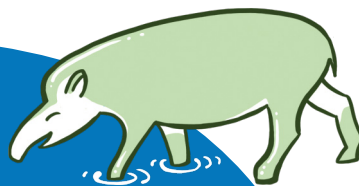


COLEÇÃO  
PROFCIAMB

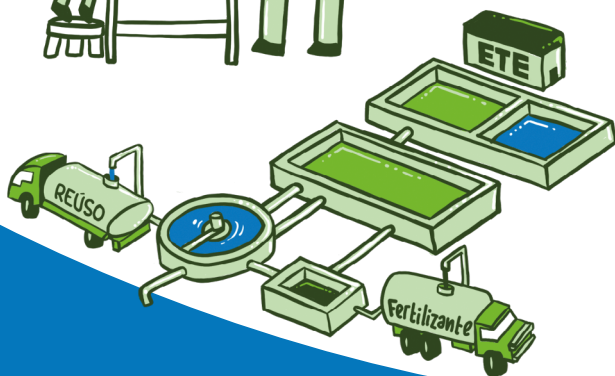


SÉRIE  
GUIAS  
EDUCACIONAIS



# ÁGUA e SUSTENTABILIDADE

CASOS INVESTIGATIVOS  
NA EDUCAÇÃO BÁSICA



## ORGANIZADORES

ARIANE BAFFA LOURENÇO

TADEU FABRÍCIO MALHEIROS

GILSON LIMA DA SILVA

SALETE LINHARES QUEIROZ

# Água e Sustentabilidade: Casos Investigativos na Educação Básica

COLEÇÃO PROFCIAMB  
SÉRIE GUIAS EDUCACIONAIS

---

# Água e Sustentabilidade: Casos Investigativos na Educação Básica

---

## Organizadores

Ariane Baffa Lourenço  
Tadeu Fabricio Malheiros  
Gilson Lima da Silva  
Salette Linhares Queiroz

Universidade de São Paulo  
Faculdade de Saúde Pública

São Paulo

2026





“Esta obra é de acesso aberto. É permitida a reprodução parcial ou total desta obra, desde que citada a fonte e a autoria e respeitando a Licença Creative Commons indicada.”  
Os autores são exclusivamente responsáveis pelas ideias, conceitos, citações e imagens apresentadas neste livro.

#### **UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO**

Reitor: Aluísio Augusto Cotrim Segurado  
Vice-Reitor: Liedi Légi Bariani Bernucci

#### **FACULDADE DE SAÚDE PÚBLICA**

Diretor: Marco Akerman  
Vice-Diretora: Tatiana Toporcov

#### **CONSELHO EDITORIAL**

Angela Maria Belloni Cuenca (Presidente)  
Alisson Diego Machado  
Cláudia Raulino Tramontt  
Denise Pimentel Bergamaschi  
Gizelton Pereira Alencar  
José Luiz Negrão Mucci  
Lucas Salvador Andrietta  
Maria do Carmo Avamilano Alvarez  
Maria Tereza Pepe Razzolini  
Mônica Mendes Gonçalves  
Rodrigo Cardoso Bonicenna

#### **Organização**

Ariane Baffa Lourenço  
Tadeu Fabricio Malheiros  
Gilson Lima da Silva  
Salete Linhares Queiroz

#### **Capa**

Eldes Studio

#### **Imagens da capa**

Eldes Studio

#### **Projeto gráfico e diagramação**

Negrito Produção Editorial

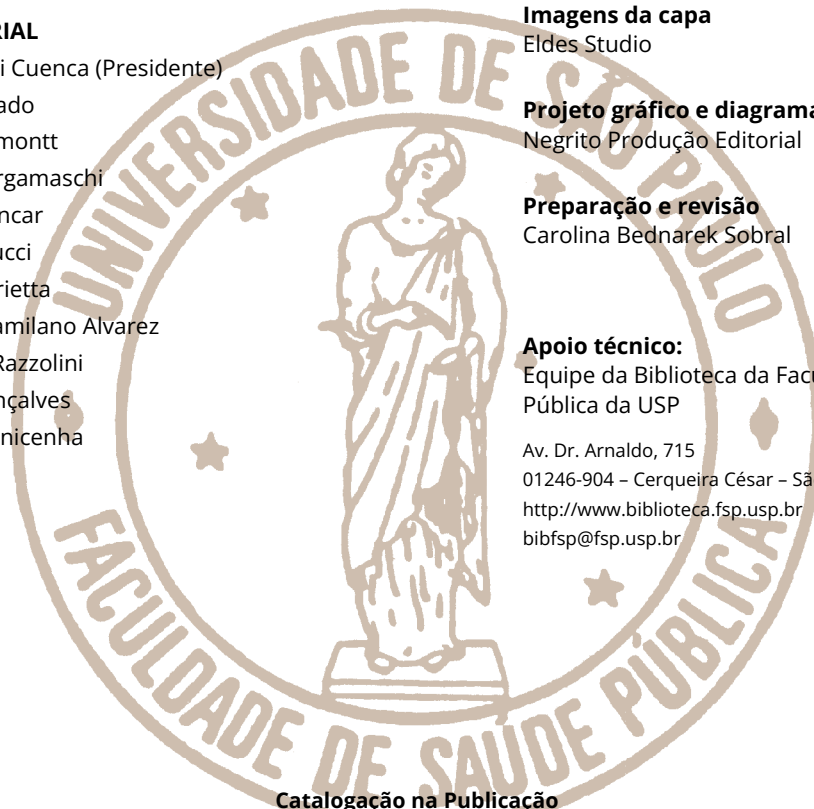
#### **Preparação e revisão**

Carolina Bednarek Sobral

#### **Apoio técnico:**

Equipe da Biblioteca da Faculdade de Saúde Pública da USP

Av. Dr. Arnaldo, 715  
01246-904 – Cerqueira César – São Paulo – SP  
<http://www.biblioteca.fsp.usp.br>  
[bibfsp@fsp.usp.br](mailto:bibfsp@fsp.usp.br)



#### **Catálogo na Publicação**

**Universidade de São Paulo. Faculdade de Saúde Pública**

A282 Água e sustentabilidade [recurso eletrônico] : casos investigativos na educação básica / organização Ariane Baffa Lourenço ... [et al.] -- São Paulo : Faculdade de Saúde Pública da USP, 2026.  
PDF (100 p.) : il. color. – (PROFCIAMB. Série guias educacionais).

ISBN: 978-65-88304-33-4

DOI: 10.11606/9786588304334

1. Ciência ambiental - Estudo e ensino. 2. Água. 3. Sustentabilidade.  
4. Formação de professores. I. Lourenço, Ariane Baffa. II. Série.

CDD 570.7

## CONSELHO EDITORIAL PROFCIAMB

Amanda Frederico Mortati  
Ana Josefina Ferrari  
Ayrton Luiz Urizzi Martins  
Dijanah Cota Machado  
Edivania dos Santos Schropfer  
Fabiana Aparecida de Carvalho  
Felipe Fontana Buthjaum  
Fernanda da Rocha Brando Fernandez  
Flavia Fazon  
Helotonio Carvalho  
Henrique dos Santos Pereira  
Henrique Ortêncio Filho  
Joselisa Maria Chaves  
Maria do Socorro Ferreira da Silva  
Marjorie Csekö Nolasco  
Otacilio Antunes Santana  
Ronaldo Adriano Ribeiro da Silva  
Rosana de Oliveira Santos Batista  
Rosemery da Silva Nascimento  
Shiziele de Oliveira Shimada  
Simone Fiori  
Solana Meneghel Boschilia  
Taitiâny Karita Bonzanini  
Marli Schmitt Zanella  
Valeria Sandra de Oliveira Costa  
Wesley Oliveira Kettle

## Rede ProfCiAmb

**Coordenador:** Tadeu Fabricio Malheiros

**Vice-coordenadoras:** Ana Josefina Ferrari e Marjorie Csekö Nolasco

### UNIVERSIDADE FEDERAL DO AMAZONAS

**Coordenadora:**

Maria Olivia Albuquerque  
Ribeiro Simão

**Vice-coordenadora:**

Edivânia dos Santos Schropfer

UFAM

### UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARÁ

**Coordenadora:**

Rosemery da Silva Nascimento

**Vice-coordenador:**

Wesley Kettle

UFPA

### UNIVERSIDADE FEDERAL DE PERNAMBUCO

**Coordenador:**

Helotonio Carvalho

**Vice-coordenadora:**

Dijanah Machado

UFPE

### UNIVERSIDADE FEDERAL DE SERGIPE

**Coordenadora:**

Shiziele de Oliveira Shimada

**Vice-coordenadora:**

Rosana de Oliveira  
Santos Batista

UFS

### UNIVERSIDADE ESTADUAL DE FEIRA DE SANTANA

**Coordenadora:**

Marjorie Csekö Nolasco

**Vice-coordenadora:**

Joselisa Maria Chaves

UEFS

### UNIVERSIDADE ESTADUAL DE MARINGÁ

**Coordenadora:**

Marli Schmitt Zanella

**Vice-coordenador:**

Henrique Ortêncio Filho

UEM

### UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ

**Coordenadora:**

Ana Josefina Ferrari

**Vice-coordenadora:**

Silvana Cássia Hoeller

UFPR

### UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO

**Coordenador:**

Tadeu Fabricio Malheiros

**Vice-coordenadora:**

Taitiãny Kárta Bonzanini

USP

### UNIVERSIDADE DE BRASÍLIA

**Coordenadora:**

Maria do Socorro  
Ferreira da Silva

**Vice-coordenador:**

Maurício de Carvalho Amazonas

UnB



# Sumário

---

Apresentação	8
<i>Ariane Baffa Lourenço • Tadeu Fabricio Malheiros • Gilson Lima da Silva • Salete Linhares Queiroz</i>	
Prefácio	10
<i>Tania Denise Miskinis Salgado</i>	
<b>Capítulo 1.</b> O Velho Monge em Perigo	14
<i>Ruan Wendell Calheiros Cavalcante • Alancélio Costa Sousa • Ariane Baffa Lourenço</i>	
<b>Capítulo 2.</b> Esperança Nossa de Cada Dia, a Água!	25
<i>Alessandra de Souza Gomes Clementino • Fabiana Ferreira • Thelmo de Carvalho Teixeira Branco Filho</i>	
<b>Capítulo 3.</b> Atenção! Lagoa de Jacarepaguá Interditada!	35
<i>Eva Vilma Ribeiro • Kellen Maria Reis • Miriam Aparecida da Silva Miranda • Vinicius Perez Dictoro</i>	
<b>Capítulo 4.</b> O Parlamento das Águas	45
<i>Alex Geaquinto Leal • Jonis Correia de Faria Moreira • Valéria Sandra de Oliveira Costa • Andréa Borges • Ariane Baffa Lourenço</i>	
<b>Capítulo 5.</b> Os Lençóis Maranhenses Pedem Socorro!	55
<i>Renato Martins Gouvêa • Andressa da Silva Castro • Laise Rego da Costa • Renata Silva Trovão • Gleise R. B. dos Santos</i>	
<b>Capítulo 6.</b> Quanto Lixo, Vovô!	67
<i>Nivaldo Cariatti Junior • Vanderlei Procópio da Cruz • Cássia Natanie Peguim • Gérsica Moraes Nogueira da Silva</i>	

**Capítulo 7.** “Cheirinho bom!” Parque Feliz – Cajamar 77

*Elaine Cristina Oliveira Amorim Teixeira • Ester Pereira de Paiva Ferreira • Leila Maria de Sousa Rios • Rita de Cássia Bortoletto-Santos*

**Capítulo 8.** Peteca, a Anta Estimada 86

*Márcia Maria Bevilaqua • Juliana Fernanda Almeida Castro • Maria José dos Santos • Manuela Prado Leitão • Ana Júlia de Oliveira Tertuliano*

Organizadores 94

Prefaciadora 95

Colaboradores 96

Autores 97

Agradecimentos 101

## Apresentação

---

**Ariane Baffa Lourenço • Tadeu Fabricio Malheiros •  
Gilson Lima da Silva • Salete Linhares Queiroz**

A água é um recurso natural de suma importância para o planeta e para a sociedade, e sua preservação é fundamental para a sobrevivência dos seres vivos. Nessa perspectiva, é imprescindível que a temática de gestão dos recursos hídricos seja pauta de estudo em diferentes setores da sociedade, em especial no contexto educativo, visto que ações aí realizadas colaboram de maneira ímpar para a formação de cidadãos.

Considerando tal demanda, o Programa de Pós-Graduação em Rede Nacional para Ensino das Ciências Ambientais (ProfCiAmb), modalidade Mestrado Profissional, em colaboração com a Agência Nacional de Águas e Saneamento Básico (ANA) e com a Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (Capes), tem aplicado esforços para ofertar de forma complementar cursos de extensão na modalidade à distância sobre a temática água, voltados para a formação continuada de professores da educação básica.

Com o referido propósito, o curso Água e Gestão de Recursos Hídricos: Abordagens em Contexto Educacional pelo Método de Estudo de Caso foi ministrado em 2022, com oferta de 100 vagas e um total de 537 inscrições. O curso totalizou 60 horas, 12 realizadas de forma síncrona com encontros aos sábados, e as demais com atividades assíncronas supervisionadas pelos docentes e tutores. Foi construído e operacionalizado a partir de parceria do ProfCiAmb com o Instituto de Química de São Carlos da Universidade de São Paulo (IQSC/USP) e com o Mestrado Profissional em Rede Nacional em Gestão e Regulação de Recursos Hídricos (ProfÁgua).

A temática de gestão de recursos hídricos, tendo como aporte educacional o Método de Estudo de Caso, foi privilegiada no curso. Este método é uma variante da Aprendizagem Baseada em Problemas (*Problem Based Learning*) e pauta-se no oferecimento de casos investigativos, contemplando problemas de natureza científica e/ou sociocientífica, que precisam ser solucionados pelos estudantes. Os casos podem ter como base fatos reais ou imaginários e a sua aplicação em ambientes de ensino pode colaborar para que o aprendiz desenvolva habilidades de argumentação, tomada de decisão e pensamento

crítico, além de propiciar reflexões sobre o tema em questão e compreensão de conceitos científicos que perpassam a narrativa.

Ao final do curso, os participantes, organizados em grupo e sob a supervisão de um tutor, elaboraram casos investigativos sobre aspectos vinculados à gestão de recursos hídricos. Alguns desses casos são aqui divulgados no formato de capítulos, de autoria de profissionais oriundos de diferentes instituições, sediadas em várias regiões do país, como escolas da educação básica, universidades, prefeituras municipais, serviços autônomos de água e esgoto, organizações não governamentais, associações de proteção ambiental, comitês de bacias hidrográficas e empresas.

A presença de diferentes vozes, experiências e origens na composição deste livro cria condições positivas para impulsionar a discussão da gestão dos recursos hídricos, visto que possibilita um compartilhamento ímpar de realidades e de possibilidades de soluções para as situações hídricas enfrentadas. Por fim, ensejamos que este livro também inspire novas práticas voltadas à inserção de casos investigativos em ambientes educacionais diversos.

## Prefácio

---

**Tania Denise Miskinis Salgado**

*Instituto de Química, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Rio Grande do Sul*

Ao receber o convite da professora Salete Linhares Queiroz para escrever o prefácio deste livro, imediatamente lembrei do momento em que tomei conhecimento dos estudos de caso. A professora Salete veio, certa vez, ao Instituto de Química da Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS) e, naquela oportunidade, presenteou-me com um exemplar de seu livro *Estudo de Casos no Ensino de Química* (1). Um livro pequeno no tamanho, mas gigante no conteúdo e na sua capacidade de abrir horizontes e mostrar as possibilidades de aplicação dos estudos de caso no ensino de química. Também foi seminal o artigo publicado na revista *Química Nova* (2) que divulgou os estudos de caso junto à comunidade acadêmica de química no país.

