potencialidades.
- Para pessoas que utilizam cadeiras de rodas, recomenda-se, durante uma conversa, permanecer sentado ou ficar na mesma altura, evitando assim que elas fiquem com a cabeça erguida.
- Não exclua ou impeça a pessoa cadeirante de participar plenamente das atividades de campo e sociais, nem procure minimizar tal participação.
- Não apoie ou movimente a cadeira de rodas sem antes pedir permissão à pessoa.

9 Brasil, Portaria n. 400/2009, 16 de novembro de 2009. Política Nacional da Saúde da Pessoa com Deficiência. SUS/2009.

10 Brasil, *Formação Continuada a Distância de Professores para o Atendimento Educacional Especializado-Deficiência Física*, Brasília, 2007.

- Quando estiver conduzindo a cadeira de rodas e parar para conversar com alguém, lembre-se de virar a cadeira de frente para que a pessoa também possa participar da conversa.
- Mantenha as muletas ou bengalas sempre próximas às pessoas que usam essas tecnologias assistivas.
- Pessoas com paralisia cerebral podem ter dificuldades para andar, falar e podem fazer movimentos involuntários com pernas e braços. Caso a pessoa tenha dificuldade na fala e você não compreenda o que ela está dizendo, peça que repita ou utilize comunicação alternativa.
- Pessoas com paralisia cerebral têm necessidades específicas. Compreenda seus ritmos e tenha atenção ao ouvi-las, pois a maioria tem dificuldade na fala.
- Conheça a limitação da pessoa. Paralisia cerebral e deficiência intelectual são diferentes; em alguns casos, pessoas com paralisia cerebral não apresentam limitações intelectuais.

3.1.2 Apoio Digital

No Quadro 4 são apresentadas algumas orientações no apoio ao uso de recursos digitais a pessoas com limitação física.

Quadro 4 – Orientações no apoio ao uso de recursos digitais a pessoas com limitação física

- Ofereça recursos de aplicativos que possam apoiar o processo de ensino e aprendizagem, tais como: gravação das aulas, leitura avançada, transcrição de textos, teclados virtuais.
- Use recursos de leitura em voz alta de editores de textos digitais, caso a pessoa tenha dificuldade na fala
 - Link: explicação sobre a [Leitura Avançada](#) para Microsoft Word e [OneNote](#).
- Identifique com a equipe especializada os recursos de tecnologia assistiva, tais como: pequenas adaptações no teclado ou no mouse, mouses para serem utilizados com os pés, mouses que funcionam através do sopro, recursos de sons, vibração para smartphones, teclados expandidos, colmeia de acrílico para teclados, rastreamento ocular ou facial, acionadores para teclados, ponteiros para teclados, comandos por voz, pranchas de comunicação alternativa, configurações de acessibilidade nos smartphones, entre outros¹¹.

11 A. Sonza, B. Salton e J. A. Strapazzon, *Soluções Acessíveis: Experiências Inclusivas no IFRS*, Rio Grande do Sul, [s.n.], 2014.

3.2 Pessoas com Limitações Visuais

No Decreto nº 3.298 de 20 de dezembro de 1999 da legislação brasileira, cita-se o conceito de deficiência visual, conforme segue:

Art. 4º – Deficiência visual – cegueira, na qual a acuidade visual é igual ou menor que 0,05 no melhor olho, com a melhor correção óptica; a baixa visão, que significa acuidade visual entre 0,3 e 0,05 no melhor olho, com a melhor correção óptica; os casos nos quais a somatória da medida do campo visual em ambos os olhos for igual ou menor que 60º; ou a ocorrência simultânea de quaisquer das condições anteriores¹².

Classificação dos diferentes graus de deficiência visual¹³:

- **Baixa visão:** perda parcial da visão, decorrente de fatores isolados ou associados, como: baixa acuidade visual significativa, alterações corticais e/ou de sensibilidade aos contrastes ou redução no campo visual. Nestes casos as pessoas necessitam de lentes de aumento, lupas, auxílio de bengalas, treinamentos de orientação e de mobilidade, entre outros.
- **Próximo à cegueira:** neste caso a pessoa tem alguns resquícios de visão, mas já necessita do sistema braile para ler e escrever, usa bengala, utiliza recursos de voz para acessar os recursos tecnológicos, necessita de treinamentos de orientação e de mobilidade, entre outros.
- **Cegueira:** é a perda total da visão, a ausência de projeção de luz. O uso do sistema braile, da bengala e os treinamentos de orientação e de mobilidade, nesse caso, são fundamentais.

3.2.1 Sala de Aula

No Quadro 6 são apresentadas algumas orientações pedagógicas em sala de aula, trabalhos e atividades avaliativas, visando acolhimento e melhores condições de ensino a pessoas com alguma limitação visual.

12 Brasil. Decreto n. 3.298, de 20 de dezembro de 1999. Dispõe sobre a Política Nacional para a Integração da Pessoa Portadora de Deficiência, consolida as normas de proteção, e dá outras providências. Brasília, 1999.

13 Brasil, *Saberes e Práticas da Inclusão. Desenvolvendo Competências para o Atendimento às Necessidades Educacionais Especiais de Pessoas Cegas e de Pessoas com Baixa Visão*, Brasília, Secretaria de Educação Especial, Ministério da Educação, 2006, pp. 16-33.

Quadro 6 – Orientações gerais pedagógicas no trato a pessoas com limitação visual

- Aproxime-se, acolha, converse, conheça as limitações e necessidades da pessoa.
- Oriente os sentidos espaciais de forma clara e objetiva. Por exemplo: “à direita”, “à esquerda”, “acima”, “abaixo”, “para frente”, “para trás”. Evite termos como “ali” e “aqui”.
- Para ajudar a pessoa cega a sentar-se, leve-a até a cadeira e coloque a mão dela sobre o encosto, e informe caso a cadeira possua braço. Deixe que a pessoa se sente sozinha.
- Faça a descrição pessoal, geralmente informando características físicas como: cor da pele, cor dos cabelos, se usa óculos ou outro acessório, vestimenta (parte de cima, caso seja online) e descrição do espaço onde se fazem as atividades.
- Fale em tom de voz usual à pessoa com limitações visuais. É comum as pessoas elevarem o tom de voz.
- Sempre que se afastar, avise a pessoa cega, pois ela pode não perceber a sua saída.
- Durante as atividades, utilize materiais com diferentes texturas, busque estimular os sentidos. Permita que a pessoa tenha percepções táteis nas atividades práticas.
- Nas atividades de campo, avise aos instrutores, guias e anfitriões que na turma há uma pessoa cega e pergunte se há a possibilidade de ela tatear os objetos para conhecimento.
- Não exclua ou impeça a pessoa cega de participar plenamente das atividades de campo e sociais, nem procure minimizar tal participação.
- Faça a audiodescrição de imagens, mapas, gráficos, vídeos, apresentações de slides ou outro conteúdo visual presentes nas atividades.
- Utilize sempre que necessário: lupas, reglete (régua com linhas de retângulo correspondentes à cela braile), textos e materiais em braile, punção (espécie de lápis) para escrita em braile e sorobã. Esses recursos favorecem o processo de aprendizagem da pessoa.
- Verifique a iluminação do ambiente em que a pessoa se encontra durante as atividades pedagógicas.
- Dê alternativas de cores para pessoas daltônicas; não se refira à cor como único meio de informação.
- Possibilite tempo maior para que as pessoas possam realizar as atividades e avaliações.