Desde então, tenho orientado trabalhos envolvendo estudos de caso, seja no ensino médio regular, no ensino técnico de química, na educação de jovens e adultos (EJA) ou no ensino superior. A cada experiência, um mundo de alternativas se abre, tanto para os professores e professoras, quanto para os e as estudantes.

Os estudos de caso permitem aplicar os conhecimentos químicos a situações reais ou que simulam situações reais, contextualizando os conhecimentos e ampliando a compreensão dos estudantes a respeito dos conceitos trabalhados.

Para professores e professoras, a elaboração dos estudos de caso é desafiadora, pois a situação escolhida deve atender a certos requisitos para que configure um bom caso. Entre outras características, um bom caso deve ter utilidade pedagógica, ser relevante ao leitor, despertar o interesse pela questão, ser atual, ser curto e provocar um conflito. Em que pese parecer difícil atender a todas essas especificações, a experiência que tivemos, por exemplo, na disciplina de Metodologias para o Ensino Superior de Química, ministrada pelo Grupo de Pesquisa em Ensino de Química para os discentes do Programa de Pós-Graduação em Química da UFRGS, mostrou que a elaboração dos casos foi feita com entusiasmo, dedicação e muita criatividade. E muitos desses discentes aplicaram os casos elaborados em suas atividades didáticas na educação básica. Ou seja, os estudos de caso são potenciais estimuladores da diversificação das estratégias docentes, tão

necessária em tempos de mídias digitais, redes sociais e inteligência artificial, que tanto desviam a atenção de estudantes, seja na educação básica, seja na educação superior.

Os estudos de caso são uma das variantes da Aprendizagem Baseada em Problemas (ABP), também conhecida como *Problem Based Learning* (PBL). No meu entender, a principal característica dos estudos de caso, que os diferencia, por exemplo, da metodologia de resolução de problemas, é a presença de um dilema a ser enfrentado pelos estudantes na sua resolução. Assim, um bom caso “provoca um conflito: a maioria dos casos é fundamentada sobre algo controverso; um bom caso força uma decisão: deve haver urgência e seriedade envolvida na resolução dos casos” (2).

Portanto, não basta que os estudantes, ao resolverem o caso, identifiquem uma ou mais possibilidades de resposta, eles ou elas terão que tomar uma decisão: qual das possíveis soluções para o caso é a melhor? E por quê? Para tal decisão, terão que se identificar com o(s) personagem(ns) e a situação proposta, para decidirem como se fossem tais personagens. Este envolvimento pessoal com os personagens é que torna os casos tão interessantes e tão poderosos para ensinar química. Pois o envolvimento traz uma motivação intrínseca para que os e as estudantes compreendam os conceitos e os apliquem à resolução do caso. Trata-se, portanto, de uma metodologia ativa, ou seja, centrada no estudante, na qual o professor tem o papel de orientador da atividade investigativa.

Este livro, *Água e Sustentabilidade: Casos Investigativos na Educação Básica*, é uma obra organizada pela professora Salete Linhares Queiroz, em conjunto com Ariane Baffa Lourenço, Gilson Lima da Silva e Tadeu Fabricio Malheiros, composta por capítulos produzidos no contexto de um curso denominado *Água e Gestão de Recursos Hídricos: Abordagens em Contexto Educacional pelo Método de Estudo de Caso*. O curso foi oferecido com o objetivo de capacitar docentes e educadores da educação básica para abordarem a temática de recursos hídricos, por meio de estudos de caso, em contextos educativos. O curso foi organizado pelo Programa de Pós-Graduação em Rede Nacional para Ensino das Ciências Ambientais (ProfCiAmb), em parceria com o Instituto de Química da USP de São Carlos e o Mestrado Profissional em Rede Nacional em Gestão e Regulação de Recursos Hídricos (ProfÁgua).

Interessante observar que, entre os autores, temos professores da educação básica e da educação superior, mas também pessoas ligadas a secretarias de educação, órgãos sanitários e ambientais e também pessoas que não atuam em órgãos ambientais, mas cujas atividades estão relacionadas à área ambiental ou de recursos hídricos. Isso mostra o quanto o método de estudos de caso é abrangente e flexível, o que possibilita sua aplicação em diferentes situações.

O livro apresenta oito casos inéditos e muito criativos que abordam assuntos relevantes para o atual contexto brasileiro. “Peteca, a Anta Estimada” traz o dilema do

uso de agrotóxicos para a produção de alimentos em larga escala em contraposição aos malefícios para o meio ambiente e a saúde humana e dos animais. Já o próprio título do capítulo “Cheirinho Bom! Parque Feliz – Cajamar” desperta curiosidade, pois não deixa claro a qual “cheirinho bom” se refere. O dilema consiste em entender de onde vem o cheiro desagradável do parque, forçando uma decisão sobre como eliminá-lo. O capítulo intitulado “Esperança Nossa de Cada Dia, a Água!” envolve os impactos socioambientais do saneamento ambiental inadequado sobre a saúde da população. Promove a compreensão da importância do saneamento básico e de quais os deveres de cada segmento da sociedade, estimulando a reflexão sobre a necessidade de incluir propostas tecnicamente possíveis e economicamente viáveis para garantir o consumo de água segura.

Em “Atenção! Lagoa de Jacarepaguá Interditada!”, discutem-se as ações antrópicas sobre os ecossistemas naturais, a importância da preservação da água e dos ecossistemas aquáticos e os problemas causados pelo lançamento de esgotos sem tratamento prévio nos cursos d’água. O caso estimula a reflexão a respeito das potencialidades da investigação e da busca conjunta por uma solução para um problema que aflige certo grupo humano. No capítulo “Os Lençóis Maranhenses Pedem Socorro!”, o tema abordado é polêmico, pois trata da instalação de aerogeradores (geradores eólicos), um tipo de energia limpa e renovável. Porém, mostra os impactos ambientais negativos para a terra, o ar e a água, gerados por uma forma de produção de energia considerada sustentável, a ser implantada em uma região que é um famoso destino turístico, mas que também abriga diferentes comunidades. O capítulo “Quanto Lixo, Vovô!” aborda as possíveis causas da degradação da qualidade da água e a inviabilidade de seu uso pela população que vive às margens de um rio. O estudo de caso aborda algumas formas de poluição das águas superficiais e subterrâneas associadas ao lixo doméstico e ao lançamento irregular de esgotos.

Em “O Velho Monge em Perigo”, o dilema trata das possíveis causas que contribuíram para a mortandade de peixes observada em um rio, promovendo uma discussão sobre a cadeia de impactos das ações antrópicas sobre os ecossistemas naturais e os diversos atores envolvidos nessa problemática. O caso abrange as três dimensões da práxis humana que orientam projetos de investigação e ação dentro da área da Educação Ambiental: a dimensão do conhecimento, a da participação cidadã e a dimensão valorativa (valores éticos e estéticos), uma visão alinhada à educação ambiental crítica. Já o capítulo intitulado “O Parlamento das Águas” aborda a (falta de) envolvimento de representantes da sociedade civil nos comitês de bacias hidrográficas. A participação nestes comitês é fundamental para a compreensão e discussão de como a sociedade pode colaborar na gestão das águas e na sua preservação. O caso pretende contribuir para a formação de cidadãos alinhados com as questões socioambientais e aptos a participar da tomada de decisões dessa natureza.

Todos os capítulos apresentam o texto do caso, seguido de uma análise das suas características e contextualização do tema, trazendo apontamentos didáticos, a fonte de inspiração para a produção do caso, uma proposta de aplicação do caso, inclusive com o número de aulas sugeridas para a atividade didática, os conhecimentos, habilidades e atitudes em foco e as possíveis soluções do problema. São também apresentadas sugestões de consultas para aprofundar os conhecimentos sobre o tema, além das referências citadas no texto.

Esta característica dos capítulos que compõem o livro permite que um professor aplique estes casos em realidades semelhantes ou mesmo diferentes daquela para as quais foram propostos. Mas, principalmente, instrumentaliza os docentes para a elaboração de novos casos, a partir da experiência mostrada, colaborando para a difusão do método nas aulas de química e de ciências da natureza da educação básica e como estratégia para estimular a reflexão a respeito da preservação dos recursos naturais, especialmente dos recursos hídricos, em diversas instâncias em que se discutem tais assuntos.

## Referências

- <sup>1</sup> SÁ, L. P.; QUEIROZ, S. L. **Estudo de casos no ensino de química**. Campinas: Átomo, 2009.
- <sup>2</sup> SÁ, L. P.; FRANCISCO, C. A.; QUEIROZ, S. L. **Estudos de caso em química**. Química Nova, [S.l.], v. 30, n. 3, p. 731-739, 2007.

# CAPÍTULO 1

## O Velho Monge em Perigo

---

**Ruan Wendell Calheiros Cavalcante**

*Universidade Estácio de Sá, Maceió, Alagoas*

**Alancélio Costa Sousa**

*Universidade Estadual do Piauí, Floriano, Piauí*

**Ariane Baffa Lourenço**

*Programa de Pós-Graduação em Rede Nacional para Ensino das Ciências Ambientais, São Paulo, São Paulo*

Saudade! O Parnaíba – velho monge

As barbas brancas alongando... E, ao longe,

O mugido dos bois da minha terra... (1)

O coração de Matias batia forte de ansiedade por ver sua querida terra. Caía uma chuva pesada naquele fim de tarde, mas isso não tirou a animação do jovem ao rever os lugares que conhecia tão bem desde a infância. A viagem, desde a cidade em que estudava até ali, foi longa e cansativa, mas isso não o preocupava, e o rapaz não via a hora de encontrar a família.

Ao descer do ônibus, ele pegou a mala e correu em direção à mercearia do Seu Marcos, o local mais próximo para se abrigar da chuva. O bom senhor lhe recebeu bem e foi logo dizendo:

– Que bom revê-lo! E como andam os estudos, hein? – Matias não pôde deixar de perceber certo pesar no olhar do velho vendedor.

– Tudo bem, Seu Marcos! E como andam as coisas por aqui? – Marcos abaixou a cabeça com o olhar pesaroso.

Foi nesse momento que o pai de Matias, Bento, chegou debaixo de um guarda-chuva à procura do filho.

– Ah, você está aqui, meu filho! – Matias correu para abraçar o pai, que não via havia há quase um ano.

Ambos se despediram de Seu Marcos e foram caminhando sob o guarda-chuva até sua casa. Apesar da alegria em rever o pai, a face triste do velho dono da mercearia não saía da mente de Matias: por que será que ele estava assim?

Tais pensamentos foram substituídos pela visão do rio à frente de sua casa. A chuva forte caía e arrastava trechos de terra em direção ao rio, formando uma lama escura, como Matias nunca havia visto antes. Onde estavam as árvores que costumavam ficar ali, sob cuja sombra ele e os amigos se divertiram tanto? Tudo aquilo lhe pareceu muito estranho.

Ver o rio trazia antigas recordações de tudo que Matias havia vivido ali. Aquelas águas pareciam ser o centro da comunidade onde nascera e, desde que se lembrava, sentia uma conexão com o Velho Monge, o nome pelo qual todos chamavam o rio.

Já em casa, após reencontrar a mãe e de tomarem o café da tarde, que era tradição da família, Matias perguntou aos pais:

– Notei o Seu Marcos um tanto tristonho hoje mãe, aconteceu alguma coisa?

– Todos andam assim meu filho, preocupados pelo futuro da comunidade. Você sabe, com essas chuvas e tudo ficando mais caro... É só isso, não vá se preocupar.

Era comum os pais tentarem esconder do filho as preocupações, em especial as financeiras, querendo lhe poupar. Porém, Matias notou que daquela vez ocorria algo mais sério.

Naquela noite o rapaz sonhou com uma enxurrada de água que enchia sua casa com uma força descomunal. Ao olhar para o rio, no entanto, onde antes era água, havia apenas lama. Acordou assustado e percebeu que o dia já raiava e a luz do sol passava através das frestas da janela do quarto. Matias costumava passar as férias ajudando o pai na pescaria e na venda de peixe no mercado, por isso levantava cedo.

– Mãe, cadê pai? Por que ele não me chamou para irmos juntos? – perguntou Matias.

– Ah, meu filho, não se preocupe, acho que ele não vai precisar de você hoje. Por que não aproveita para rever seus amigos? Juquinha também veio passar as férias em casa, pelo que eu soube – respondeu Maria.

Mesmo assim, Matias terminou o café, partiu rumo ao rio à procura do pai e, de longe, o avistou junto com outros pescadores mais velhos. Todos pareciam preocupados e discutiam apontando para algo no rio. Ao se aproximar, Matias se assustou ao constatar que havia diversos peixes mortos boiando na água. A água também estava mais rasa, as margens cheias de lama. Era possível ver as ilhas de areia, as coroas do Monge, em maior número do que Matias já conhecia. Tudo isso parecia estar ligado de alguma forma.

Ao ver o jovem por ali, o pai olhou-o e abaixou levemente a cabeça, num gesto de pesar. Agora o filho sabia o que se passava. Conversando com alguns dos pescadores,

Matias percebeu que aquela situação vinha se agravando havia algumas semanas. Os ribeirinhos já tinham conversado e discutido, mas não conseguiam entender o problema.

Sem compreender bem ainda o que estava acontecendo, mas alarmado com tudo aquilo, Matias pensou em como poderia ajudar a resolver a situação. Ele logo se lembrou de suas aulas com o Professor José, que trabalhava com gestão hídrica na faculdade. Decidido a buscar uma solução, o rapaz correu para casa a fim de enviar um *e-mail* ao professor para relatar o que havia visto e pedir ajuda para entender o que poderia estar causando a mortandade dos peixes.

– Talvez com a ajuda do professor e junto à associação de pescadores da comunidade possamos entender a causa e resolver esse problema – pensou Matias.

*Imagine que você é o Professor José e responda o e-mail de Matias. Aponte pelo menos duas possíveis causas que contribuíram para a mortandade dos peixes observada no rio e argumente a favor da mais provável.*

### Características do Caso e Contextualização do Tema

As bacias hidrográficas são sistemas dinâmicos compostos pela geologia, clima, relevo, biogeografia e seres humanos (2). O comportamento de qualquer um desses elementos pode alterar a capacidade e competência do rio e, direta ou indiretamente, afetar sua velocidade e volume de escoamento de água. Dessa forma, as bacias estão sujeitas a diversos fatores que condicionam sua alteração, em especial a ação antrópica de diferentes naturezas que provoca o assoreamento e eutrofização de rios. Um desses problemas é a deposição de material, detritos ou sedimentos no leito do rio, que acaba por formar bancos de areia, conhecidos popularmente como “coroas”, e altera os aspectos hidrodinâmicos do corpo d’água.

Tendo em vista os diversos problemas que as referidas mudanças podem causar, este se torna um tema de relevância social e que pode despertar nos alunos a consciência ambiental e a reflexão sobre problemas ambientais reais, suas causas e possíveis soluções. No cenário de mudanças climáticas agravadas pela ação antrópica que a sociedade enfrenta hoje, tem-se complicado a situação de vulnerabilidade de comunidades que historicamente já sofrem com problemas relacionados à água. Por isso, destaca-se a importância da reflexão e desenvolvimento de habilidades em sala de aula tendo como foco essa temática, a fim de promover o letramento científico dos alunos, para que se tornem indivíduos críticos e capazes de tomar iniciativa para a resolução de problemas reais.

O caso “O Velho Monge em Perigo” apresenta-se como uma possibilidade para a discussão da cadeia de impactos das ações antrópicas sobre os ecossistemas naturais e os diversos atores envolvidos nessa problemática. O título do caso deriva do conhecimento

popular atrelado ao nome do Rio Parnaíba, chamado de Velho Monge. De acordo com H. S. Cordeiro (3), há duas versões para este nome. A primeira delas afirma que o nome teria sua origem nos escritos do exímio poeta piauiense Antônio Francisco da Costa e Silva, que, em seu poema “Saudade”, teria personificado e dado o apelido de Velho Monge ao rio, supostamente, porque ao olhá-lo a partir de certo ponto em sua cidade natal, Amarante, a paisagem parecesse desenhar o perfil de um monge, sendo as espumas sua barba. A outra versão diz respeito à visão de pequenas ilhas de areia quando as águas do rio baixam, que são popularmente chamadas de coroas. Essas “coroas” seriam semelhantes àquelas vistas nas cabeças de monges. Logo, pode-se perceber como simples observações e o conhecimento popular atrelado ao rio também são importantes para sua preservação.

No caso, acompanhamos a história de Matias, um jovem universitário que, ao passar as férias em casa, se depara com o problema relacionado ao rio que sua comunidade vem enfrentando. O caso se caracteriza por ser atual, já que os problemas advindos do assoreamento de rios trazem graves consequências às populações que vivem em seu entorno e persistem em diversas regiões do país. Ao apresentar uma questão socioambiental e econômica no que tange à poluição do rio e todos os efeitos negativos advindos de tal prática, o caso desperta o interesse do leitor. A descrição da história e da realidade da comunidade de Matias tem o potencial de despertar a empatia pela personagem. Ainda que uma narrativa envolvendo uma comunidade ribeirinha seja distante da vivência de um aluno que vive num centro urbano, por exemplo, diversos aspectos na história podem servir de conexão à sua realidade.

Ao buscar soluções junto a um professor universitário, o caso mostra o impacto que a pesquisa realizada em instituições de ensino superior pode trazer às comunidades. Além disso, o caso também evidencia a possibilidade de busca conjunta por uma solução e a importância de diferentes tipos de saberes, levantando questões pertinentes para abordagem em sala de aula em diversas perspectivas

### Apontamentos Didáticos

A descrição do contexto e da problemática a ser resolvida, passível de múltiplas alternativas de solução, permite aos alunos uma análise mais profunda do problema levantado no caso (4, 5). Ademais, a busca por uma solução integradora perfaz as três dimensões da práxis humana que orientam projetos de investigação e ação dentro da área da Educação Ambiental: a dimensão do conhecimento, a da participação cidadã (e, portanto, política) e a dimensão valorativa (valores éticos e estéticos) (6).

A dimensão do conhecimento diz respeito à preservação de corpos d’água e ecossistemas aquáticos como um rio. Já a dimensão valorativa está relacionada ao sentimento de pertencimento atribuído ao rio como parte constituinte do ambiente em

que tanto a personagem principal quanto a comunidade estão inseridos, ambiente este que, estando sob impacto devido à ação antrópica, irá gerar instabilidade emocional e econômica na população que dele depende, dessa forma, também sendo social. Por último, a dimensão da participação cidadã, que é representada pela participação da comunidade (tendo como foco o protagonista da história) na busca por uma solução.

Ainda, no que diz respeito à dimensão do conhecimento, o caso tem como público-alvo alunos do Ensino Médio, compreendendo temas associados ao desequilíbrio ambiental, à identificação e impacto da intervenção humana sobre a biodiversidade e à mobilização de propostas de cunho sustentável tendo em vista a mitigação desses problemas. Assim, alinhada à Base Nacional Comum Curricular – BNCC (7), a aplicação deste caso pode favorecer uma aprendizagem mais holística, mobilizando diversas competências relacionadas ao ser cidadão, como a necessidade de uma diversidade de saberes, argumentação e atuação para resolução de problemas ambientais. O caso contribui ainda para a formação de um cidadão capaz de integrar tais conceitos de forma prática e crítica, mas também humana, tendo as pessoas como um dos seus princípios orientadores.

O caso também atende o que é previsto pelo documento oficial *Transformando Nosso Mundo*, a Agenda 2030 da Cúpula das Nações Unidas sobre o Desenvolvimento Sustentável, publicado em setembro de 2015. Este documento elenca três dimensões do desenvolvimento sustentável: a social, a econômica e a ambiental, possuindo cinco princípios orientadores: Pessoas, Planeta, Prosperidade, Paz e Parcerias (5 Ps), cujo foco pode ser trabalhado em sala a partir do estudo de caso. Este ainda aborda alguns dos Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS) propostos na Agenda 2030, mais especificamente o ODS 2, que visa à erradicação da fome e promoção da segurança alimentar, além da melhoria da nutrição e agricultura sustentável; o ODS 6, que propõe assegurar a disponibilidade e gestão sustentável da água e saneamento para todos; e o ODS 13, que está ligado às medidas a serem tomadas a fim de evitar as mudanças climáticas e seus impactos (8). Mais especificamente, um dos objetivos do ODS 2 reflete o enfoque adotado no caso:

2.4. garantir sistemas sustentáveis de produção de alimentos [...] que ajudem a manter os ecossistemas, que fortaleçam a capacidade de adaptação às mudanças climáticas, às condições meteorológicas extremas, secas, inundações e outros desastres, e que melhorem progressivamente a qualidade da terra e do solo (8, p. 20).

Assim, a narrativa propõe uma visão alinhada à educação ambiental crítica (9) no que concerne à integração de diferentes esferas da sociedade, considerando que a escola é parte dessa mesma sociedade e, portanto, deve fomentar nos estudantes a busca pela reflexão dos problemas enfrentados pela população. Ainda, utilizando os critérios

estabelecidos por Luz e Tonso (10), os seguintes valores são abordados na narrativa: a articulação da dimensão teórica com a dimensão social, assim como da técnica e da crítica, o entendimento acerca das origens ou causas dos problemas ambientais, o exercício de cidadania atrelado à realidade socioambiental local e a identificação com a comunidade e o comprometimento coletivo.

### Fonte de Inspiração para a Produção do Caso

A fonte de inspiração para a produção do caso foi a experiência pessoal de um dos autores, residente na cidade de Floriano, no estado do Piauí, que tem sua história diretamente ligada ao Rio Parnaíba. A problemática retratada no caso, envolvendo este rio, tem sido noticiada pelo menos desde 2013, sendo a poluição, em especial o desmatamento de mata ciliar nas margens e o lançamento irregular de efluentes sanitários, causadora de sérias consequências que agravam o assoreamento do seu leito.

### Proposta de Aplicação do Caso

O caso é proposto para ser implementado no Ensino Médio, em especial em seu primeiro ano, contemplando diversas competências e habilidades que, inclusive, podem ser trabalhadas de maneira transversal, em conjunto com outras disciplinas além da Biologia, como Geografia e História. É sugerido o desenvolvimento do caso em uma sequência de oito aulas, com cinquenta minutos de duração cada.

**Aula 1:** Em um primeiro momento, será realizada uma apresentação do caso aos alunos por meio da leitura coletiva da narrativa. O professor disporá os alunos em roda e pedirá voluntários para a leitura. Após isso, serão apresentadas reportagens sobre a situação do Rio Parnaíba, publicadas em diferentes anos. Desse modo, os alunos poderão perceber o “agravamento” do problema ao longo do tempo. Uma roda de conversa será mediada pelo professor, levantando questões como: Como diferentes ações humanas contribuem para a poluição e os problemas do rio? Algum dos estudantes consegue se identificar com as reportagens? Conhecem algum caso semelhante de sua própria região (caso o estudante não seja do Piauí)? Como a comunidade local é afetada pelos problemas do rio? Assim, ao final dessa atividade, o educador terá feito o levantamento dos conhecimentos prévios dos alunos sobre o tema, fornecendo também instruções para a realização da prática investigativa na próxima aula.

**Aulas 2 e 3:** Para estas aulas é necessário que a escola disponibilize acesso à internet para pesquisa. As atividades serão pautadas no Método Cooperativo de Aprendizagem *Jigsaw* (11). O referido método consiste em três fases: na primeira os alunos são distribuídos em grupos de base, na segunda um aluno de cada grupo de base participa de um grupo de especialista, que se aprofunda em um subtópico, e na terceira fase os especialistas voltam ao seu grupo de base e compartilham o que aprenderam (11). Para trabalhar

o tema do caso, deve-se separar os alunos nos grupos de base, e depois nos grupos de especialistas, em que irão pesquisar um dos eixos temáticos: 1. Principais bacias hidrográficas brasileiras; 2. Ecossistemas aquáticos de água doce e ações antrópicas; 3. Preservação de rios e sua legislação; 4. Papel dos rios na gestão urbana de recursos hídricos; 5. Comunidades ribeirinhas; 6. Fontes de poluição aquática; 7. Assoreamento de rios; 8. Lançamento irregular de efluentes sanitários e industriais.

Uma vez discutido os temas, os alunos nos grupos de especialistas devem elaborar até cinco perguntas sobre o conteúdo estudado, com foco na relação entre a comunidade local e o Rio Parnaíba, além de sua preservação (há a possibilidade de direcionar a abordagem para um rio local, a depender da região, que os estudantes possam visitar na aula seguinte).

**Aulas 4 e 5:** Com as perguntas já prontas, a turma participará de uma aula de campo para visita ao Rio Parnaíba ou algum rio da região, a fim de que os alunos possam observar suas condições e acessar a percepção da comunidade de entorno sobre o rio. A entrevista com alguns membros da comunidade pode ser viabilizada, dando ênfase para os seguintes tópicos: como as pessoas relacionam-se com o rio; uso da água do rio; problemas relacionados ao rio que já perceberam ou sofreram; se há conhecimento sobre o assoreamento; possíveis soluções que pensam sobre o problema.

**Aulas 6 e 7:** Após a experiência da aula de campo, os alunos retornarão ao seu grupo de base, farão a releitura do caso e responderão à questão final, propondo duas possíveis causas para o problema e argumentando a favor da mais provável. O grupo também poderá apresentar uma possível solução para o problema. O professor fornecerá instruções para a montagem de um painel expositivo a ser apresentado na próxima aula sobre o caminho até a provável causa e sua possível solução, tendo em vista todo o conteúdo tratado e as experiências desenvolvidas sobre o tema.

**Aula 8:** Para apresentação dos painéis, os alunos organizarão uma minifeira expositiva, em que cada grupo irá criar um painel, o qual deve ser apresentado por todos os alunos do grupo, em um sistema de revezamento, de maneira que os membros do grupo possam visitar outros trabalhos.

### Conhecimentos, Habilidades e Atitudes em Foco

- Reconhecer e justificar a importância da preservação e conservação da biodiversidade;
- Avaliar os efeitos da ação humana e de políticas ambientais para a garantia da sustentabilidade do planeta;

- Identificar e caracterizar a relação de dependência de grupos humanos a ecossistemas aquáticos (rios), com base na análise de situações concretas e por meio da avaliação do conceito de serviços ecossistêmicos;
- Identificar e diferenciar características de ecossistemas de água doce, em especial os rios;
- Avaliar e prever efeitos de intervenções nos ecossistemas de água doce;
- Selecionar e discutir variáveis relevantes e não relevantes do caso, assim como as possíveis causas de desequilíbrios ambientais e propor ações que busquem minimizá-las ou solucioná-las;
- Propor estratégias de resolução com base em fontes confiáveis e nos conhecimentos científicos adquiridos;
- Defender o ponto de vista adotado de forma respeitosa e mostrar empatia ao ouvir as opiniões dos colegas.

### Possíveis Causas do Problema

#### Causa 1: Assoreamento do Rio Parnaíba

Uma das possíveis causas para a mortandade de peixes do Rio Parnaíba é o assoreamento e os diversos problemas a ele associados. De acordo com Mota (12), a exploração desenfreada do solo e mudanças em sua cobertura alteram a qualidade de componentes do meio biótico, antrópico e físico, bem como a configuração espacial dos corpos d'água. Juntos, esses fatores interferem na hidrologia das bacias, resultando na deterioração dos rios. Carvalho *et al.* (13) afirmam que as taxas de erosão advindas de atividades antrópicas chegam a ser cem vezes maiores que aquelas decorrentes de mudanças geológicas naturais.

Conforme diagnosticado por Nunes *et al.* (14), o surgimento e o aumento de diversas ilhas de sedimento, chamadas de coroas, ao longo do rio evidenciam a magnitude do seu processo de erosão. Os tributários do Rio Parnaíba, em especial a bacia hidrográfica do Rio das Balsas e a do Alto Parnaíba, são os principais responsáveis pelo transporte de sedimento que provoca seu assoreamento, sedimento este resultante de atividades antrópicas, nas quais, segundo Morais (15), destaca-se o desmatamento para áreas de pastagens e campos agrícolas, em especial na região que corresponde ao cerrado.

No âmbito de políticas públicas, os instrumentos propostos pela Política Nacional do Meio Ambiente (16) e Política Nacional de Recursos Hídricos (17) podem auxiliar na promoção de uma gestão integrada dos recursos ambientais, articulando mecanismos de gestão territorial, além de proteção/conservação. A Proposta de Emenda à Constituição nº 51, de 2011, sobre a criação do Fundo para a Revitalização Ambiental e o

Desenvolvimento Sustentável da Bacia do Rio Parnaíba aguarda designação desde 2019. No entanto, em 2018, foi estabelecido o Comitê da Bacia Hidrográfica do Rio Parnaíba (CBH Parnaíba). Apesar dos avanços, a fim de mobilizar a descentralização das ações de gestão e planejamento hídrico, faz-se necessária a instalação de comitês em cada uma das sub-bacias da região hidrográfica do Parnaíba, visto a contribuição destas na sedimentação que chega ao rio (15). Atenção especial deve ser dada às nascentes do rio.

## Causa 2: Lançamento irregular de efluentes sanitários e industriais

Outra causa para o quadro demonstrado na narrativa do caso seria o lançamento irregular de efluentes sanitários e industriais no rio. Segundo Porath (18), o abandono dos rios é evidente pelo modo como ficam em segundo plano dentro do meio urbano, além de serem alvo de poluição, despejo e moradias irregulares. A intensidade da construção humana tem levado à sobreposição de sistemas de infraestrutura tradicional e, por consequência, tem-se diminuído a presença de áreas verdes e espaços que assegurem a qualidade de vida da população, como forma de lazer e espaços de socialização (19).

O Rio Parnaíba está constantemente exposto à descarga de efluentes sanitários e industriais. De acordo com Silva *et al.* (20), os efluentes sanitários e industriais são compostos principalmente por água que contém matéria orgânica biológica em forma de partículas, que podem ser tanto macroscópicas quanto microscópicas. Segundo diagnóstico publicado pela Agência Nacional de Águas e Saneamento Básico (21), além da atividade agropecuária, desmatamento e uso irregular do solo, outras das principais pressões sobre a qualidade das águas do Rio Parnaíba, em especial em Teresina, incluem o lançamento de efluentes sanitários e industriais sem tratamento e a disposição inadequada de resíduos sólidos.

Desse modo, os efluentes e outros agentes poluidores lançados no rio são responsáveis por sua alteração físico-química e microbiológica, impactando a qualidade de suas águas, a fauna e a flora associada e as comunidades que dele dependem. Como constatado por Rocha (22), essa alteração, tendo como fonte principal o lançamento de efluentes sanitários e industriais, está diretamente vinculada à geração de doenças de veiculação hídrica e ao impacto à biota local no Rio Parnaíba.

A Lei Estadual nº 4.854/1996 em seu art. 26 dispõe sobre a coleta, tratamento e destinação adequada de efluentes sanitários a fim de evitar a contaminação. Essa mesma lei ainda discorre sobre o papel da Secretaria Estadual do Meio Ambiente e dos Recursos Hídricos na tomada de decisões e no impedimento da permanência de efluentes sanitários e industriais *in natura* em canais de rios ou a céu aberto (23). Desde a Constituição Federal de 1988, vem se estimulando a participação popular na Política Ambiental Municipal, com o propósito de envolver diferentes atores nas tomadas de decisões e descentralizá-las.

## Para saber mais

UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO. Diminuir assoreamento, recompor a mata ciliar e não poluir: ações para ressuscitar um rio. *In*: JORNAL da USP. São Paulo, 9 maio 2022. Disponível em: <https://jornal.usp.br/atualidades/diminuir-assoreamento-recompor-a-mata-ciliar-e-nao-poluir-acoes-para-ressuscitar-um-rio/>. Acesso em: 10 abr. 2023.