- Peça ajuda (ou auxílio) às pessoas com limitações visuais na criação de materiais adaptados. Elas têm experiência de vida escolar e podem lhe indicar os melhores caminhos.
- Descreva as cores para pessoas com cegueira. Cada pessoa tem experiências diferentes sobre o significado das cores.

3.2.2 Apoio Digital

No Quadro 7 são apresentadas algumas orientações no apoio ao uso de recursos digitais a pessoas com limitação visual.

Quadro 7 – Orientações no apoio ao uso de recursos digitais a pessoas com limitação visual

- Aplique um bom contraste nas atividades impressas e digitais. Utilize o programa Colour Contrast Analyser, que pode ser baixado gratuitamente (os recursos desse programa atendem a diretriz de acessibilidade digital da web do critério de contraste [WCAG](#)):
 - Link: [download de Colour Contrast Analyser](#).
- Permita a utilização de recursos tecnológicos como: computador/tablet/smartphone, gravador, arquivo em formato digital (texto, slide, filme), ampliação da fonte (tamanho da letra), audiodescrição em conteúdo visual (vídeos, imagens, mapas, gráficos, entre outros). Para a leitura de textos em sites, utilize os aplicativos de leitura em voz alta:
 - Link: [Instruções de uso da Leitura em Voz Alta para navegador Microsoft Edge](#).
 - Link: [Instalação do Screen Reader para navegador Google Chrome](#).
- Identifique com a equipe especializada os recursos de tecnologia assistiva para pessoas com baixa visão, como: programa ampliador de tela, teclado com teclas ampliadas/alto contraste; lente de aumento, lupa eletrônica, configuração de contraste, monitor grande, configurações de acessibilidade nos smartphones, entre outros¹⁴.
- Identifique com a equipe especializada os recursos de tecnologia assistiva para pessoas com cegueira, tais como: leitor de tela, linha de braile, teclado em braile, impressora braile, impressora em relevo, descrição de imagem não textual, configurações de acessibilidade nos smartphones, entre outros¹⁵.

¹⁴ A. Sonza, B. Salton e J. A. Strapazzon, *op. cit.*

¹⁵ *Idem, ibidem.*

3.3 Pessoas com Limitações Auditivas

No Decreto nº 3.298 de 20 de dezembro de 1999 da legislação brasileira, cita-se o conceito de deficiência auditiva, conforme segue: “Art. 4º – Deficiência auditiva – perda bilateral, parcial ou total, de quarenta e um decibéis (dB) ou mais, aferida por audiograma nas frequências de 500HZ, 1.000HZ, 2.000Hz e 3.000Hz”¹⁶.

A deficiência auditiva é a perda parcial ou total da audição, causada por má-formação (causa genética) ou lesão nas estruturas que compõem o aparelho auditivo. É classificada de acordo com a quantidade de incapacidade de decibéis¹⁷:

- **Leve:** existe dificuldade em compreender a fala humana ou o tique-taque do relógio.
- **Moderada e severa:** tem dificuldades de ouvir o telefone tocando ou ruídos de máquinas; há a necessidade do uso de aparelho ou prótese auditiva e, em alguns casos, torna-se necessário o uso da língua de sinais para a comunicação.
- **Profunda:** neste caso poderá ter dificuldade para ouvir o ruído de caminhão, o ruído de avião decolando; torna-se necessário o uso de técnicas de leitura labial e de língua de sinais para a comunicação.

Língua Brasileira de Sinais (Libras): A Lei nº 10.098/2000 estabelece normas gerais e critérios básicos para a promoção da acessibilidade das pessoas com deficiência. Entre os apontamentos, está a necessidade da garantia da acessibilidade comunicacional para o surdo por meio da Língua Brasileira de Sinais (Libras) ou outros meios de tradução da informação sonora, como a legendagem e leitura labial¹⁸.

O Decreto nº 5.626/2005 regulamenta a lei que dispõe sobre a Língua Brasileira de Sinais (Libras) e o artigo 18 da Lei nº 10.089 que dispõe sobre a formação de profissionais intérpretes¹⁹.

Tipos de comunicação: surdos sinalizados/sinalizantes (usam a Libras como língua materna); surdos oralizados (usam o português como língua materna); surdos implantados (portam implante coclear); surdos bilíngues (usam as duas formas de comunicação, Libras e português); ensurdecidos (surdez em decorrência do envelhecimento).

16 Brasil. Decreto n. 3.298, de 20 de dezembro de 1999. Dispõe sobre a Política Nacional para a Integração da Pessoa Portadora de Deficiência, consolida as normas de proteção, e dá outras providências. Brasília, 1999.

17 Brasil, *Saberes e Práticas da Inclusão. Desenvolvendo Competências para o Atendimento às Necessidades Educacionais Especiais de Pessoas Surdos*, Brasília, Secretaria de Educação Especial Brasília, Ministério da Educação.

18 Brasil. Lei n 10.098, de 19 de dezembro de 2000. Normas gerais e critérios básicos para a promoção da acessibilidade das pessoas portadoras de deficiência ou com mobilidade reduzida, e dá outras providências. Brasília, 2000.

19 Brasil. Decreto n. 5.626, de 22 de dezembro de 2005. Dispõe sobre a Língua Brasileira de Sinais – Libras, e o art. 18 da Lei nº 10.098, de 19 de dezembro de 2000. Brasília, 2000.

3.3.1 Sala de Aula

No Quadro 9 são apresentadas algumas orientações pedagógicas em sala de aula, trabalhos e atividades avaliativas, visando acolhimento e melhores condições de ensino a pessoas com alguma limitação auditiva.

Quadro 9 – Orientações gerais pedagógicas no trato a pessoas com limitação auditiva

- Aproxime-se, acolha, converse, conheça as limitações e necessidades da pessoa.
- Não é correto dizer que alguém é surdo-mudo. Pessoas surdas geralmente não falam porque não aprenderam a falar; algumas fazem leitura labial, outras usam a Libras.
- Fale pausadamente e olhe diretamente para a pessoa surda, pois algumas fazem leitura labial. É importante que a comunicação verbal seja clara, num tom de voz normal e com boa pronúncia.
- Enquanto estiver conversando, mantenha sempre contato visual. Se você desviar o olhar, a pessoa surda pode achar que a conversa terminou.
- A Libras é a língua principal do surdo, e não o português. Evite exigir a excelência do português nas atividades; valorize a língua materna do surdo.
- É aconselhável que a pessoa surda oralizada sente ou fique o mais próximo possível do profissional nas atividades pedagógicas. Isso facilitará a leitura labial e/ou a captação de estímulos sonoros.
- É aconselhável que a pessoa com audição unilateral se posicione de maneira que o ouvido sem audição fique virado para a parede e o ouvido com menos perda auditiva para o profissional e demais colegas.
- Opte por salas e espaços com ambiente com poucos ruídos externos, para melhor entendimento e utilização dos recursos auditivos.
- Durante as atividades, explore a linguagem visual, por exemplo, com mapas mentais, diagramas com figuras, fluxogramas, gráficos.
- Disponibilize recursos em Libras e a utilização da escrita na elaboração das atividades e avaliações.
- A(o) intérprete não é responsável pelo processo de ensino e aprendizado da pessoa surda. Disponibilize o plano de ensino, planos de aulas e materiais a serem utilizados nas aulas antecipadamente à(o) intérprete.
- Por conta da dificuldade linguística, muitos surdos não conseguem anotar e se comunicar ao mesmo tempo. Dê um tempo maior para que concluam suas anotações.

3.3.2 Apoio Digital

No Quadro 10 são apresentadas algumas orientações no apoio ao uso de recursos digitais a pessoas com limitação auditiva.

Quadro 10 – Orientações no apoio ao uso de recursos digitais a pessoas com limitação auditiva

- Utilize legendagem em materiais audiovisuais.
- Permita que a pessoa tire fotos do quadro ou tenha acesso aos slides do material das atividades, para que possa consultar e estudar em horário oportuno.
- Se possível, disponibilize os textos, referências e slides que são utilizados na aula antecipadamente à pessoa.
- Permita, quando solicitado, a gravação do áudio das aulas. Os arquivos podem ser transcritos posteriormente por meio de softwares específicos de acessibilidade, por exemplo, o aplicativo [Transcrição Instantânea](#).
- Utilize o recurso de legenda simultânea para pessoas que necessitam desse recurso. Seguem duas sugestões:
 - Link: [instruções de uso da Legenda Automática do Microsoft Power Point](#).
 - Link: uso do [Web Captioner](#).
- Identifique com a equipe especializada os recursos de tecnologia assistiva para pessoas com perda auditiva ou surdez, como: avatares de Libras ([Vlibras](#)), aplicativos de transcrição de áudio para texto, legendagem, uso de imagem em atividades impressas, dicionário de Libras eletrônico ([Ines](#)), configurações de acessibilidade nos smartphones²⁰.

3.4 Pessoas com Limitações Intelectuais

No Decreto nº 3.298 de 1999 da legislação brasileira, cita-se o conceito de deficiência intelectual, conforme segue:

Art. 4º – Deficiência intelectual – funcionamento intelectual significativamente inferior à média, com manifestação antes dos dezoito anos e limitações associadas a duas ou mais áreas de habilidades adaptativas, tais como: a) comunicação; b) cuidado pessoal; c) habilidades sociais; d) utilização da comunidade; d) utilização dos recursos da comunidade; e) saúde e segurança; f) habilidades acadêmicas; g) lazer; e h) trabalho²¹.

²⁰ A. Sonza, B. Salton e J. A. Strapazzon, *op. cit.*

²¹ Brasil. Decreto n. 3.298, de 20 de dezembro de 1999. Dispõe sobre a Política Nacional para a Integração da Pessoa Portadora de Deficiência, consolida as normas de proteção, e dá outras providências.

São diversos os tipos de deficiência intelectual, tais como: síndrome do X frágil, síndrome de Down, síndrome de Prader-Willi, síndrome de Angelman, síndrome de Williams.

3.4.1 Sala de Aula

No Quadro 12 são apresentadas algumas orientações pedagógicas em sala de aula, trabalhos e atividades avaliativas, visando acolhimento e melhores condições de ensino a pessoas com alguma limitação intelectual.

Quadro 12 – Orientações gerais pedagógicas no trato a pessoas com limitação intelectual

- Aproxime-se, acolha, converse, conheça as limitações e necessidades da pessoa.
- Compreenda a deficiência intelectual e a doença mental – elas são diferentes. Pessoas que possuem deficiência intelectual têm déficit no desenvolvimento e pessoas com doença mental têm transtornos de ordem psicológica ou psiquiátrica.
- Trate a pessoa com deficiência intelectual de acordo com a sua idade cronológica; não a infantilize ou a superproteja.
- Não exclua ou impeça a pessoa de participar plenamente das atividades de campo e sociais, nem procure minimizar tal participação.
- Aproxime-se da pessoa que considere extremamente tímida e com dificuldade de comunicação em sua disciplina. A iniciativa do profissional pode facilitar na superação de dificuldades de interação.
- Busque formas de avaliações criativas e instrumentos diversos para que possa atender as diferentes formas de manifestação da aprendizagem pela pessoa.
- Busque conversar com a pessoa e conhecer quais são suas necessidades educativas, como ela aprende; não se restrinja a laudos, diagnóstico ou rótulos.
- Busque estimular comportamentos e respostas positivas, além do avanço no desempenho acadêmico da pessoa.
- Fale com calma e clareza ao discorrer sobre o conteúdo da disciplina. Mencione uma ideia de cada vez e perceba se a pessoa compreendeu para seguir com novas orientações.
- Posicione-se “olho no olho” e enfatize a presença para que se possa manter a atenção.
- Na comunicação com pessoas com limitações intelectuais, nunca finja que entendeu.
- Evite o uso de metáforas e tome cuidado com brincadeiras; explique com calma e detalhe para que a pessoa compreenda.

- Possibilite um tempo maior para que as pessoas possam realizar as atividades e avaliações. Verifique as adaptações necessárias que atendam ao pensamento da pessoa com deficiência intelectual.
- Valorize as diversas inteligências da pessoa (lógico-matemática, linguística, espacial, físico-cinestésica, interpessoal, intrapessoal, musical).
- Ao passar conceitos teóricos, complemente com recursos visuais como: imagens, mapas mentais, esquemas, diagramas, desenhos, vídeos.
- Verifique se as informações fizeram sentido à pessoa. Pessoas com deficiência intelectual podem demorar para entender; é necessário fazer associações de ideias com necessidades afetivas.

3.4.2 Apoio Digital

No Quadro 13 são apresentadas algumas orientações no apoio ao uso de recursos digitais a pessoas com limitação intelectual.

Quadro 13 – Orientações no apoio ao uso de recursos digitais a pessoas com limitação intelectual

- Em atividades em que a pessoa precise fazer anotações, permita que utilize gravador e tire fotos para registro de suas observações;
- Para a leitura de textos em sites, utilize os aplicativos:
 - Link: [Instruções de uso da Leitura em Voz Alta para navegador Microsoft Edge.](#)
 - Link: [Instalação do Screen Reader para navegador Google Chrome.](#)
- Identifique com a equipe especializada os recursos de tecnologia assistiva para pessoas com deficiência intelectual, tais como: linguagem simples e fácil, evitar parágrafos longos, calculadora, evitar objetos animados, conteúdo concreto, fornecer informações adicionais – imagens complementares, disponibilizar áudio em conteúdo de texto, descrever as imagens para melhor compreensão, aplicativos de voz, transcrição de textos, aplicativos que sinalizam tempo e criação de rotinas, recursos para leitura – foco, formatações de textos, tradução de metáforas, recursos utilizando a inteligência artificial, configurações de acessibilidade nos smartphones, entre outros²².

22 A. Sonza, B. Salton e J. A. Strapazzon, *op. cit.*

3.5 Pessoas com Surdocegueira

A surdocegueira é uma deficiência associada aos sentidos da visão e audição. A privação desses dois sentidos afeta o desenvolvimento da comunicação e linguagem, a autonomia, a mobilidade, o aprendizado, entre outros²³.