A reportagem apresenta algumas ações possíveis que podem ser tomadas pela população para ressuscitar e/ou conservar um rio em perigo de poluição. O professor José Carlos Mierzwa, do Departamento de Engenharia Hidráulica e Ambiental da Escola Politécnica da USP, explica como o despejo de esgoto e o uso desordenado do solo próximo dos rios, por exemplo, têm como consequência enchentes, perda de hábitat natural e o assoreamento, ocasionando o fim do corpo de água.

RIBEIRO, A. L. A.; ALMEIDA, R. N. Educação ambiental para a conservação do Rio São Francisco: da percepção à ação. **Revista Brasileira de Educação Ambiental**, São Paulo, v. 14, n. 2, p. 9-29, 2019.

Neste artigo, as autoras analisam as contribuições das ações educativas e a percepção ambiental da comunidade escolar do Instituto Federal de Alagoas – IFAL campus Penedo, com foco na conservação do Rio São Francisco.

SILVA, C. M. L. F.; COSTA, F. A.; BORBA, G. L. A educação em mudanças climáticas: uma abordagem interdisciplinar. **Holos**, [S.l.], ano 32, v. 4, 2016.

O texto traz uma visão geral sobre a educação em mudanças climáticas e seu papel na formação de jovens com capacidade para enfrentar a atual crise climática, enfatizando a importância da alfabetização ambiental e abordando questões sobre os efeitos da aplicação de tal educação, de forma interdisciplinar, na mitigação da emissão dos gases de efeito estufa e na adaptação às mudanças climáticas.

## Referências

- 1 SILVA, A. F. C.; GRÜNEWALD, J. (org.). **Grandes sonetos da nossa língua**. Rio de Janeiro: Nova Fronteira, 1987.
- 2 CHRISTOFOLETTI, A. **Geomorfologia fluvial**. São Paulo: E. Blücher, 1981.
- 3 CORDEIRO, H. S. Qual a origem dos nomes Rio Parnaíba e Velho Monge? *In*: ACESSE Piauí. [Piauí], 24 out. 2017. Disponível em: [https://www.acessepiaui.com.br/ver\\_coluna2/1644/Qual-a-origem-dos-nomes-Rio-Parnaiba-e-Velho-Monge-?](https://www.acessepiaui.com.br/ver_coluna2/1644/Qual-a-origem-dos-nomes-Rio-Parnaiba-e-Velho-Monge-?) Acesso em: 20 set. 2022.
- 4 HERREID, C. F. What makes a good case? **Journal of College Science Teaching**, [S.l.], v. 27, n. 3, p. 163, 1998.
- 5 QUEIROZ, S. L. **Estudo de casos aplicados ao ensino de ciências da natureza**. São Paulo: Centro Paula Souza, 2015.
- 6 CARVALHO, L. M. A temática ambiental e o processo educativo: dimensões e abordagens. *In*: CINQUETTI, H. C. S; LOGAREZZI, A. (org.). **Consumo e resíduo: fundamentos para o trabalho educativo**. São Carlos: Ed. UFScar, p. 19- 41, 2006.
- 7 BRASIL. Ministério da Educação. **Base Nacional Comum Curricular: educação é a base**. Brasília, DF: MEC, 2018. Disponível em: [https://basenacionalcomum.mec.gov.br/images/BNCC\\_EI\\_EF\\_110518\\_-versaofinal\\_site.pdf](https://basenacionalcomum.mec.gov.br/images/BNCC_EI_EF_110518_-versaofinal_site.pdf). Acesso em: 12 dez. 2025.
- 8 NAÇÕES UNIDAS BRASIL. **Transformando nosso mundo: a Agenda 2030 para o desenvolvimento sustentável**. Brasília, DF, 2015. Disponível em: <https://brasil.un.org/pt-br>. Acesso em: 03 dez. 2025.

- <sup>9</sup> LOUREIRO, C. F. B. Educação ambiental crítica: contribuições e desafios. *In*: MELLO, S. S.; TRAJBER, R. (coord.). **Vamos cuidar do Brasil: conceitos e práticas em educação ambiental na escola**. Brasília, DF: MEC, p. 65-72, 2007.
- <sup>10</sup> LUZ, W. C.; TONSO, S. Construção de indicadores e parâmetros de educação ambiental crítica. *In*: ENCONTRO PESQUISA EM EDUCAÇÃO AMBIENTAL, 8., 2015, Rio de Janeiro. **Anais** [...]. Rio de Janeiro: Unirio: UFRJ, 2015. Disponível em: [http://epea.tmp.br/epea2015\\_anais/pdfs/plenary/169.pdf](http://epea.tmp.br/epea2015_anais/pdfs/plenary/169.pdf). Acesso em: 20 set. 2022.
- <sup>11</sup> FATARELI, E. F.; FERREIRA, L. N. A.; FERREIRA, J. Q.; QUEIROZ, S. L. Método cooperativo de aprendizagem *jigsaw* no ensino de cinética química. **Química Nova na Escola**, [São Paulo], v. 32, n. 3, 2010. Disponível em: [http://qnesc.sbq.org.br/online/qnesc32\\_3/05-RSA-7309\\_novo.pdf](http://qnesc.sbq.org.br/online/qnesc32_3/05-RSA-7309_novo.pdf). Acesso em: 20 set. 2022.
- <sup>12</sup> MOTA, S. **Gestão ambiental de recursos hídricos**. 3. ed. atual. e rev. Rio de Janeiro: Abes, 2008.
- <sup>13</sup> CARVALHO, N. O.; FILIZOLA JÚNIOR, N. P.; SANTOS, P. M. C.; LIMA, J. E. F. W. **Guia de práticas sedimentométricas**. Brasília, DF: Aneel, 2000.
- <sup>14</sup> NUNES, H. K. B.; GOMES, M. L.; PAULA, J. E. A. Assoreamento e formação de bancos de areia no leito do Rio Parnaíba, na zona urbana de Teresina-Piauí. **Geonorte**, [Amazonas], v. 10, n. 1, p. 156-160, 2014. Disponível em: <https://www.periodicos.ufam.edu.br/index.php/revista-geonorte/article/view/1537>. Acesso em: 28 ago. 2022.
- <sup>15</sup> MORAIS, R. C. S. Estimativa de produção e transporte de sedimentos na bacia hidrográfica do Rio Parnaíba, nordeste do Brasil. **Equador**, [S.l.], v. 4, n. 4, p. 81-97, 2015.
- <sup>16</sup> 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. Brasília, DF: Presidência da República, 1981.
- <sup>17</sup> BRASIL. **Lei 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. Brasília, DF: Presidência da República, 1997. Disponível em: [https://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/leis/l9433.htm](https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/l9433.htm). Acesso em: 03 dez. 2025.
- <sup>18</sup> PORATH, S. L. **A paisagem dos rios urbanos: a presença do Rio Itajaí-Açu na cidade de Blumenau**. 2003. Dissertação (Mestrado em Arquitetura e Urbanismo) – Escola de Arquitetura e Urbanismo, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2003.
- <sup>19</sup> MORSCH, M. R. S.; MASCARÓ, J. J.; PANDOLFO, A. Sustentabilidade urbana: recuperação dos rios como um dos princípios da infraestrutura verde. **Ambiente Construído**, Porto Alegre, v. 17, n. 4, p. 305-321, out./dez., 2017.
- <sup>20</sup> SILVA, E. C. G.; PAZ, T. L. D. C.; ARAÚJO, D. M. F. Monitoramento de parâmetros físico-químicos para avaliação do efluente tratado proveniente de uma ETE. *In*: CONGRESSO BRASILEIRO DE QUÍMICA, 56., 2016, Pará. **Anais** [...]. Pará: ABQ, 2016. *Online*. Disponível em: <http://www.abq.org.br/cbq/2016/trabalhos/5/9490-17245.html>. Acesso em: 25 out. 2022.
- <sup>21</sup> AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS E SANEAMENTO BÁSICO (Brasil). **Panorama da qualidade das águas superficiais do Brasil 2012**. Brasília, DF: ANA, 2012.
- <sup>22</sup> ROCHA, J. R. **Impactos das atividades antrópicas na qualidade das águas do Rio Parnaíba no meio urbano das cidades de Teresina-PI e Timon-MA**. 2013. Dissertação (Mestrado em Desenvolvimento e Meio Ambiente) – Universidade Federal do Piauí, Teresina, 2013.
- <sup>23</sup> PIAUÍ. Secretaria do Meio Ambiente. Conselho Estadual de Recursos Hídricos. **Legislação ambiental do Estado do Piauí**. Teresina: Semar, 2014.

## CAPÍTULO 2

# Esperança Nossa de Cada Dia, a Água!

---

**Alessandra de Souza Gomes Clementino**

*Prefeitura Municipal de Esperança, Paraíba*

**Fabiana Ferreira**

*Universidade Federal do Piauí, Teresina, Piauí*

**Thelmo de Carvalho Teixeira Branco Filho**

*Universidade Federal do Rio Grande, Rio Grande, Rio Grande do Sul*

*Lembrou-se dos filhos, da mulher e da cachorra, que estavam lá em cima, debaixo de um juazeiro, com sede. Lembrou-se do preá morto. Encheu a cuia, ergueu-se, afastou-se, lento, para não derramar a água salobra. Subiu a ladeira. A aragem morna acudia os xiquexiques e os mandacarus. Uma palpitação nova. Sentiu um arrepio na catinga, uma ressurreição de garranchos e folhas secas.*

*Graciliano Ramos, Vidas Secas (1).*

Esperança é o nome de uma cidade no interior da Paraíba, onde um senhor chamado Damião, idoso, aposentado e sem escolaridade, enfrenta, juntamente com outros moradores, o desafio da busca incessante pelo acesso à água. A comunidade à qual pertence, situada no extremo entre o meio rural e o meio urbano, não tem água nas torneiras, um pesadelo diário para os cidadãos esperançosos.

Antes que o sol comece a castigar, o senhor Damião faz um percurso de oito minutos empurrando uma carriola bastante gasta pelo tempo, com dois baldes, sendo que cada um deles tem a capacidade para armazenar quarenta litros de água, o que, é claro, uma quantidade ínfima para suas necessidades vitais. Às vezes é preciso enfrentar a fila de baldes, na qual esses recipientes são enfileirados diante do reservatório: uma caixa d'água em material plástico, com capacidade para aproximadamente mil litros, instalada pelo governo estadual e abastecida semanalmente por meio de carros-pipa fornecidos pela prefeitura.

Chegando em casa, a água vai sendo consumida ao longo de um ou dois dias, pois é importante economizar o pouco adquirido. Assim, por não dispor de um filtro convencional, o pote de barro do senhor Damião recebe parte dessa água, já que, defende em seu discurso, "é limpa e não tem cheiro ruim, pode beber!" A sobra, ele armazena

em baldes e utiliza para lavar as hortaliças e os utensílios domésticos e para tomar “um banho de caneca”, tentando, assim, manter os mínimos cuidados com a higiene pessoal.

É fato que o senhor Damião também busca água em outras fontes alternativas, a exemplo de barreiros (pequenos reservatórios de terra construídos na zona rural), que armazenam água de chuva, a ser utilizada no consumo humano e animal, nos períodos mais secos do ano. A falta de água potável e segura compromete os usos menos imediatos e as condições de higiene, e isso faz com que, frequentemente, o senhor Damião recorra ao posto de saúde local, em busca de sachês de soro de reidratação oral, que o agente de saúde lhe fornece para tratar a diarreia recorrente. Lá, ele recebe as informações de como diluir o “pozinho” e outras recomendações necessárias, voltando para casa satisfeito.

O senhor Damião não percebe que pode adoecer outras vezes em virtude da ausência ou precariedade de saneamento básico. Essa dificuldade em garantir água para o seu consumo diário ele atribui à seca, colocando-se puramente como criatura que admite e respeita os desígnios do seu Criador, quando então rumoreja que “a razão do sofrer consiste na chuva que tardou em chegar”. Porquanto, ele e tantos outros conterrâneos seguem uma trajetória de vida difícil, perpetuando as mesmas situações de decênios que lhes são impostas, sem perceber que merecem o respeito descrito na Constituição Cidadã, que lhes garante o direito fundamental ao saneamento básico.

*Coloque-se na posição de um morador de Esperança e encontre soluções para a prevenção de riscos aos quais a população do município pode ser exposta pela ocorrência prolongada de períodos de seca e conseqüente ausência de água potável, própria para o consumo humano, livre de substâncias contaminantes, poluentes e patogênicas. Apresente, no mínimo, duas possíveis soluções e argumente a favor de uma delas.*

### **Características do Caso e Contextualização do Tema**

Embora a cidade de Esperança, local onde a narrativa ocorre, conte com uma Estação de Tratamento de Água convencional, que é operacionalizada pela Companhia de Água e Esgotos da Paraíba (Cagepa), há mais de uma década convive com um abastecimento público de água insuficiente para toda sua população urbana e rural, que corresponde a 31 231 pessoas(2). Assim, no quintal de casa, os moradores precisam manter uma cisterna, de placa ou alvenaria, ou mesmo tonéis plásticos com capacidade para duzentos litros e, para beber, muitos recorrem ao consumo de água mineral, envasada em garrações de vinte litros, inclusive, movimentando um segmento comercial especializado para esse fim.

Enquanto alguns desses moradores da zona urbana, principalmente aqueles que moram nas comunidades carentes, dependem exclusivamente das soluções alternativas de abastecimento, que geralmente incluem cisternas e caixas d’água comunitárias e distribuição por meio de carro-pipa, na área rural a configuração do abastecimento

de água difere um pouco, pois geralmente cada propriedade possui um reservatório individual, com um sistema de captação de água da chuva, composto por canalizações instaladas nas calhas dos telhados, que conduzem a água coletada à cisterna. No entanto, em períodos de seca, os moradores também necessitam de abastecimento por carro-pipa, já que não dispõem de água acumulada.

Nesse contexto, para garantir aos moradores o acesso à água, o poder público municipal realiza o abastecimento de algumas comunidades urbanas e rurais por meio de carros-pipa, respeitando um cronograma que inclui alternância de dias ou semanas, a depender da capacidade do reservatório e da população a ser beneficiada. Assim, ao saber antecipadamente o dia desse abastecimento, os moradores das comunidades organizam-se com recipientes em torno da caixa d'água. De acordo com a época do ano, a quantidade de água que cada morador tem direito a receber varia, considerando que a escassez de recursos hídricos fica mais intensa com as altas temperaturas e ausência de chuvas. Aos cidadãos que possuem reservatório próprio e fonte de renda, a compra de água é uma opção, assim, um carro-pipa fornece em média dezesseis mil litros de água, que precisam ser estocados no domicílio para o consumo da família ao longo de alguns meses.

Além do abastecimento por solução alternativa, a Secretaria Municipal de Saúde, via agentes comunitários de saúde, já realiza a entrega de hipoclorito de sódio, entretanto, as informações contidas no rótulo do produto não são suficientes para garantir o uso correto, o que sobremodo inviabiliza a sua finalidade. Convém ainda mencionar que a Portaria GM/MS n. 888/2021 (3) permite o fornecimento de água para consumo humano por meio de solução alternativa coletiva, mesmo em locais onde há sistema público de abastecimento. Mas, compete aos municípios e suas respectivas secretarias de saúde realizar os procedimentos de controle e de vigilância da qualidade da água para consumo humano e seu padrão de potabilidade, que incluem, dentre outras ações, as inspeções sanitárias periódicas para análise e avaliação do cumprimento dos dispositivos previstos, a saber: cor aparente, pH, coliformes totais, *Escherichia coli*, turbidez e residual de desinfetante. E, quando identificadas não conformidades, adotar as ações cabíveis, que consistem em comunicar imediatamente ao responsável pelo sistema de abastecimento ou pela solução alternativa, além de dar ciência à população, de forma clara e acessível, sobre os riscos associados ao abastecimento de água e medidas a serem adotadas.