Tipos de surdocegueira: pessoas que são totalmente surdas e cegas; surdas e têm deficiência visual; têm perda auditiva e são cegas; com diversos comprometimentos parciais, mas que fazem uso de resíduo visual e auditivo.

Tipos de comunicação: língua de sinais tátil; alfabeto manual tátil; sistema braile tátil ou manual; escrita na palma da mão; método Tadoma; leitura labial; entre outras.

3.5.1 Sala de Aula

No Quadro 15 são apresentadas algumas orientações pedagógicas em sala de aula, trabalhos e atividades avaliativas, visando acolhimento e melhores condições de ensino a pessoas com surdocegueira.

Quadro 15 – Orientações gerais pedagógicas no trato a pessoas com surdocegueira

- Aproxime-se, acolha, converse, conheça as limitações e necessidades da pessoa.
- Identifique-se para a pessoa, mostrando seu objeto de referência, aproximando-se dela e permitindo que perceba, se você tem um perfume familiar, tocando-a levemente.
- Monitore a quantidade de luz para que o nível de iluminação (maior ou menor) seja adequado à necessidade da pessoa.
- Providencie materiais didáticos adequados, que em geral são visuais, auditivos ou a combinação dos dois: figuras, vídeos e áudios, filmes, materiais escritos e outros. As adaptações devem ser feitas nos materiais quanto: à cor, ao contraste, ao tamanho, ao ângulo e à distância.
- Conheça as formas de comunicação das pessoas com surdocegueira, especialmente a Libras e o sistema braile, as adaptações de currículo a serem realizadas para melhor compreensão e apropriação de seus conhecimentos.
- Identifique-se antes de iniciar a atividade com a pessoa e antecipe o que vai acontecer com ela ou comente o que já está sendo feito. Não transporte a pessoa de um lado a outro sem lhe dar pista do que vai acontecer.

23 F. A. A. Cader-Nascimento e S. R. Maia, *Educação Infantil: Saberes e Práticas da Inclusão: Dificuldades de Comunicação e Sinalização: Surdocegueira/Múltipla Deficiência Sensorial*, 4. ed., Brasília, MEC, Secretaria de Educação Especial, 2006.

- Transmita informação mediante o uso de alguma pista e espere um pouco. Aguarde o tempo que a pessoa precisa para processar a informação recebida.
- Apresente-se consistente em suas ações, ou seja, todos aqueles que interagem com a pessoa devem dar-lhe a mesma pista, da mesma forma e ocasião, para que ela possa compreender seu significado.
- Use expressões faciais como pista natural na comunicação com a pessoa que tenha algum resíduo visual. Mantenha a proximidade física e oriente a sua mão em direção ao rosto do profissional, para que ela possa perceber as expressões faciais realizadas por ele.

3.5.2 Apoio Digital

No Quadro 16 são apresentadas orientações no apoio ao uso de recursos digitais a pessoas com surdocegueira.

Quadro 16 – Orientações no apoio ao uso de recursos digitais a pessoas com surdocegueira

- Identifique com a equipe especializada os recursos de tecnologia assistiva para pessoas com surdocegueira, tais como: ampliadores de tela; leitores de tela; transcrição de texto; linha braile; configurações de acessibilidade nos smartphones²⁴.

3.6 Pessoas Neurodivergentes

A neurodiversidade refere-se ao desenvolvimento neurobiológico atípico de algumas pessoas. Pode-se afirmar que, se a pessoa apresenta características de funcionamento cerebral diferente do padrão da sociedade, ela pode ser considerado como neurodivergente. Pode-se citar algumas condições neurobiológicas diversas, como: transtorno do espectro do autismo (TEA), transtorno de déficit de atenção e hiperatividade (TDAH), dislexia, discalculia, disgrafia, disortografia, altas habilidades, entre outros.

Segundo Sena, sobre as pessoas neurodivergentes:

[...] é importante salientar que os indivíduos neurodivergentes não são desprovidos de inteligência, mas tem habilidades que se diferenciam das dos demais, o que não significa dizer que não são capacitados para desenvolver atividades como qualquer outro indivíduo

24 A. Sonza, B. Salton e J. A. Strapazzon, *op. cit.*

as desenvolve, no convívio social. Por esse motivo, trabalhar a inclusão social de indivíduos neurodivergentes é algo importantíssimo para que as barreiras sejam transpostas, quanto às diferenças²⁵.

3.6.1 Sala de Aula

No Quadro 18 são apresentadas algumas orientações pedagógicas em sala de aula, trabalhos e atividades avaliativas, visando acolhimento e melhores condições de ensino a pessoas neurodivergentes.

Quadro 18 – Orientações gerais pedagógicas no trato a pessoas neurodivergentes

- Aproxime-se, acolha, converse, conheça as limitações e necessidades da pessoa.
- Permita assentos preferenciais (próximo ao profissional e à lousa/quadro). Permita tempo extra para a resposta às questões e para completar os trabalhos escritos.
- Permita atividades alternativas, por exemplo, pedir que a pessoa prepare vídeos ou apresente bibliografias anotadas, em vez de relato por escrito.
- Verifique se a pessoa necessita de apoio visual, tal como destaques nos textos e nas folhas de exercícios, para que possa se concentrar no material mais importante, ou ofereça instruções tanto de forma oral quanto escrita.
- Permita que os testes sejam realizados em computador, quando possível.
- Permita métodos de avaliação alternativos, tais como: portfólio, apresentações orais ou em vídeo, peças, entre outros.
- Reduza a quantidade total do material a ser lido (por exemplo, o profissional destaca as passagens mais importantes).
- Devido às variações de necessidades de apoio, é importante consultar a equipe educacional especializada para orientações direcionadas a cada pessoa.

3.6.2 Apoio Digital

No Quadro 19 são apresentadas algumas orientações no apoio ao uso de recursos digitais a pessoas neurodivergentes.

25 E. T. L. Sena, *Dificuldades Comuns de Aprendizagem e Problemas de “Ensinar”*, Curitiba, Contentus, 2020, p. 10.

Quadro 19 – Orientações no apoio ao uso de recursos digitais a pessoas neurodivergentes

- Permita o uso de calculadora, computador, tablet e smartphones para apoio nas atividades.
- Providencie livros-texto gravados, audiolivros na internet ou em MP3.
- Permita que todo o texto ou partes dele sejam lidas para a pessoa, quando necessário.
- Evite usar fontes serifadas, como Times New Roman e Georgia, nas atividades impressas. Utilize fontes sem serifas, como Verdana e OpenDyslexic.
- Permita o uso de computadores para escanear ou “ler em voz alta” o material escrito. Para a leitura de textos em sites, utilize os aplicativos:
 - Link: [instruções de uso da Leitura em Voz Alta para navegador Microsoft Edge](#).
 - Link: [instalação do Screen Reader para navegador Google Chrome](#).
- Ofereça textos reescritos em linguagem mais simples. Ofereça alternativas ao texto, por exemplo, vídeos, áudios, mapas mentais, entre outros.
- Permita que a pessoa grave as tarefas, em vez de escrevê-las. Caso necessário, permita que as pessoas ditem seus trabalhos ao “escriba” (com frequência, um dos pais) ou que apresentem os relatos oralmente.
- Identifique com a equipe especializada os recursos de tecnologia assistiva para pessoas neurodivergentes, tais como: linguagem simples, evitar parágrafos longos, calculadora, evitar objetos animados, conteúdo concreto, fornecer informações adicionais e imagens complementares, disponibilizar áudio em conteúdo de texto, descrever as imagens para melhor compreensão, aplicativos de voz, transcrição de textos, aplicativos que sinalizam tempo e criação de rotinas (apoiar na memorização), recursos para leitura (foco), formatações de textos, tradução de metáforas, recursos de inteligência artificial, pranchas de comunicação alternativa, configurações de acessibilidade nos smartphones, entre outros)²⁶.

26 C. Smith e L. Strick, *Dificuldades de Aprendizagem de A-Z – Guia Completo para Educadores e Pais*, Porto Alegre, Penso, 2012; A. Sonza, B. Salton e J. A. Strapazzon, *op. cit.*

3.7 Pessoas com Limitações Múltiplas

No Decreto nº 3.298 de 20 de dezembro de 1999 da legislação brasileira, cita-se o conceito de deficiência múltipla, conforme segue: “Art. 4º – Deficiência múltipla – associação de duas ou mais deficiências”²⁷.

A deficiência múltipla envolve associações diversas em graus de intensidade muito variados. Por exemplo, pessoa que possui cegueira e paraplegia, deficiência intelectual e baixa visão, deficiência física e surdez, entre muitas outras associações. O comprometimento funcional de pessoas com deficiência múltipla irá depender de uma série de fatores. Dessa maneira, o trato e a forma de acesso ao digital e as barreiras encontradas no ambiente escolar irão depender do número de deficiências associadas e da natureza, intensidade e abrangência dessas associações.

Sugere-se ao profissional realizar as orientações descritas neste guia referentes às deficiências que a pessoa possua com apoio da equipe especializada para orientações mais direcionadas e estratégicas.

Considerações Finais

As práticas pedagógicas utilizando recursos tecnológicos nas atividades acadêmicas auxiliam para que as pessoas tenham autonomia e independência em suas autorias e estudos. Por isso, é importante que os profissionais tenham conhecimento amplo de aplicativos, programas, *sites*, recursos digitais, tecnologias assistivas que apoiem pessoas com alguma limitação no seu desenvolvimento. Com o recurso de tecnologia assistiva, estratégias inclusivas e o apoio dos profissionais envolvidos, qualquer pessoa pode avançar em seus estudos e práticas pedagógicas.

As práticas efetivas em acessibilidade e inclusão consistem em conhecer as diferentes formas e preferências de aprendizado das pessoas, respeitando e valorizando suas potencialidades, sabendo que cada pessoa tem seu modo singular de acessar, criar e compreender o conhecimento. Por isso, a avaliação e as atividades propostas demandam a aplicação de estratégias e ferramentas diversificadas, considerando as características de cada pessoa e lembrando que este processo acontece a pessoas com ou sem limitações. O respeito ao ritmo e tempo de aprendizagem faz com que a pessoa se sinta incluída, confiante em realizar suas criações e motivada e valorizada no processo de seu aprendizado.

27 Brasil. Decreto n. 3.298, de 20 de dezembro de 1999. Dispõe sobre a Política Nacional para a Integração da Pessoa Portadora de Deficiência, consolida as normas de proteção, e dá outras providências. Brasília, 1999.

Referências Bibliográficas

- [“ACESSIBILIDADE aos sites e aplicativos brasileiros”](#). Bigdatacorp, São Paulo, 26 jul. 2021. Acesso em: 5 ago. 2022.
- BRASIL. [Decreto n. 3.298, de 20 de dezembro de 1999](#). Dispõe sobre a Política Nacional para a Integração da Pessoa Portadora de Deficiência, consolida as normas de proteção, e dá outras providências. Brasília, 1999. Acesso em: 27 jul. 2022.
- _____. [Decreto n. 6.949, de 25 de agosto de 2009](#). Promulga a Convenção Internacional dos Direitos das Pessoas com Deficiência e seu Protocolo Facultativo, assinados em Nova York, em 30 de março de 2007. Brasília, 2009. Acesso em: 27 jul. 2022.
- _____. [Decreto n. 5.626, de 22 de dezembro de 2005](#). Dispõe sobre a Língua Brasileira de Sinais – Libras, e o art. 18 da Lei nº 10.098, de 19 de dezembro de 2000. Brasília, 2000. Acesso em: 27 jul. 2022.
- _____. [Decreto n. 10.645, de 11 de março de 2021](#). Dispõe sobre as diretrizes, os objetivos e os eixos do Plano Nacional de Tecnologia Assistiva. Brasília, 2021. Acesso em: 27 jul. 2022.
- _____. [Formação Continuada a Distância de Professores para o Atendimento Educacional Especializado-Deficiência Física](#). Brasília, 2007. Acesso em: 31 jul. 2022.
- _____. [Lei n. 10.098, de 19 de dezembro de 2000](#). Normas gerais e critérios básicos para a promoção da acessibilidade das pessoas portadoras de deficiência ou com mobilidade reduzida, e dá outras providências. Brasília, 2000. Acesso em: 27 jul. 2022.
- _____. [Lei n. 13.146, de 6 de junho de 2015](#). Institui a Lei Brasileira de Inclusão da Pessoa com Deficiência (Estatuto da Pessoa com Deficiência). Brasília, 2015. Acesso em: 27 jul. 2022.
- _____. [Portaria n. 400/2009, de 16 de novembro de 2009](#). Política Nacional da Saúde da Pessoa com Deficiência. SUS/2009. Acesso em: 31 jul. 2022.
- _____. [Portaria n. 948/2007, de 7 de janeiro de 2008. Política Nacional de Educação Especial na Perspectiva da Educação Inclusiva](#). MEC/Seesp/2008. Acesso em: 27 jul. 2022.
- _____. [Saberes e Práticas da Inclusão. Desenvolvendo Competências para o Atendimento às Necessidades Educacionais Especiais de Pessoas Cegas e de Pessoas com Baixa Visão](#). Brasília, Secretaria de Educação Especial, Ministério da Educação, 2006. Acesso em: 31 jul. 2022.
- _____. [Saberes e Práticas da Inclusão. Desenvolvendo Competências para o Atendimento às Necessidades Educacionais Especiais de Pessoas com Deficiência Física/Neuro-Motora](#). Brasília, Secretaria de Educação Especial, Ministério da Educação, 2006. Acesso em: 31 jul. 2022.
- _____. [Saberes e Práticas da Inclusão. Desenvolvendo Competências para o Atendimento às Necessidades Educacionais Especiais de Pessoas Surdos](#). Brasília, Secretaria de Educação Especial Brasília, Ministério da Educação, 2006. Acesso em: 27 jul. 2022.
- CADER-NASCIMENTO, F. A. A. & MAIA, S. R. *Educação Infantil: Saberes e Práticas da Inclusão: Dificuldades de Comunicação e Sinalização: Surdocegueira/Múltipla Deficiência Sensorial*. 4. ed. Brasília, MEC, Secretaria de Educação Especial, 2006.
- JACOBS, I. (ed.). [“About the World Wide Web Consortium”](#). World Wide Web Consortium, 2005. Acesso em: 22 jul. 2022.
- SASSAKI, R. K. “Como Chamar as Pessoas que Têm Deficiência?” In: *Vida Independente: História, Movimento, Liderança, Conceito, Filosofia e Fundamentos*. São Paulo, RNR, 2003, pp. 12-16.
- SENA, E. T. L. *Dificuldades Comuns de Aprendizagem e Problemas de “Ensinar”*. Curitiba, Contentus, 2020.
- SMITH, C. & STRICK, L. *Dificuldades de Aprendizagem de a-z – Guia Completo para Educadores e Pais*. Porto Alegre, Penso, 2012.