A luta constante pelo suprimento de água é abordada no caso, que narra a história de um idoso que não dispõe de recursos suficientes para aquisição de filtro de água. Soma-se a isso a sua condição de analfabetismo, que compromete o acesso e compreensão das informações sobre o modo de transmissão, sintomas e formas de prevenção de doenças.

O consumo de água e alimentos contaminados pode provocar doenças, que têm a diarreia como sintoma comum, mas também pode desencadear outras manifestações. Tais enfermidades podem ser provocadas por diferentes microrganismos patogênicos: *Escherichia coli* (infecção urinária), protozoário *Entamoeba histolytica* (amebíase), bactéria *Vibrio cholerae* (cólera), bactérias do gênero *Leptospira* (leptospirose), bactérias do gênero *Shigella* (disenteria bacteriana), *Salmonella enterica typh* (febre tifoide), ovos do parasita *Ascaris lumbricoides* (lombriga), Rotavírus, protozoário *Toxoplasma gondii* (toxoplasmose), entre outras (4).

Nessa perspectiva, o caso pode despertar nos alunos a empatia para com o personagem principal, por envolver questões sobre os impactos socioambientais na situação de saúde de determinada população, relacionados com o saneamento ambiental inadequado. Ademais, o tema é relevante e atual, por se tratar de uma realidade vivenciada na região do Nordeste brasileiro, bastante diferente do cenário de outras regiões e grandes centros do país. O caso também possui utilidade pedagógica, sendo passível de ser aplicado em sala de aula, promovendo a compreensão sobre a importância do saneamento básico e quais os deveres de cada segmento da sociedade, estimulando a reflexão sobre a necessidade de incluir propostas tecnicamente possíveis e economicamente viáveis para garantir o consumo de água segura.

Considera-se, portanto que o problema no caso está bem definido, pois o adoecimento do personagem pode ser em decorrência do consumo de água e alimentos contaminados, tendo como precursor a deficiência de saneamento básico, especialmente no que corresponde à ausência de infraestrutura relacionada ao projeto hidráulico adequado, para garantir que a água não seja contaminada durante o seu transporte e manuseio.

### Apontamentos Didáticos

Por muito tempo o ensino de ciências ocorreu na forma de reprodução dos conteúdos, com a memorização de fórmulas e conceitos, o que pouco contribuía para a formação crítica dos educadores. Atualmente, os cursos de formação de professores têm procurado fornecer subsídios para a realização de um ensino mais comprometido com a formação cidadã. Para isso, é necessário que os espaços formativos de professores provoquem reflexões profundas sobre os conteúdos abordados (5).

Nessa perspectiva, dentro do contexto e da problemática abordada no caso, é possível encontrar algumas alternativas para resolver ou amenizar os problemas e impactos provocados pela falta de água potável ideal para o consumo.

Como nos relata Fonseca (6), o acesso à água de qualidade e em condições de atender à demanda populacional de uma determinada localidade, além de ser um direito, é fator primordial para a sobrevivência humana e garantia de bem-estar necessário à população. Porém, na atualidade, a escassez de água tornou-se um dos maiores problemas

enfrentados pela sociedade, principalmente no Nordeste brasileiro. A escassez hídrica gera diversos impactos ambientais e humanos.

No âmbito escolar, a temática em foco se vincula ao Ensino Fundamental I e II, principalmente na abordagem dos processos migratórios em diferentes tempos e espaços e no tratamento de dados estatísticos referentes aos problemas decorridos de doenças relacionadas às condições de saneamento ambiental das comunidades do Norte e Nordeste brasileiro, estando essas pautas alinhadas ao que é previsto na Base Nacional Comum Curricular (BNCC).

O caso também atende ao que é previsto pela Agenda 2030 para o Desenvolvimento Sustentável das Nações Unidas, documento que reúne dezessete objetivos de desenvolvimento sustentável e 169 metas criadas para erradicar a pobreza e promover vida digna a todos, dentro das condições que o planeta oferece e sem comprometer a qualidade de vida das gerações futuras. A Agenda 2030 é universal, indivisível e integra as dimensões econômicas, social e ambiental, com base em cinco princípios orientadores: pessoas, planeta, prosperidade, paz e parcerias (5 Ps).

O Objetivo de Desenvolvimento Sustentável n. 6 visa garantir a disponibilidade e a gestão sustentável de água potável e saneamento para todos. Entre suas metas, algumas merecem destaque, como:

6.1: alcançar o acesso universal e equitativo a água potável e segura para todos; [...]

6.3: melhorar a qualidade da água, reduzindo a poluição, eliminando despejos 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.

6.4: 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 o número de pessoas que sofrem com a escassez de água (7).

Dessa forma, a narrativa traz em seu bojo elementos que permitem a associação de diferentes esferas da sociedade, considerando que a escola é parte integrante dessa sociedade e cabe a ela despertar nos estudantes uma reflexão acerca dos problemas enfrentados pela população.

### **Fonte de Inspiração para a Produção do Caso**

A fonte de inspiração tem como base a vivência de um dos autores da narrativa, que compartilha dessa realidade enfrentada por muitos moradores do município de Esperança, situado no semiárido paraibano, distante 145 km da capital João Pessoa.

## Proposta de Aplicação do Caso

O caso poderá ser estudado em quatro aulas, cada uma com duração de cinquenta minutos, sendo a primeira destinada à leitura e apresentação do caso.

**Aula 1:** Organização dos grupos de alunos, com distribuição de uma cópia do caso. Após a leitura, instigar os alunos a falar sobre o abastecimento de água do seu domicílio e quais as utilidades desse recurso.

**Aula 2:** Processo de sensibilização dos alunos acerca da seca no Nordeste e suas implicações na vida de muitas famílias, a partir da exibição de um documentário que versa sobre escassez hídrica e desperdício de água. Nesse contexto, o professor solicita que, ao término dessa exibição, os alunos produzam um texto dissertativo sobre o tema.

**Aula 3:** Apresentação, por parte do professor, das diferentes doenças relacionadas com a água. Os alunos serão organizados em grupos para escolherem uma das doenças apresentadas e realizar a exposição daquilo que pesquisaram acerca do assunto. A forma de apresentação poderá ser por meio de peça teatral, ensaio de telejornal (matéria jornalística), *slides* ou vídeo de produção autoral.

**Aula 4:** Elaboração de possíveis soluções para o caso por parte dos alunos por meio de desenhos, produção de infográfico ou cartilha.

## Recursos para a Aplicação do Caso

Cópias do caso para os integrantes dos grupos e projetor multimídia para a apresentação de *slides* sobre a temática da escassez de recursos hídricos e as características do semiárido nordestino.

## Conhecimentos, Habilidades e Atitudes em Foco

- Desenvolver senso crítico no sentido de perceber a importância de assegurar a disponibilidade de água potável e saneamento para todos;
- Respeitar a diversidade regional e suas características socioeconômicas;
- Interpretar as condições de saúde da comunidade, cidade ou estado, com base na análise e comparação de indicadores de saúde, tais como taxa de mortalidade infantil, cobertura de saneamento básico e incidência de doenças de veiculação hídrica, considerando inclusive os resultados da implementação de políticas públicas destinadas à saúde, bem como a interface com os Objetivos de Desenvolvimento Sustentável da ONU 3 e 6, que tratam respectivamente, da Boa Saúde e Bem-Estar e Água Limpa e Saneamento.

## Resoluções Sugeridas para o Caso

### Solução 1: Atuação do Agente Comunitário de Saúde

Embora o sistema alternativo de abastecimento de água não seja uma solução definitiva, à medida que o poder público forneça água tratada com regularidade e em quantidade suficiente, os moradores não recorrerão às fontes de origem duvidosa. Além disso, o trabalho educativo deve permear todo o processo de distribuição de água, no sentido de orientar as famílias quanto ao manuseio e armazenamento adequado no domicílio.

Nesse contexto, é fundamental que o agente comunitário de saúde (ACS), em parceria com a equipe de saúde local, desenvolva ações educativas na comunidade, visando a prevenir doenças por meio de atitudes simples, tais como: a utilização correta do hipoclorito de sódio, a higienização de frutas e verduras, além da fervura da água de beber, para aqueles que não dispõem de filtro.

De acordo com a Lei Federal 13.595/2018 (8), o ACS é um profissional de saúde, que tem atribuições de desempenhar atividades de prevenção de doenças e de promoção da saúde, a partir dos referenciais da Educação Popular em Saúde, buscando mediar o acesso da comunidade aos serviços da Atenção Básica, que incluem informação, saúde, promoção social e proteção da cidadania. Dentre outras atribuições, o ACS realiza visitas domiciliares e ações educativas, sejam individuais ou coletivas. Geralmente, em razão de residir na mesma comunidade em que atua, estabelece vínculo com as famílias, o que, portanto, facilita a troca de saberes entre esse profissional e a comunidade.

Atualmente, no Brasil, são 265 mil agentes comunitários de saúde que desempenham ações individuais ou coletivas, em conformidade com as diretrizes do Sistema Único de Saúde (SUS) e em consonância com a Estratégia Saúde da Família (9). Esse é um modelo assistencial que se fundamenta no trabalho de equipes multiprofissionais, em um território adscrito e, que leva em consideração a realidade local, bem como as necessidades de cada população (10).

No entanto, 72,69 milhões de pessoas em nosso país ainda não são atendidas por esse modelo de serviço, o que representa 34% da população brasileira, que está concentrada principalmente em capitais e regiões metropolitanas (11).

Diante do exposto, entende-se que a mobilização social é fundamental para tornar a comunidade participativa no processo de aprendizagem, pois, de acordo com Paulo Freire (12), a realidade só pode ser modificada a partir do momento em que o sujeito percebe que é modificável e que ele contribui para isso.

## Solução 2: O cuidado do agente de saúde à comunidade rural

A Política Nacional de Atenção Básica apresenta diretrizes que orientam a organização da Atenção Primária à Saúde (APS) no país, considerada a porta de entrada prioritária do usuário no Sistema Único de Saúde.

No âmbito da Atenção Primária à Saúde, principalmente em áreas rurais, o ACS é o trabalhador que reduz a distância entre a população e o serviço de saúde, identificando as principais necessidades da comunidade sobre os modos de produzir o cuidado e formas de acessar os serviços de saúde (13).

Quanto aos moradores da zona rural, também deve ser ofertado o mesmo trabalho educativo oferecido à população urbana, que contempla as questões sanitárias e preventivas. Contudo, aqui incluem-se também as informações acerca das propriedades da água bruta e quais etapas necessárias para torná-la potável, uma vez que essa população está mais propensa a recorrer aos barreiros e açudes, quando a seca é prolongada.

Também convém orientar quanto ao manuseio adequado do sistema que coleta água da chuva, mantendo a limpeza das calhas e supervisão da encanação, ambas para garantir o armazenamento de água no interior da cisterna. Além disso, partilhar as práticas operacionais, que envolvem tanto a proteção do recipiente utilizado para retirar água da cisterna (balde lançado dentro da água armazenada) quanto o desvio das primeiras chuvas.

A cisterna é uma das melhores e mais eficazes alternativas para minimizar os efeitos da estiagem. Por isso, a construção deste equipamento é umas das ações que vem sendo executada pelo Governo do Estado da Paraíba (14). No intuito de melhorar o acesso à água e reduzir a vulnerabilidade agroclimática, o governo criou o programa “PB Rural Sustentável”, que consiste na entrega de cisternas de placa aos agricultores familiares da zona rural paraibana, com a pretensão de serem entregues 7 700 cisternas.

## Solução 3: Programa de distribuição de filtros de barro e desinfetante de uso doméstico e capacitação das pessoas envolvidas

Para ambos os públicos, urbano ou rural, por meio do engajamento dos órgãos públicos, propõe-se a criação de um programa de distribuição de filtros de barro para famílias de baixa renda, que, embora tenha um caráter social, essencialmente estaria oferecendo uma ferramenta de saúde pública, que corresponde à penúltima etapa de tratamento de água e antecede a cloração: a filtração.

Nesse contexto, existem experiências já adotadas por alguns estados, a exemplo do Programa Água Viva, que foi executado entre 2016 e 2017 pelo Governo da Paraíba, com o objetivo de assegurar a saúde da população que não tinha acesso à água potável, tendo

sido distribuídos cerca de 31 mil filtros. Esse programa integrava o Plano Emergencial de Enfrentamento à Estiagem e tinha a finalidade de distribuir filtros cerâmicos para as famílias da zona rural dos municípios paraibanos.

Entre os anos de 2021 e 2022, outro estado, o Mato Grosso, desenvolveu esse tipo de ação, por meio do Programa “SER Família Solidário”, da Secretaria de Estado de Assistência Social e Cidadania, que distribuiu 37 mil filtros de barro com o intuito de garantir o acesso de comunidades carentes à água filtrada. A finalidade do programa era reduzir as desigualdades sociais, sustentando-se em três pilares: superação, esperança e respeito, cujas iniciais juntas formam a palavra “SER”.

## Para saber mais

CLEMENTINO, A. S. G. **Indicadores sentinelas para a avaliação da qualidade da água de abastecimento da cidade de Esperança-PB**. 2014. Dissertação (Mestrado em Ciência e Tecnologia Ambiental) – Centro de Ciências e Tecnologia, Universidade Estadual da Paraíba, Campina Grande, 2014. Disponível em: <http://tede.bc.uepb.edu.br/jspui/handle/tede/2064>. Acesso em: 18 jul. 2023.

A dissertação teve como objetivo avaliar a qualidade da água distribuída na cidade de Esperança, Paraíba, com base no monitoramento de indicadores sentinelas, cloro residual livre e turbidez, utilizando uma abordagem de análise de risco.

## Referências

- 1 RAMOS, G. **Vidas secas**. 76. ed. Rio de Janeiro: Record, 1998.
- 2 INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **[Brasil/Paraíba/Esperança/Panorama]**. [S.l.]: IBGE, c2023. Disponível em: <https://cidades.ibge.gov.br/brasil/pb/esperanca/panorama>. Acesso em: 9 jul. 2023.
- 3 BRASIL. Portaria MS n. 888, de 4 de maio de 2021. Altera o Anexo XX da Portaria de Consolidação GM/MS n. 5, de 28 de setembro de 2017, para dispor sobre os procedimentos de controle e de vigilância da qualidade da água para consumo humano e seu padrão de potabilidade. Brasília, DF: **Diário Oficial da União**, 2021. Disponível em: [https://bvsmms.saude.gov.br/bvs/saudelegis/gm/2021/prt0888\\_07\\_05\\_2021.html](https://bvsmms.saude.gov.br/bvs/saudelegis/gm/2021/prt0888_07_05_2021.html). Acesso em: 20 jan. 2026.
- 4 RAZZOLINI, M. T. P.; GUNTHER, W. M. R. Impactos na saúde das deficiências de acesso à água. **Saúde e Sociedade**, São Paulo, v. 17, 2008.
- 5 COUTINHO, C.; MIRANDA, A. C. G. Formação de professores de ciências da natureza: relatos de uma prática docente diferenciada. **Insignare Scientia**, [S.l.], v. 2, n. 2, maio/ago., 2019.
- 6 FONSECA, O. F. **Água, espaço e cidadania: estudo de caso sobre a problemática do abastecimento hídrico no bairro Antônio Mariz, Cuité/PB**. 2021. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Geografia) – Universidade Federal de Campina Grande, Paraíba, 2021.
- 7 NAÇÕES UNIDAS BRASIL. **Transformando nosso mundo: a Agenda 2030 para o desenvolvimento sustentável**. Brasília, DF, 2015. Disponível em: [https://www.mds.gov.br/webarquivos/publicacao/brasil\\_amigo\\_pessoa\\_idosa/agenda2030.pdf](https://www.mds.gov.br/webarquivos/publicacao/brasil_amigo_pessoa_idosa/agenda2030.pdf). Acesso em: 24 de set. 2022.
- 8 BRASIL. **Lei nº. 13.595 de 05 de janeiro de 2018**. Altera a Lei nº 11.350, de 5 de outubro de 2006, para dispor sobre a reformulação das atribuições, a jornada e as condições de trabalho, o grau de formação profissional, os cursos de formação técnica e continuada e a indenização de transporte

dos profissionais Agentes Comunitários de Saúde e Agentes de Combate às Endemias. Brasília, DF: Presidência da República, 2018. Disponível em: [https://www.planalto.gov.br/CCIVIL\\_03/\\_Ato2015-2018/2018/Lei/L13595.htm](https://www.planalto.gov.br/CCIVIL_03/_Ato2015-2018/2018/Lei/L13595.htm). Acesso em: 20 jan. 2026.

- <sup>9</sup> BRASIL. Ministério da Saúde. **Atenção Primária**. Brasília, DF, [2023]. Disponível em: <https://aps.saude.gov.br/noticia/20397>. Acesso em: 18 jul. 2023.
- <sup>10</sup> Brasil. Ministério da Saúde. Secretaria de Atenção à Saúde. Departamento de Atenção Básica, Política Nacional de Atenção Básica (Pnab), Brasília, 2012. Disponível em: <https://www.gov.br/saude/pt-br/composicao/saps/esf/consultorio-na-rua/arquivos/2012/politica-nacional-de-atencao-basica-pnab.pdf/view>. Acesso em: 18 jul. 2023.
- <sup>11</sup> FARIA, M.; CAMARGO, M.; AGUILLAR, A.; TASCA, R. **Estimativa de recursos necessários para ampliação da estratégia de saúde da família**. Rio de Janeiro: Instituto de Estudos para Políticas de Saúde, 2022 (Estudo Institucional, n. 8.). Disponível em: <https://ieps.org.br/estudo-institucional-08/>. Acesso: 18 de julho de 2023.
- <sup>12</sup> FREIRE, P. **Pedagogia da Autonomia**: saberes necessários à prática educativa. Rio de Janeiro: Paz e Terra, 1996.
- <sup>13</sup> SOARES, A. N.; SILVA, T. L.; FRANCO, A. A. A. M.; MAIA, T. F. Cuidado em saúde às populações rurais: perspectivas e práticas de agentes comunitários de saúde. **Physis**: Revista de Saúde Coletiva, [S.l.], nov. 2020.
- <sup>14</sup> “PB RURAL Sustentável: Governo Garante Acesso a Água em Comunidades Rurais com a Construção de Cisternas”. Governo da Paraíba, 10 fev. 2023.

## CAPÍTULO 3

# Atenção! Lagoa de Jacarepaguá Interditada!

---

**Eva Vilma Ribeiro**

*Secretaria da Educação do Estado de São Paulo, Ibiúna, São Paulo*

**Kellen Maria Reis**

*Secretaria da Educação do Rio Grande do Sul, Canoas, Rio Grande do Sul*

**Miriam Aparecida da Silva Miranda**

*Serviço Autônomo de Água e Esgoto da Cidade de Ibiá, Minas Gerais*

**Vinicius Perez Dictoro**

*Especialista Ambiental da Associação Instituto Cultural Janela Aberta, São Carlos, São Paulo*

A família Barbosa sai todos os anos de Minas Gerais para passar férias no Rio de Janeiro. Durante os dias de sol, gosta de passear na Lagoa de Jacarepaguá, participando de várias atividades no local.

– Não vejo a hora de chegar lá, essas férias serão incríveis – comenta João, o filho mais velho.

– Agora que estou craque na natação, não vou te dar chances, João – brinca Marcos, o irmão caçula.

A família segue sua viagem feliz e cheia de expectativas para os momentos que terão juntos, principalmente as crianças, que anseiam por rever a cidade maravilhosa. No entanto, quando chegam ao Rio de Janeiro e olham para a lagoa percebem que esse ano tudo será diferente.

A cor da água estava estranha, diferente do que eles lembravam, tinha um tom esverdeado. Além disso, eles ouviram um relato de que em uma parte da lagoa foram vistos alguns peixes mortos. As crianças, que estavam animadas durante a viagem, ficaram um pouco decepcionadas.

– Meus filhos, eu sei da ansiedade de vocês em realizar o passeio de caiaque na lagoa, brincar e se divertir, porém devido à poluição ela foi interditada – diz a mãe, Patrícia, que também é professora de ciências.

Ao perceber a tristeza dos garotos, completa:

– Mas não fiquem tristes, vamos aproveitar esta situação para pensar quais as causas que levaram à interdição e também realizar a visita ao Parque Estadual da Pedra Branca.

Durante a visita ao Parque, os filhos da família Barbosa foram ouvindo as explicações do guia e começaram a fazer questionamentos com relação à interdição da lagoa, pois ainda estavam intrigados e inconformados com a situação. No mesmo dia, mais tarde, a família retorna à lagoa.

– A água está esverdeada, tem peixes mortos, sentiram o cheiro ruim? Será que tem esgoto sendo liberado por aqui? – pergunta a mãe, e completa: – Meninos, o que está acontecendo na lagoa? Desafio vocês a descobrirem, vocês topam?

Os meninos se entreolham com um sorrisinho de canto de boca e aceitam o desafio. Eles não iriam desistir até descobrir o que estava acontecendo no local.

No dia seguinte, a família foi visitar o Instituto de Análise das Águas do Rio de Janeiro (IAA-RJ), ficou sabendo que o monitoramento da lagoa estava sendo realizado pelos seus pesquisadores e, no Laboratório de Ecotoxicologia, obteve informações sobre a contaminação que a intrigava.

De volta ao hotel, as crianças começaram a relatar tudo que foi mostrado na visita e iniciaram uma pesquisa no *notebook* dos pais para identificar as possíveis causas da interdição da lagoa. Em seguida, tiveram a ideia de escrever para o seu professor de ciências, para que ele verificasse as causas que haviam encontrado e julgasse se elas podem, de fato, ter levado à interdição da lagoa.

*Imagine que você é o professor de ciências e, após analisar as possíveis causas citadas pelos meninos para a interdição da Lagoa de Jacarepaguá, precisa apontar as mais prováveis.*

### **Características do Caso e Contextualização do Tema**

O crescimento populacional e as atividades humanas podem ser considerados como os maiores responsáveis pela poluição do meio aquático. Os rios, lagos e lagoas se tornaram ao longo dos anos depositários de rejeitos e resíduos (1).

O complexo lagunar de Jacarepaguá está inserido na malha urbana no município do Rio de Janeiro, nas zonas Sul e Oeste da capital fluminense, sendo localizado em uma planície costeira margeada pelas montanhas da Serra do Mar e pelo oceano Atlântico. Este complexo é formado por quatro lagoas: Lagoa da Tijuca, Lagoa de Jacarepaguá, Lagoa Marapendi, que são alongadas na direção Leste-Oeste, e, ainda, pela Lagoa de Camorim, que é um canal de conexão entre as lagoas da Tijuca e de Jacarepaguá. A superfície do complexo lagunar de Jacarepaguá é de 12,8 km<sup>2</sup>, contendo águas salobras com salinidade entre 0,5 a 25 ppm (2). Os rios e canais que contribuem para o complexo lagunar de Jacarepaguá são classificados como áreas de preservação de flora e fauna, além de uso estético, entretanto, esses corpos hídricos atravessam grande parte dos

bairros de Jacarepaguá e áreas adjacentes, trazendo em suas águas uma alta carga de sedimentos, resíduos industriais e domésticos (3).

De acordo com o censo do IBGE 2021, a população do município na área do Subcomitê do Sistema Lagunar de Jacarepaguá é de cerca de 1 005 687 habitantes (4). Os autores Silva e Nascimento (5) destacam que a ocupação desordenada no entorno da lagoa, com comunidades sem tratamento de esgoto que geram poluição nestas águas, sem a adequada fiscalização dos órgãos públicos. Os despejos de resíduos residenciais, e até mesmo industriais, causam uma degradação e contaminação visível nas águas das lagoas e canais da região, tornando-as impróprias para atividade humanas.

O caso “Atenção! Lagoa de Jacarepaguá Interditada!” é um recurso que possibilita a discussão das ações antrópicas sobre os ecossistemas naturais e diversos outros impactos que podem estar envolvidos com essa temática, contando uma história que acontece frequentemente com famílias brasileiras: viajar para curtir as férias em locais com lagoas e na presença da água. O caso também causa curiosidade, uma vez que a família segue sua viagem feliz e com altas expectativas para aproveitar este momento, porém quando chega ao local se depara com uma situação inesperada. Nota-se também que o caso traz um assunto atual, um problema que assola grande parte do país, principalmente regiões com menor saneamento básico e também as cidades onde são lançados esgotos sem tratamento prévio nos cursos d’água (6).

A gestão da água é um problema mundial, principalmente em países em desenvolvimento, onde as demandas econômicas têm colocado as fontes de água em situações adversas, com poluição, alterações na ecologia original dos cursos d’água, conflitos sociais em áreas mais fragilizadas socialmente e ainda aumento da vulnerabilidade da população humana em razão de contaminação e falta de acesso à água de boa qualidade. Com isso, ocorre um decréscimo na capacidade de suporte desses ambientes, devido aos problemas de qualidade de água em bacias hidrográficas, havendo necessidade de mitigação desses fatores (7).

Por fim, quando as crianças investigam as causas para a interdição da lagoa e procuram a colaboração do professor de ciências para que ele possa verificar se estas podem estar relacionadas com o problema, o caso mostra o impacto da pesquisa e da busca conjunta por uma solução, levantando questões que podem ser abordadas nas salas de aulas e que estão associadas a aspectos de um problema real.

### **Apontamentos Didáticos**

Segundo Silva (8), o processo educacional deve ter caráter integrativo e ético, sendo fundamental na formação da cidadania dos indivíduos; esse processo é um direito, o do acesso aos conhecimentos adquiridos pela sociedade ao decorrer dos anos, levando

a população a tomar atitudes que propiciem um melhor diálogo e reflexão com o seu entorno.

Assim, pesquisas realizadas em áreas de bacias hidrográficas, como rios, lagos e lagoas podem ser relevantes para a compreensão dos aspectos e valores que os cursos de água de uma localidade inserem na vida das pessoas. Esses estudos ajudam os indivíduos a compreender o sentido de pertencimento ao meio ambiente, entender onde e como eles estão inseridos no meio e quais as interações existentes com os elementos naturais.

Tendo em vista os diversos problemas que a eutrofização pode causar, este se torna um tema de interesse e relevância social, uma vez que pode despertar nos alunos a reflexão e a sensibilização ambiental sobre problemas reais que acontecem em diversos locais, suas causas e possíveis soluções. Destaca-se também a importância da reflexão e desenvolvimento de habilidades de pesquisa de temas que estão relacionados com atividades diárias e que podem ser causadas e agravadas pelo comportamento humano inadequado, tornando os alunos mais responsáveis ambientalmente para que não impactem o ambiente em que vivem.

A educação ambiental como prática educativa reflexiva abre aos sujeitos um campo com novas possibilidades de compreensão do meio ambiente e de si mesmos. Acredita-se que a contribuição da educação ambiental está no fortalecimento de uma nova ética ambiental e de valores emancipatórios que contribuem para a construção de uma cidadania ecológica (9). São necessárias novas práticas pedagógicas para uma educação transformadora, centrada nas condições humanas, no desenvolvimento da compreensão, da sensibilidade, da ética, na diversidade cultural e na pluralidade dos indivíduos (10). Esses aspectos podem ser desenvolvidos com atividades de pesquisa fora da sala de aula, com atividades de campo e atividades práticas estimuladas pelas interações com a natureza, por isso a importância do desenvolvimento de tais ações de pesquisa e de busca por novos conhecimentos.

Com o desenvolvimento deste caso, os alunos terão conhecimentos sobre a importância da preservação da água e dos ecossistemas aquáticos, impactos antrópicos no meio ambiente e a busca pelas causas de problemas ambientais, ressaltando a participação para identificação dessas causas. Assim, no que diz respeito à dimensão do conhecimento, o caso tem como público-alvo alunos do Ensino Médio, compreendendo temas associadas aos impactos ambientais, contaminação e poluição de águas, desequilíbrio ambiental, intervenção humanas e eutrofização. Essas temáticas estão alinhadas à Base Nacional Comum Curricular – BNCC (11), podendo propiciar uma aprendizagem sistêmica e atuação dos alunos na resolução de problemas, contribuindo para a formação de cidadãos mais responsáveis pelo cuidado com o meio ambiente.

Além disso, o caso também atende ao documento oficial *Transformando Nosso Mundo: A Agenda 2030 para o Desenvolvimento Sustentável*. Ressalta-se que este documento elenca

três dimensões do desenvolvimento sustentável: social; econômica e ambiental, neste caso as três dimensões podem ser trabalhadas em sala de aula a partir do estudo de caso proposto. O caso ainda aborda alguns dos Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS) propostos na Agenda 2030, mais especificamente o ODS 3, que visa a saúde e bem-estar, o ODS 6, água potável e saneamento, e o ODS 14, vida na água (12). Com base na narrativa, percebem-se impactos ambientais atrelados aos recursos hídricos que acometem negativamente a vida na água, o ecossistema local e também o bem-estar dos seres humanos.

### Fonte de Inspiração para a Produção do Caso

A fonte de inspiração para a produção do caso foi a experiência pessoal de um dos autores, que atua e trabalha com a temática nele abordada. O interesse pelo assunto foi ampliado após a leitura do artigo intitulado “Risco Recreacional Associado à Presença de Cianobactérias no Estuário do Complexo Lagunar da Baixada de Jacarepaguá, Rio de Janeiro, RJ, Brasil” (13).

### Proposta de Aplicação do Caso

O caso pode ser implementado no Ensino Médio, em uma sequência de quatro aulas, com cinquenta minutos de duração.

**Aula 1:** Apresentação do caso aos alunos por meio da leitura coletiva da narrativa “Atenção! Lagoa de Jacarepaguá Interditada”. Após isso, notícias e reportagens sobre possíveis impactos ambientais que podem ocorrer em lagoas, publicadas em diferentes anos, serão discutidas, de modo a que os alunos compreendam que este é um problema recorrente e que tem se intensificado. Depois disso o professor fará uma roda de conversa com os alunos, levantando algumas questões norteadoras como: O que contribui para a poluição dos recursos hídricos? Algum dos estudantes já presenciou problemas ambientais de poluição nos corpos d’água da sua região?

**Aula 2:** Para esta aula é necessário que a escola possa disponibilizar computador com acesso à internet para os alunos realizarem uma pesquisa. As atividades para essas aulas devem ser pautadas no método cooperativo de aprendizagem *Jigsaw* (14). O referido método consiste em três fases, na primeira os alunos são distribuídos em grupos de base, na segunda um aluno de cada grupo base participa de um grupo de especialista que se aprofunda em um subtópico, e na terceira fase os especialistas voltam ao seu grupo base e compartilham o que aprenderam (14). Para trabalhar o tema do caso, deve-se separar os alunos nos grupos de base, e depois nos grupos de especialistas em que irão pesquisar um dos eixos temáticos: 1. Principais impactos ambientais em corpos d’água; 2. Principais causas da eutrofização; 3. Principais soluções para a eutrofização; 4. Preservação de corpos d’água e legislação. Após a pesquisa, os grupos de alunos devem

se reunir, mediados pelo professor, para que apresentem os principais tópicos estudados para a turma, assim todos os alunos poderão compreender aspectos relevantes que podem nortear a resolução do caso.

**Aula 3:** Nesta etapa, será realizada uma aula de campo para visita a local próximo que possua um corpo hídrico degradado (preferencialmente, se houver na região, alguma lagoa). Esta visita tem por objetivo a observação das condições ambientais do recurso hídrico na prática, fazendo com que os alunos possam identificar os principais problemas e impactos ambientais que estão ali ocorrendo. O professor aproveitará a visita para dar ênfase à problemática do caso, identificando, se possível, locais onde está ocorrendo a eutrofização e mostrando aos alunos os impactos e os problemas que ela pode ocasionar a todo o ecossistema aquático. Após a experiência na aula de campo e a pesquisa realizada anteriormente, o professor irá retomar a pergunta final do caso, para que os alunos possam apresentar as possíveis causas da interdição da lagoa.