SONZA, A.; SALTON, B. & STRAPAZZON, J. A. [*Soluções Acessíveis: Experiências Inclusivas no IFRS*](#). Rio Grande do Sul, [s.n.], 2014. Acesso em: 20 jul. 2022.

Links Citados no Capítulo para Consulta

[Leitura Avançada – Microsoft Word, OneNote.](#)

[WCAG – Diretrizes de Acessibilidade para Conteúdo Web \(WCAG\) 2.1.](#)

[Download – Colour Contrast Analyser.](#)

[Leitura em Voz Alta – para navegadores Microsoft Edge.](#)

[Screen Reader – para navegadores Google Chrome.](#)

[Transcrição instantânea.](#)

[Legenda Automática – Microsoft Power Point.](#)

[Web Captioner.](#)

[Vlibras.](#)

[Ines.](#)

Organizadores



Andréa Borges Bióloga, especialista em Ecologia e em Elaboração e Gerenciamento de Projetos para a Gestão Municipal de Recursos Hídricos. Mestranda em Ensino das Ciências Ambientais. Gerente Técnica no Consórcio Intermunicipal das Bacias dos Rios Piracicaba, Capivari e Jundiaí.



Ariane Baffa Lourenço Licenciada em Ciências Exatas, Mestre e Doutora em Educação. Pós-doutoranda no Centro de Síntese USP Cidades Globais-Instituto de Estudos Avançados (Polo São Carlos/USP) e Pesquisadora do Programa de Pós-Graduação em Rede Nacional para Ensino das Ciências Ambientais (ProfCiAmb).



Gérsica Moraes Nogueira da Silva Bacharel em Ciências Biológicas e Mestre em Ecologia, Universidade Federal Rural de Pernambuco. Gestora Ambiental, Instituto Federal de Pernambuco. Doutora em Engenharia Civil, Universidade Federal de Pernambuco. Pós-doc do Centro de Síntese USP Cidades Globais, IEA-USP, Polo São Carlos. Analista ambiental no Sesc Pernambuco.



Tadeu Fabricio Malheiros Engenheiro civil e ambiental, doutorado em saúde pública. Atualmente é professor da Escola de Engenharia de São Carlos da Universidade de São Paulo, e está como coordenador da Rede ProfCiAmb. Foco de suas pesquisas são em avaliação de sustentabilidade.



Vinicius Perez Dictoro Pós-Doutorando pelo Instituto de Estudos Avançados – IEA da Universidade de São Paulo – USP, bolsista PRCEU/USP. Doutorado e Mestrado em Ciências Ambientais pela Universidade Federal de São Carlos – UFSCar. Bacharel em Gestão e Análise Ambiental na UFSCar.

Prefaciador



José Galizia Tundisi Graduado em História Natural, Universidade de São Paulo. Especialista em Ecologia e Limnologia, com ênfase em Gerenciamento e Recuperação de Ecossistemas Aquáticos. Mestre em Oceanografia, University of Southampton. Doutor em Ciências Biológicas, Universidade de São Paulo. Professor titular aposentado, Universidade de São Paulo. Presidente do Instituto Internacional de Ecologia e Gerenciamento Ambiental (IIEGA). Pesquisador do Instituto Internacional de Ecologia (IIE). Professor convidado do Instituto de Estudos Avançados (IEA), Universidade de São Paulo. Membro titular da Academia Brasileira de Ciências. Membro da Academia Mundial de Artes e Ciências e da Academia de Ciências de Países em Desenvolvimento. Representante do Brasil no Water Committee do Interamerican Network of Academies of Sciences (IANAS). Professor do Curso de Pós-graduação em Ecologia e Recursos Naturais, Universidade Federal de São Carlos. Secretário Municipal de Meio Ambiente, Ciência e Tecnologia e Inovação da Prefeitura Municipal de São Carlos, São Paulo.

Autores

Ana Paula Zanoli Pinheiro Graduação em Licenciatura em Pedagogia pela Universidade de Franca e Licenciatura em Ciências Biológicas pela Universidade de Uberaba. Especialização em Saneamento Ambiental – Instituto Federal do Triângulo Mineiro – e em Ensino de Ciências por Investigação – Universidade Federal de Minas Gerais. Mestranda no Programa de Pós-Graduação em Educação em Ciências e Matemática (PPGECM) da Universidade Federal do Triângulo Mineiro (UFTM). Membro do Grupo de Estudo e Pesquisa em Educação Não Formal e Ensino de Ciências (GENFEC). Professora de Ciências do Ensino Fundamental na rede municipal de ensino de Uberaba, Minas Gerais, onde atualmente atua como gestora da Escola Municipal Professora Stella Chaves.

Cristiane de Paula Ferreira Licenciatura em Ciências Biológicas pela UNESP. Mestrado e Doutorado em Biologia Animal pela UNESP. Atualmente Professora Associada II na Universidade Federal do Pará, Faculdade de Oceanografia, e docente permanente do ProfCiAmb-Associada UFPA.

Deysianne Cristina Santos da Silva Graduação em Pedagogia pela Universidade Federal de Pernambuco – CAA. Mestranda em Rede Nacional em Gestão e Regulação de Recursos Hídricos – ProfÁgua pela UFPE. Professora do ensino fundamental no município de Caruaru – PE.

Fabiane Cattai da Silva Bacharel em Ciências da Computação, Universidade de São Caetano do Sul – USCS. Especialista em Educação para Pessoas com Deficiência. Mestranda em Tecnologias Emergentes na Educação, MUST University, Flórida – EUA. Fundadora e Gestora de Projetos em Acessibilidade Digital, Interacessibilidade.

Frederico Yuri Hanai Possui pós-doutorado pelo Instituto de Ciências e Tecnologias Ambientais da Universidade Autônoma de Barcelona, Espanha (ICTA/UAB) e pós-doutorado pelo Centro de Recursos Hídricos e Estudos Ambientais (CRHEA) da Escola de Engenharia de São Carlos da Universidade de São Paulo (EESC/USP). Doutor em Ciências da Engenharia Ambiental, Mestre em Hidráulica e Saneamento, Especialista em Educação Ambiental e Recursos Hídricos, Engenheiro Mecânico pela Universidade de São Paulo (EESC/USP) e Especialista em Ecoturismo, Educação e Interpretação Ambiental pela Universidade Federal de Lavras (UFLA). Docente do Departamento de Ciências Ambientais da Universidade Federal de São Carlos (UFSCar) do campus São Carlos-SP.

Gilson Lima da Silva Graduado em Engenharia Química, Universidade Federal de Pernambuco – UFPE. Mestre em Ciência do Solo, Universidade Federal Rural de Pernambuco – UFRPE. Doutor em Engenharia Química, Universidade Estadual de Campinas – Unicamp. Professor permanente do Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil e Ambiental da UFPE – PPGECAAM e do Programa de Pós-Graduação em Gestão e Regulação de Recursos Hídricos – Polo UFPE.