**Aula 4:** Nesta aula final, os alunos deverão apresentar de maneira expositiva as possíveis causas que fizeram com que a lagoa mencionada no estudo de caso fosse interditada, além disso também deverão apresentar duas soluções para que esse problema não venha mais a acontecer.

### Conhecimentos, Habilidades e Atitudes em Foco

- Ampliar a compreensão de conhecimentos científicos;
- Identificar e interpretar impactos ambientais relacionados com as atividades antrópicas;
- Avaliar e prever efeitos de intervenções nos ecossistemas, nos seres vivos e no corpo humano, interpretando os mecanismos de manutenção da vida com base nos ciclos da matéria e nas transformações e transferências de energia;
- Justificar a importância da preservação e conservação da biodiversidade, considerando parâmetros qualitativos e quantitativos;
- Avaliar os efeitos da ação humana e das políticas ambientais para a garantia da sustentabilidade do planeta;
- Promover o pensamento a partir de uma perspectiva integrada, científica e crítica;
- Propor estratégias de resolução e mitigação com base em fontes confiáveis e nos conhecimentos científicos adquiridos.

## Possíveis Causas do Problema

### Causa 1: Despejo irregular de esgoto doméstico e industrial

Uma das causas para o quadro demonstrado na narrativa do caso pode estar relacionada ao despejo irregular de esgoto doméstico e industrial em lagoas e outros corpos hídricos. Segundo Souza e Azevedo (15), as lagoas urbanas são exemplos de ecossistemas que recebem impactos diretos e indiretos das atividades antrópicas. Nesses ambientes naturais é possível verificar a relação entre ações e reações, ou seja, lançamento de efluentes domiciliares e industriais, ocupação irregular e depósito de resíduos sólidos pela população, capazes de provocar diversas alterações na qualidade da água, processos de eutrofização por excesso de carga orgânica, assoreamento, além da mortandade de espécies animais e vegetais.

As águas residuárias, águas de chuvas drenadas de áreas urbanas, assim como os efluentes industriais são umas das principais fontes de incremento de fertilizantes nos corpos de água. Essa adição pode causar desequilíbrios ecológicos e conseqüentemente o acúmulo de biomassa no fundo de lagos e represas, assoreando-os e entrando em processo de decomposição anaeróbia, aumentando a toxidade e impactando negativamente na qualidade do ambiente aquático (16).

Esses impactos podem gerar mudanças da estrutura nas comunidades aquáticas, podendo ocasionar uma dominância das cianobactérias. As cianobactérias são organismos procarióticos capazes de fixar carbono através da fotossíntese, entretanto, são também capazes de sintetizar uma série de compostos secundários, com efeitos biológicos tóxicos, chamados de cianotoxinas (17).

Geralmente, a cor verde sinaliza vida; siga em frente! Contudo, quando associada ao curso d'água, indica um desequilíbrio no ambiente que pode ocasionar morte. De fato, essa coloração pode indicar a presença de cianobactérias. Segundo Merel (18), as cianobactérias são capazes de produzir uma grande variedade de metabólitos, incluindo toxinas que podem ser tóxicas para a saúde dos seres humanos e provocar morte de animais aquáticos. Embora essas toxinas tenham sido mais associadas à mortandade de animais, os seres humanos também podem ficar expostos por meio de atividades recreativas nos ambientes aquáticos e/ou do consumo dessa água (18).

Os autores Ramires Júnior *et al.* (19) destacam que muitos lugares possuem ocupações irregulares que foram se concentrando às margens dos córregos, e acabam por lançar esgoto *in natura*, alterando a qualidade ambiental, devido à falta de infraestrutura e planejamento adequado dessas moradias.

No âmbito das políticas públicas, os instrumentos propostos pela Política Nacional de Recursos Hídricos (Lei Federal n. 9.433, de 8 de janeiro de 1997) podem auxiliar na promoção de uma gestão adequada e integrada da água, visando a conservação e a

preservação dos corpos hídricos. Em especial, o instrumento de enquadramento dos corpos de água em classes, que estabelece o nível de qualidade a ser alcançado ou mantido ao longo do tempo, pode ser fundamental para este caso específico. Mais do que uma simples classificação, o enquadramento deve ser visto como um instrumento de planejamento, pois deve tomar como base os níveis de qualidade que deveriam possuir ou ser mantidos para atender às necessidades estabelecidas pela sociedade e não apenas a condição atual do corpo d'água em questão (20).

### Causa 2: Despejo em excesso de fertilizantes

Uma outra causa para o quadro demonstrado na narrativa do caso pode estar relacionada ao despejo em excesso de fertilizantes. Os fertilizantes são substâncias ou um conjunto de substâncias aplicadas em uma lavoura com o objetivo de fornecer nutrientes para o desenvolvimento das plantas, podendo ser aplicados via solo ou via foliar. De maneira geral, estes podem ser classificados em minerais ou orgânicos (21).

O despejo em excesso destes adubos sintéticos na água (em especial, fósforo e nitrogênio) pode causar um aumento incomum de algas, que é a chamada eutrofização. A eutrofização consiste no aumento excessivo de nutrientes na água, podendo ser causada por drenagem de fertilizantes agrícolas, águas pluviais de cidades, detergentes, resíduos de minas, drenagem de dejetos humanos, entre outros. O excesso destas plantas na água bloqueia a passagem da luz, o que impede a fotossíntese de organismos que vivem mais ao fundo. Com isso, gera-se uma coloração mais turva na água e a diminuição dos níveis de oxigênio nela dissolvido. Estas alterações podem provocar a morte de diversas espécies de animais e vegetais, ocasionando um alto impacto ambiental para o ecossistema aquático (22).

Segundo Cunha (23), revela-se que no complexo das lagoas do Jacarepaguá encontram-se áreas sob intensa influência de águas residuárias ricas em matérias orgânicas, que podem intensificar o processo de eutrofização. A lagoa de Jacarepaguá tem se destacado, negativamente, como palco de extremos eventos de eutrofização, com intensas florações de cianobactérias (24).

No sistema de lagoas de Jacarepaguá são observados indicadores típicos de alta degradação e eutrofização do ambiente aquático, como: baixa quantidade de oxigênio dissolvido, alta concentração dos níveis de nitrogênio e fósforo, além do aumento da demanda biológica de oxigênio (DBO) (15).

### Para saber mais

BERNARDES, J. Sistema desenvolvido pela EESC remove cianotoxinas que contaminam água. *In*: UNIVERSIDADE de São Paulo. São Paulo, 13 jul. 2012. Disponível em: <https://www5.usp.br/noticias/meio->

[ambiente/sistema-desenvolvido-pela-eesc-remove-cianotoxinas-que-contaminam-agua/](#). Acesso em: 05 out. 2023.

Os sistemas de abastecimento de água estão sendo afetados pela eutrofização, que são fontes de nutrientes para cianobactérias. A reportagem destaca o desenvolvimento de um sistema de tratamento da água, baseado nas técnicas de dupla filtração, oxidação e adsorção, que combate cianotoxinas que podem inviabilizar uso da água para consumo humano.

LIMA, L. R. F.; CRISPIM, M. C. B. Mudanças climáticas e ações individuais mitigadoras dos impactos em ambientes aquáticos. **Ambiente & Educação**: revista de educação ambiental, Rio Grande, v. 25, n. 3, p. 168-194, 2020.

Neste artigo, as autoras ressaltam os impactos intensificados pelas mudanças climáticas, incluindo a eutrofização de ambientes aquáticos devido à elevação da evaporação e dos processos metabólicos internos nestes sistemas. Assim, procuram evidenciar ações que possam contribuir com a melhoria da qualidade da água a fim de manter os ecossistemas e seus serviços ambientais.

## Referências

- 1 OLIVEIRA, A. P. S. C.; NOGUEIRA, S. A.; LEITE, M. C. R. J.; TOURINO, A. M. Qualidade de água no rio Mumbuca de Lambari-MG. **Revista da Universidade Vale do Rio Verde**, [Minas Gerais], v. 14, n. 2, p. 341-347, 2016.
- 2 SILVA, L. B. C.; MOLISANI, M. M. **Revisão histórica sobre o estado trófico de lagoas costeiras do Estado do Rio de Janeiro – Campos dos Goytacazes, RJ**. Rio de Janeiro: Essentia, 2019.
- 3 MERCEDES, J. S. **Balanco de fósforo em uma laguna tropical rasa (Lagoa de Jacarepaguá – RJ): implicações para o gerenciamento da eutrofização**. 2020. Dissertação (Mestrado em Biologia Vegetal) – Instituto de Biologia Roberta Alcântara Gomes, Universidade do Estado do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2020.
- 4 ASSOCIAÇÃO PRÓ-GESTÃO DAS ÁGUAS DA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO PARAÍBA DO SUL. **Relatório de territorialidade hídrica**. Rio de Janeiro: Comitê de Bacia da Baía de Guanabara, 2022.
- 5 SILVA, J. F.; NASCIMENTO, L. F. C. A ação do homem sobre as lagoas de Jacarepaguá, Rio de Janeiro. **LexCult**, Rio de Janeiro, v. 5, n. 2, p. 15-30, 2021.
- 6 MARINHO, C. C.; FONSECA, A. L. S.; ESTEVES, F. A. Impactos antrópicos nas lagoas costeiras do norte do Estado do Rio de Janeiro: uma revisão sobre a eutrofização artificial e gases de efeito estufa. **Revista Brasileira de Pós-Graduação**, Brasília, v. 13, n. 32, p. 703-728, 2016.
- 7 TUNDISI, J. G. Recursos hídricos no futuro: problemas e soluções. **Estudos Avançados**, São Paulo, v. 22, n. 63, p. 7-16, 2008.
- 8 SILVA, C. R. Educação inclusiva, gestão democrática e a questão da consonância entre os currículos formal e oculto. **Org. & Demo.**, Marília, v. 16, n. 2, p. 65-86, 2015.
- 9 COSTA, F. W. D.; AGUIAR, P. R. A formação da cidadania ecológica articulada à educação ambiental na escola. **Cerrados**, Montes Claros, v. 18, n. 2, p. 245-274, 2020.
- 10 MORIN, E. **Introdução ao pensamento complexo**. 4. ed. Porto Alegre: Sulina, 2011.
- 11 BRASIL. Ministério da Educação. **Base Nacional Comum Curricular**: educação é a base. Brasília, DF: MEC, [2018]. Disponível em: [http://basenacionalcomum.mec.gov.br/images/BNCC\\_EI\\_EF\\_110518\\_versaofinal\\_site.pdf](http://basenacionalcomum.mec.gov.br/images/BNCC_EI_EF_110518_versaofinal_site.pdf). Acesso em: 2 dez. 2022.
- 12 NAÇÕES UNIDAS BRASIL. **Transformando nosso mundo**: a agenda 2030 para o desenvolvimento sustentável. Brasília, DF, 2015. Disponível em: [https://www.mds.gov.br/webarquivos/publicacao/brasil\\_amigo\\_pesso\\_idosa/Agenda2030.pdf](https://www.mds.gov.br/webarquivos/publicacao/brasil_amigo_pesso_idosa/Agenda2030.pdf). Acesso em: 02 dez. 2022.

- <sup>13</sup> FERRÃO-FILHO, A.; MOSCATELLI, M. Recreational risk associated with the presence of cyanobacteria in the Baixada de Jacarepaguá Lagoon Complex Estuary, Rio de Janeiro, RJ, Brazil. **SciELO Preprints**, [São Paulo], 2020. Disponível em: <https://preprints.scielo.org/index.php/scielo/preprint/view/1395>. Acesso em: 10 dez. 2025.
- <sup>14</sup> FATARELI, E. F.; FERREIRA, L. N. A.; FERREIRA, J. Q.; QUEIROZ, S. L. Método cooperativo de aprendizagem *Jigsaw* no ensino de cinética química. **Química Nova na Escola**, [São Paulo], v. 32, n. 3, 2010. Disponível em: [http://qnesc.sbq.org.br/online/qnesc32\\_3/05-RSA-7309\\_novo.pdf](http://qnesc.sbq.org.br/online/qnesc32_3/05-RSA-7309_novo.pdf). Acesso em: 20 set. 2022.
- <sup>15</sup> SOUZA, F. P.; AZEVEDO, J. P. S. Panorama das lagoas urbanas no Rio de Janeiro: aspectos relevantes na gestão das lagoas Rodrigo de Freitas, Araruama e Complexo Lagunar de Jacarepaguá. **Engenharia Sanitária e Ambiental**, Rio de Janeiro, v. 25, n. 1, p. 197-204, 2020.
- <sup>16</sup> ALBUQUERQUE, M. V. C. *et al.* Remoção de cianobactérias e cianotoxinas presentes em águas de reservatórios eutrofizados por processos oxidativos avançados (POAs). **Brazilian Journal of Development**, Curitiba, v. 6, n. 8, p. 61234-61248, 2020.
- <sup>17</sup> ATROCH, R. F. S. **Cianobactérias e poluição da água**: uma sequência didática para o ensino de ciências ambientais. 2018. Dissertação (Mestrado em Ciências Ambientais) – Universidade Federal do Pará, Pará, 2018.
- <sup>18</sup> MEREL, S. Cianobactérias: um risco à vida. **Desafios do Desenvolvimento**, Brasília, v. 11, n. 81, 2014.
- <sup>19</sup> RAMIRES JUNIOR, S. P. *et al.* Governança colaborativa aplicada à gestão de conflitos socioambientais na despoluição de córregos na cidade de São Paulo. **Revista Brasileira de Gestão e Desenvolvimento Regional**, Taubaté, v. 11, n. 1, p. 113-134, 2015.
- <sup>20</sup> AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS E SANEAMENTO BÁSICO (Brasil). **Conjuntura dos Recursos Hídricos no Brasil – 2022**: informe anual. Brasília, DF: ANA, 2023.
- <sup>21</sup> ZONTA, E.; STAFANATO, J. B.; PEREIRA, M. G. Fertilizantes minerais, orgânicos e organominerais. *In*: BORGES, A. L. (ed.). **Recomendações de calagem e adubação para abacaxi, acerola, banana, citros, mamão, mandioca, manga e maracujá**. Brasília: Embrapa, 2021. p. 263-303.
- <sup>22</sup> BARRETO, L. V. *et al.* Eutrofização em rios brasileiros. **Enciclopédia Biosfera**, Goiânia, v. 9, n. 16, p. 2165-2179, 2013.
- <sup>23</sup> CUNHA, P. M. de O. M. **Avaliação de risco ecológico da Lagoa de Jacarepaguá - RJ**. 2020. Dissertação (Mestrado Profissional em Engenharia Ambiental) - Faculdade de Engenharia, Universidade do Estado do Rio de Janeiro, 2020.
- <sup>24</sup> MAGALHÃES, L. **Controle da eutrofização e de florações de cianobactérias em corpos d'água salobras**: avaliação da eficácia e aplicabilidade da combinação de coagulantes e adsorventes de fósforo em fase sólida. 2018. Tese (Doutorado em Biologia Vegetal) – Instituto de Biologia Roberto Alcântara Gomes, Rio de Janeiro, Universidade do Estado do Rio de Janeiro, 2018.