Henrique Ortêncio Filho Docente do Departamento de Ciências da Universidade Estadual de Maringá e docente permanente do Mestrado Profissional em Rede Nacional para Ensino das Ciências Ambientais (ProfCiAmb). É licenciado e bacharel em Ciências Biológicas e doutor em Ciências pela Universidade Estadual de Maringá.

Izabel Cristina Bruno Bacellar Zaneti Graduação em Pedagogia, Pontifícia Universidade Católica RS. Mestre em Educação, Universidade de Brasília, Doutora em Desenvolvimento Sustentável, Universidade de Brasília. Professora do Centro de Desenvolvimento Sustentável-UnB – Associada ProfCiAmb, Brasília-DF.

Jair Gonçalves da Silva Bacharel e Licenciado em Geografia, Universidade de Brasília – UnB. Especialista em Geoprocessamento e em Educação na Diversidade com Ênfase na Educação de Jovens e Adultos, UnB. Mestre em Ensino das Ciências Ambientais – UnB (ProfCiamb). Especialista em Regulação de Recursos Hídricos e Saneamento Básico da Agência Nacional de Águas e Saneamento Básico – ANA e Professor de Geografia da Secretaria de Estado de Educação do Distrito Federal – SEEDF.

João José Assumpção de Abreu Demarchi Engenheiro Agrônomo (Esalq/USP), mestre em Ciência Animal e Pastagens (Esalq/USP). Doutor em Ciências Biológicas – Microbiologia Aplicada (Unesp/Rio Claro). Especialista em Gestão de Recursos Hídricos (EEP/Fumep) e Especialista em Educação Ambiental (Esalq/USP). Coordenador da Câmara Técnica de Proteção e Conservação dos Recursos Naturais dos Comitês de Bacias PCJ. Pesquisador Científico do Instituto de Zootecnia (IZ/APTA/SAA). Nova Odessa, São Paulo.

José Floro de Arruda Neto Bacharel em Engenharia Civil, Universidade Federal de Pernambuco. Mestrando em Engenharia Civil e Ambiental, na sub-linha de Sustentabilidade Ambiental, Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil e Ambiental PPGEAM, Universidade Federal de Pernambuco, Campus Acadêmico do Agreste UFPE-CAA.

José Vitor Silva Aragão Possui graduação em Engenharia de Produção pela Universidade Federal de Pernambuco – UFPE (2022). Foi servidor público da Autarquia de Urbanização e Meio Ambiente de Caruaru – URB (2021-2022). Tem experiência na área de engenharia de produção e meio ambiente, com ênfase em gestão de riscos, gestão ambiental, análise de ciclo de vida e educação ambiental. Atualmente cursa o mestrado em Engenharia Civil e Ambiental pela Universidade Federal de Pernambuco – UFPE. Também é pesquisador do Grupo de Gestão Ambiental Avançada – GAMA do Laboratório de Engenharia de Sustentabilidade – LES na área de Tecnologia Ambiental, na cidade de Caruaru-PE.

Lélia Adriana Daher Cavalcante Mestranda em Educação, pelo Programa de Pós-Graduação em Educação da Universidade Federal do Triângulo Mineiro (PPGE-UFTM), sob a orientação do Prof. Dr. Pedro Donizete Colombo Júnior. Graduação em Pedagogia pelo Centro Universitário de Brasília (UnICEUB) e com especializações Lato Sensu: Psicopedagogia, Universidade Gama Filho (UGF); Orientação Educacional, Faculdade Phênix de Ciências Humanas e Sociais do Brasil (ASSESB) e, Inspeção Escolar e Supervisão Escolar, FAVENI-Faculdade Venda Nova do Imigrante. Coordenadora Pedagógica da Secretaria Municipal de Educação (SEMED) de Uberaba/MG. Integrante do Grupo de Estudo e Pesquisa em Educação Não Formal e Ensino de Ciências (GENFEC).

Lupercio Zirolto Antonio Engenheiro Civil, Diretor de Engenharia e Obras do DAEE, Governador Honorário do Conselho Mundial da Água, Presidente da Rede Brasil de Organismos de Bacias Hidrográficas – REBOB e Secretário Técnico Permanente da Rede Latino Americana de Organismos de Bacias Hidrográficas RELOB. Especialista, Consultor e autor de Projetos na área de Saneamento Básico e Ambiental com ênfase em Gestão Integrada e Planejamento de Recursos Hídricos.

Marcelo Soares Ribeiro Filho Licenciado e bacharel em Ciências Biológicas pela Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz – USP. Mestrando na área de gamificação e formação de professores no Programa Interunidades de Pós-Graduação em Ecologia Aplicada (PPGI – EA – USP), sob orientação da Profª Drª Vânia G. Massabni. Foi bolsista do Programa Unificado de Bolsas e Residência Pedagógica/Capes na graduação com projetos de ensino e meio ambiente.

Maria do Carmo Martins Sobral Graduação em Engenharia Civil, Universidade Federal de Pernambuco. Mestra em Engenharia Civil, University of Waterloo. Doutora em Saneamento Ambiental, Technische Universitat Berlin. Professora titular do Departamento de Engenharia Civil e Ambiental. Docente permanente dos Programas de Pós-graduação da Universidade Federal de Pernambuco em: Engenharia Civil na área de tecnologia e gestão ambiental; Desenvolvimento e Meio Ambiente (Rede Prodema); Mestrado Profissional em Gestão e Regulação das Águas (ProfÁgua).

Mariza Barion Romagnolo Graduada em Ciências Biológicas pela Universidade Estadual de Maringá. Doutora em Ecologia de Ambientes Aquáticos Continentais pela Universidade Estadual. Professora e Pesquisadora da Universidade Estadual de Maringá. Associada ProfCiAmb Maringá-PR.

Pedro Donizete Colombo Junior Docente na Universidade Federal do Triângulo Mineiro (UFTM), em Uberaba-MG. Pós-doutor em Educação pela Faculdade de Educação da USP e, Doutor em Ensino de Física pelo Programa de Pós-Graduação Interunidades em Ensino de Ciências da USP, São Paulo-SP. Licenciado em Ciências Exatas na USP, São Carlos-SP. Atua como docente permanente e orientador nos Programa de Pós-Graduação em Educação e Programa de Pós-Graduação em Educação em Ciências e Matemática, ambos da UFTM. É líder do Grupo de Estudo e Pesquisa em Educação Não Formal e Ensino de Ciências (GENFEC).

Renata Maria Caminha Mendes de Oliveira Carvalho Doutora em Engenharia Civil (2009) na área de Tecnologia Ambiental e Recursos Hídricos, com ênfase em Gestão Ambiental, pela UFPE. Engenharia Agrônoma pela UFRPE (1989). Coordenadora do Programa de Pós-Graduação em Gestão Ambiental do IFPE, no período de 2013 a 2019 e desde setembro de 2021. Representante do IFPE no Comitê da Bacia Hidrográfica do Rio Capibaribe e no Conselho Estadual de Recursos Hídricos (CRH) de Pernambuco.

Renata Rozendo Maranhão Especialista em Regulação de Recursos Hídricos e Saneamento Básico da ANA, onde atua como Coordenadora de Capacitação do Singreh e do Setor do Saneamento. Mestre em Ciências Florestais, Especialista em Gestão Pública e Graduada em Engenharia Florestal. Tem dezoito anos de experiência na elaboração e implementação de políticas públicas de educação e capacitação em meio ambiente e recursos hídricos.

Rosa Maria Dias Graduação em Ciências Biológicas, Universidade Estadual de Maringá. Mestre e Doutora em Ciências Ambientais pelo Programa de Pós-Graduação em Ecologia de Ambientes Aquáticos Continentais, Universidade Estadual de Maringá. Pesquisadora do Programa Nacional de Pós-Doutorado (PNPD/Capes) na Universidade Estadual de Maringá, Maringá/PR.

Silvana Paula Valdevino da Silva Graduada em Ciências Biológicas Bacharelado (2003) e licenciatura (2011) pela Universidade Federal de Pernambuco. Mestrado em Gestão Ambiental pelo Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Pernambuco (2022). Especialização em Engenharia Ambiental e Saneamento pela Universidade Estácio de Sá (2019). Atuou como Gestora do Parque Estadual de Dois Irmãos e na Secretaria de Meio Ambiente e Sustentabilidade de Pernambuco (2009 a 2014). Coordenou projetos na área socioambiental na condução de uma Organização Social (2014-2016). Foi Diretora de Fiscalização Ambiental da Agência Estadual de Meio Ambiente – CPRH (2019-2022).

Solana Meneghel Boschilia Graduação em Licenciatura e Bacharelado em Ciências Biológicas, na Universidade Estadual de Maringá – UEM. Especialista em Biologia Aquática e Mestre em Ciências Ambientais, ambos pelo Núcleo de Pesquisas em Limnologia, Ictiologia e Aquicultura da Universidade Estadual de Maringá-UEM-PR. Doutora em Ecologia pela Universidade Federal do Rio Grande do Sul – UFRGS. Professora Adjunta da Faculdade de Oceanografia da Universidade Federal do Pará – UFPA.

Suraya Modaelli Engenheira Civil, especialista em Planejamento e Gestão de Bacias Hidrográficas, é bacharel em Administração e em Comunicação Social. Atua há muitos anos em colegiados do Sistema Integrado de Gerenciamento de Recursos Hídricos, sendo atualmente Secretária do Comitê da Bacia Hidrográfica do Rio Paranapanema e da Rede Brasil de Organismos de Bacias. É técnica do Departamento de Águas e Energia Elétrica, órgão gestor do Estado de São Paulo.

Vânia Galindo Massabni Professora Doutora da Universidade de São Paulo, campus da ESALQ – Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiróz. Possui graduação em Ciências Biológicas, Mestrado em Ensino de Ciências e Doutorado em Educação Escolar, todos pela UNESP, e pós-doutorado pela Universidade do Minho (Portugal). Docente orientadora da Associada ProfCiAmb USP, São Carlos, São Paulo.

Vinicius Perez Dictoro Pós-Doutorando pelo Instituto de Estudos Avançados – IEA da Universidade de São Paulo – USP, bolsista PRCEU/USP. Possui Doutorado e Mestrado em Ciências Ambientais pelo programa de Pós-Graduação em Ciências Ambientais da Universidade Federal de São Carlos – UFSCar, formado no curso de graduação Bacharelado em Gestão e Análise Ambiental na UFSCar. Membro da rede WATERLAT-GOBACIT, rede inter e transdisciplinar de ensino, pesquisa e intervenção nos campos da política e da gestão da água.

Vivyanne Graça Mello de Oliveira Servidora da Agência Nacional de Águas e Saneamento Básico – ANA desde o ano de 2010 até os dias atuais, atua com educação e capacitação para gestão das águas. Possui graduação em Engenharia Florestal pela Universidade Federal de Lavras (2004) e mestrado em Manejo e Conservação dos Recursos Florestais pela Universidade de Brasília (2006). Teve experiência profissional no Ibama com Emergência Ambiental (de 2007 a 2010) e no Incra com as questões ambientais de assentamentos da reforma agrária (2006 a 2007), em ambas as instituições como servidora efetiva. Atualmente está cursando o 9º período da graduação em psicologia, o que vem contribuindo muito com a atuação profissional como Especialista da ANA, sobretudo nas ações de educação presencial e a distância (EaD). Nessa área, recentemente concluiu uma especialização em Neuropsicologia (2021).

Colaboradores

Allan Machado Consultor em audiodescrição. Curso técnico em teatro e informática. Cursando Ciências da Computação pela Estácio, atuando como Consultor em acessibilidade digital.

Carolina Bednarek Sobral Mestra e graduada em História pela Universidade de São Paulo. Tem especialização em design editorial (Senac-SP) e formação em Produção Editorial (LabPub).

Eldes de Paula Oliveira Bacharel em Ciências da Computação pela USP. Especialista em desenvolvimento para dispositivos móveis, pelo Instituto Federal de São Paulo. Designer gráfico e ilustrador, com mais de dezoito anos de experiência no mercado de Didáticos, Literatura Infantil e Juvenil, Editorial e de Publicidade. Sócio-fundador da agência de criação Frux Design www.eldes.com.

Fabiane Cattai da Silva Bacharel em Ciências da Computação, Universidade de São Caetano do Sul – USCS. Especialista em Educação para Pessoas com Deficiência. Mestranda em Tecnologias Emergentes na Educação, MUST University, Flórida – EUA. Fundadora e Gestora de Projetos em Acessibilidade Digital, Interacessibilidade.

Gabriela Vansan Licenciatura em Pedagogia, pela Universidade de Ribeirão Preto – Unaerp. Especialista em Audiodescrição pela PUC-Minas. Mestranda no Programa de Mestrado Profissional em Ensino na Temática da Deficiência Visual, pelo Instituto Benjamin Constant.

Karen Cristina Pinheiro Musetti Licenciada em Pedagogia, Unesp – Araraquara, Licenciada em Letras, Uninter, Especialista em Educação Infantil, Unicid. Mestranda em Ensino de Ciências Ambientais, Universidade de São Paulo – Associada ProfCiAmb. Professora de Educação Infantil, Prefeitura Municipal de São Carlos, SP.

Maurício Katayama Graduado em Editoração (2008) pela ECA-USP e em Letras (2017) pela FFLCH-USP.

Negrito Produção Editorial Empresa especializada em design de livros e produção editorial. Formada por ex-alunos do curso de Editoração da ECA-USP, presta serviços para editoras, empresas de comunicação e clientes corporativos. Ganhadora do Prêmio Jabuti Categoria Produção Editorial nos anos 2001 e 2005 e Categoria Projeto Gráfico no ano de 2016. Já colaborou em projetos editoriais ligados ao patrimônio histórico e cultural de São Paulo em parceria com editoras como Edusp, Itaú Cultural, Narrativa Um, Globo, Unicamp, Editora Sesi-SP e outras. Seus sócios-designers são Ricardo Assis e Tainá Nunes Costa. Email: negritodesign@gmail.com facebook.com/negritoproducaoeditorial

Priscilla Gonçalves de Andrade Figueiredo Produtora Audiovisual e jornalista pelo Centro Universitário Barão de Mauá. Radialista pelo Senac e especialista em Audiodescrição pela PUC-Minas.