## CAPÍTULO 4

# O Parlamento das Águas

---

**Alex Geaquinto Leal**

*Associação Guaçuense de Proteção Ambiental (Aguapam), Guaçuí, Espírito Santo*

**Jonis Correia de Faria Moreira**

*Instituição de Ensino Superior de Cacoal, Fanorte, Fundação Bradesco Cacoal, Cacoal, Rondônia*

**Valéria Sandra de Oliveira Costa**

*Programa de Pós-Graduação em Rede Nacional para Ensino das Ciências Ambientais, Associada UFPE, Recife, Pernambuco*

**Andréa Borges**

*Pró-Ambiente: Sustentabilidade e Assessoria Ambiental, Campinas, São Paulo*

**Ariane Baffa Lourenço**

*Programa de Pós-Graduação em Rede Nacional para Ensino das Ciências Ambientais, São Paulo, São Paulo*

Jordana, moradora de uma pequena cidade no Nordeste do país, há dois anos faz parte do Comitê de Bacia Hidrográfica (CBH) da sua região, no qual busca atuar ativamente. No entanto, vem percebendo que nas reuniões, em geral, há falta de representantes da sociedade civil. Preocupada com esta situação, ela telefona para sua colega Lara, que conheceu no Encontro Nacional dos Comitês de Bacias Hidrográficas (Encob) e também participa de um CBH na região Sudeste.

– Bom dia, Lara, tudo bem?

– Olá, Jordana, tudo bem. E você?

– Estou bem. Estou te ligando para compartilhar com você uma situação que ocorre no comitê que participo e gostaria de saber se o mesmo ocorre no seu.

– Claro, pode falar. Mas deixa antes eu tentar adivinhar, é a ausência de representantes da sociedade civil no comitê?

– Nossa, exatamente. Bom, pelo jeito, isso acontece no seu comitê também.

– Infelizmente, sim. Dessa forma, se desperdiça uma oportunidade de discussão e compatibilização dos interesses existentes da sociedade na bacia hidrográfica.

– O que será que poderíamos fazer para aumentar a participação ativa da população nos comitês, já que a gestão participativa é de extrema importância para garantir o alcance e a continuidade de muitos programas, projetos e ações oficiais?

– Hum, não tenho uma resposta pronta, mas o que acha de levarmos esta demanda aos participantes do próximo Encontro Nacional dos Comitês de Bacias Hidrográficas e juntos pensarmos em ações a realizar?

– Que ótima ideia, Iara! Tenho certeza de que juntos elaboraremos boas propostas para modificar essa situação.

*Você é um dos participantes do Encontro Nacional dos Comitês de Bacias Hidrográficas. Apresente duas ações que poderiam ser realizadas para envolver representantes da sociedade civil nos Comitês de Bacias Hidrográficas.*

### Características do Caso e Contextualização do Tema

A água é um bem de domínio público, sendo um recurso fundamental para a agricultura, as atividades industriais, a geração de energia e a permanência da espécie humana (1). Para entender o que é um Comitê de Bacia Hidrográfica, é necessário compreender o que é uma bacia hidrográfica.

Segundo a Agência Nacional de Águas e Saneamento Básico (2), a bacia hidrográfica é um território delimitado por divisores de água cujos cursos d'água em geral convergem para uma única foz, localizada no ponto mais baixo da região. Os Comitês de Bacia Hidrográfica constituem o "Parlamento das Águas", espaço em que representantes da comunidade de uma bacia hidrográfica discutem e deliberam a respeito da gestão dos recursos hídricos, compartilhando responsabilidades de gestão com o poder público. Em outras palavras, um fórum em que um grupo de pessoas, com diferentes visões e atuações, se reúne para discutir sobre um interesse comum, o uso da água na bacia. Neste processo, um dos desafios é realizar a gestão dos recursos hídricos de maneira a considerar as necessidades da sociedade, bem como a preservação da água e do meio ambiente (3).

Os diferentes usos da água envolvem grupo de pessoas cujos interesses devem ser respeitados, com objetivos, necessidades e expectativas diferentes e importantes. Dessa forma, as ações de cada segmento da sociedade podem afetar todos os demais (4). Este grupo diverso de pessoas, com diferentes conhecimentos e experiências, se reúne para discutir, propor e deliberar sobre a gestão hídrica, permitindo que os interesses sobre os usos da água na bacia hidrográfica sejam negociados democraticamente em ambiente público, com transparência no processo decisório, buscando prevenir e atenuar conflitos (5). A participação da sociedade civil é de extrema importância, uma vez que, de acordo com a Lei das Águas, a gestão dos recursos hídricos deve ser participativa, integrada e descentralizada, a fim de que todos os segmentos da sociedade sejam ouvidos (5, 3).

Diante da importância da participação da sociedade nos comitês de Bacia, a aplicação deste caso pode inicialmente atuar como fonte de conhecimento e divulgação dos comitês, visto que muitas pessoas os desconhecem, bem como o papel desempenhado por eles. Ademais, pode despertar nos alunos o interesse em participar dos comitês, bem como atuarem como agentes de divulgação dos comitês de bacia em seu âmbito familiar e em sua comunidade. O tema do caso é fulcral para a sociedade, visto que a água é um recurso natural indispensável para a vida, sendo assim atual a narrativa em questão.

O caso possui utilidade pedagógica, pois pode ser implementado em contextos formais ou não formais de educação, de maneira a introduzir o tema de Comitês de Bacias Hidrográficas e promover a compreensão e discussão de como a sociedade pode colaborar na gestão das águas e na sua preservação. O problema do caso está bem definido e destaca uma situação frequente nos CBH, que é a falta de representantes da sociedade civil, propondo uma reflexão sobre como solucionar este problema.

### Apontamentos Didáticos

Os CBH, embora sejam de suma importância para a sociedade, ainda são de pouco conhecimento da mesma. Diante deste quadro, abordar com os alunos de diferentes níveis de escolaridade a temática pode contribuir significativamente para a formação de cidadãos alinhados com as questões socioambientais e aptos a participar da tomada de decisão dessa natureza.

Esse aspecto está de acordo com as orientações da Base Nacional Comum Curricular (BNCC) (6), quando, por exemplo, esta menciona, na habilidade EM13CNT206, que o aluno do Ensino Médio precisa ter a capacidade de justificar a importância da preservação e conservação da biodiversidade, avaliar os efeitos das ações humanas e as políticas ambientais para a sustentabilidade do planeta. Na mesma perspectiva, encontra-se a habilidade EM13CHS301, que aponta para a necessidade de o aluno problematizar ações individuais e coletivas de produção e descarte de resíduos, assim como refletir, propor e atuar em situações que promovam a sustentabilidade e o consumo responsável (6).

No âmbito de documentos legais sobre a Educação Ambiental existe a Política Nacional de Educação Ambiental (PNEA), instituída pela Lei nº 9.795, de 27 de abril de 1999 (7), regulamentada pelo Decreto nº 4.281, de 25 de junho de 2002 (8), que prevê a necessidade de criação e implementação de programas de educação ambiental direcionados a todos os níveis e modalidades de ensino, que possibilitem ações que visem o manejo sustentável de recursos ambientais, bem como a melhoria de sua qualidade (8).

A referida PNEA, no ano de 2024, foi alterada, de maneira a trazer destaque e assegurar “atenção às mudanças do clima, à proteção da biodiversidade e aos riscos e vulnerabilidades a desastres socioambientais” (9). Dentre as alterações, destaca-se a

inserção de ações educacionais voltadas à prevenção, mitigação e adaptação relacionada às mudanças do clima, seus impactos e o incentivo a ações em contextos educacionais que visem a preservação do meio ambiente e a mitigação e adaptação às mudanças do clima (9).

No que concerne aos Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (10), a temática abordada no caso tem uma relação direta com os ODS 6 – Água Potável e Saneamento, que visa “Assegurar a disponibilidade e gestão sustentável da água e saneamento para todas e todos”, o ODS 14 – Vida na Água, relativo à “Conservação e uso sustentável dos oceanos, dos mares e dos recursos marinhos para o desenvolvimento sustentável”, e o ODS 15 – Vida terrestre, relativo à “Proteger, recuperar e promover o uso sustentável dos ecossistemas terrestres, gerir de forma sustentável as florestas, combater a desertificação, deter e reverter a degradação da terra e deter a perda de biodiversidade”. A temática se relaciona também com outros ODS, com destaque para o ODS 11 – Cidades e Comunidades Sustentáveis, quando traz como uma de suas metas:

11.5 Até 2030, reduzir significativamente o número de mortes e o número de pessoas afetadas por catástrofes e substancialmente diminuir as perdas econômicas diretas causadas por elas em relação ao produto interno bruto global, incluindo os desastres relacionados à água, com o foco em proteger os pobres e as pessoas em situação de vulnerabilidade.

11.b Até 2020, aumentar substancialmente o número de cidades e assentamentos humanos adotando e implementando políticas e planos integrados para a inclusão, a eficiência dos recursos, mitigação e adaptação às mudanças climáticas, a resiliência a desastres; e desenvolver e implementar, de acordo com o Marco de Sendai para a Redução do Risco de Desastres 2015-2030, o gerenciamento holístico do risco de desastres em todos os níveis (11).

Diante do exposto, o método de estudos de caso tem um potencial ímpar de possibilitar que os alunos desenvolvam habilidades de reflexão sobre problemas sociocientíficos e de tomada de decisão, considerando o escopo deste capítulo, os CBH. A aplicação do estudo de caso pode atender, assim, às demandas apontadas por documentos oficiais que regem a educação brasileira, bem como propiciar a abordagem de ações que tendem a favorecer reflexões e o cumprimento da Agenda 2030.

Ademais, o caso investigativo “O Parlamento das Águas” e sua implementação em contextos escolares pode aproximar ou iniciar o conhecimento dos alunos sobre os CBH, bem como prepará-los para atuar em instituições dessa natureza. Conhecer os CBH e envolver-se em suas ações é fundamental, visto que estes são espaços “em que representantes da comunidade de uma bacia hidrográfica discutem e deliberam a respeito da gestão dos recursos hídricos, compartilhando responsabilidades de gestão com o poder público” (12).

## Fonte de Inspiração para a Produção do Caso

A fonte de inspiração do caso decorre da experiência do primeiro autor deste capítulo, que, ao participar de um CBH, percebeu que nele há carência de representantes da sociedade civil.

## Proposta de Aplicação do Caso

O caso poderá ser estudado em cinco aulas, cada uma com duração de 50 minutos. Na sequência são apresentadas as propostas de ações a serem realizadas em cada aula.

**Aula 1:** Poderá ser entregue uma cópia do caso aos alunos no formato impresso para leitura individual ou o mesmo ser projetado para uma leitura coletiva. Na sequência, os alunos deverão ser estimulados a discutirem em grupo e formular questões: o que é um CBH, como ele é formado, qual sua função na gestão dos recursos hídricos, entre outras. Como atividade extraescolar, o professor poderá solicitar aos alunos que busquem respostas às questões formuladas. O professor pode também indicar alguns documentos e/ou sites de agências governamentais para pesquisa, como: a Lei das Águas do Brasil (1) e o vídeo educativo da Agência Nacional de Águas e Saneamento Básico sobre os CBH (4).

**Aula 2:** Os alunos, inicialmente em grupos, discutem sobre as questões formuladas, redigindo suas respostas. Uma vez finalizada a discussão em grupo, organiza-se um círculo, e um relator de cada grupo apresenta as questões formuladas e propostas de respostas, de maneira a suscitar uma discussão coletiva sobre o tema do caso.

**Aula 3:** O professor elabora com os alunos a simulação de um “Parlamento das Águas”, para que estes, inicialmente organizados em grupos representando o poder público, os usuários e a sociedade civil, reproduzam o funcionamento de um CBH. Cada aluno receberá um crachá indicando sua representação e deverá se agrupar conforme o segmento que lhe for atribuído. Os alunos deverão pesquisar e discutir sobre o que interessa ao segmento a eles atribuído em relação à água: por exemplo, o setor rural precisa de irrigação, dessedentação de animais, abastecimento público, tratamento dos efluentes. Após esse entendimento, o professor faz um apanhado das principais negociações e conflitos entre os segmentos.

**Aula 4:** Os grupos irão debater a função e a importância de sua atribuição, seja como usuários, poder público ou sociedade civil. Eles receberão materiais de estudo que destacam a relevância de seu papel no contexto de um comitê de bacia, e, nesse momento, é importante que o professor se desloque entre os grupos, trazendo orientações e ajudando os estudantes na reflexão sobre a importância dos integrantes nas decisões tomadas em um comitê de bacia. Após a compreensão das atribuições, o professor pode levantar situações debatidas sobre a Lei das Águas e encerrar a aula

com a reflexão da importância do comitê de bacia e do seu papel fundamental na gestão participativa e descentralizada dos recursos hídricos.

**Aula 5:** Os alunos serão incentivados a elaborar possíveis soluções para o caso apresentado na Aula 1. Para isso, cada grupo receberá uma cartolina e pincéis para registrar as ideias e a solução para o caso apresentado. Destaca-se que, se a escola tiver uma sala de informática, esta atividade pode ser realizada no local, de maneira a não gerar os resíduos das cartolinas. Durante a atividade, o professor deverá circular entre os grupos, mediando e auxiliando no desenvolvimento das resoluções sugeridas. Ao final, as soluções serão apresentadas ao coletivo, promovendo a valorização das ideias elaboradas pelos alunos e fomentando o compartilhamento de conhecimentos.

### Recursos para a Aplicação do Caso

Cópias do caso para os integrantes dos grupos, computador e projetor para a exposição das soluções, cartolinas e pincéis ou sala de informática para a elaboração das soluções, crachás para uso durante a simulação.

### Conhecimentos, Habilidades e Atitudes em Foco

- Conhecer as funções de um CBH e sua importância para a sociedade e preservação dos recursos hídricos.
- Conhecer a composição de um CBH: representantes da União, dos Estados e do Distrito Federal, dos Municípios situados, dos usuários das águas e das entidades civis de recursos hídricos.
- Discutir de modo colaborativo o papel dos CBH e a importância da participação de representantes de diferentes setores da sociedade.
- Preparar-se para atuar em planejamento de ações que visem colaborar com o funcionamento adequado dos CBH.

### Resoluções Sugeridas para o Caso

Solução 1: Fomentar e ampliar a publicidade sobre a composição dos Comitês de Bacia Hidrográfica

Nos CBH, representantes da comunidade de uma bacia hidrográfica discutem e deliberam a respeito da gestão dos recursos hídricos, compartilhando responsabilidades de gestão com o poder público. A composição de um CBH é pautada nos diferentes segmentos e seus interesses com relação às águas, e nele devem participar representantes do poder público, usuários e sociedade civil com atuação comprovada na bacia hidrográfica. De acordo a Política Nacional de Recursos Hídricos, os CBH de

cada região são compostos por representantes da União, dos Estados e do Distrito Federal, dos Municípios situados na área de atuação do CBH, dos usuários das águas, das entidades civis de recursos hídricos com atuação bacia hidrográfica. Destaca-se que nos CBH de rios fronteirizos e transfronteirizos de gestão compartilhada, deve-se incluir um representante do Ministério das Relações Exteriores na representação da União. E, nos CBH que envolvem territórios indígenas, é preciso incluir representantes da Fundação Nacional dos Povos Indígenas – Funai, na representação da União; e das comunidades indígenas residentes no território da atuação do CBH ou com interesses na bacia (1).

O setor público é formado por representantes dos poderes executivos dos governos Federal, Estadual, Distrital e Municipais (prefeitos, secretários de estado, ministros). Os usuários correspondem às instituições que representam os seguintes setores: abastecimento público, industrial, irrigação e uso agropecuário, hidroeletricidade, hidroviário, e de turismo, lazer, pesca e outras associações relacionadas. E, a sociedade civil é representada por entidades civis de recursos hídricos, com atuação comprovada na bacia hidrográfica (Consórcios Públicos, ONGs, associações representantes de moradores urbanos e rurais e de comunidades indígenas e quilombolas) (13).

Divulgar a composição dos CBH é fundamental para garantir a participação da sociedade na gestão dos recursos hídricos. Algumas ações que podem ser realizadas no sentido de informar e destacar para a sociedade a necessidade de preenchimento total das vagas existentes nos CBH, para que o comitê tenha representação plural e abrangente, são as seguintes: *a)* que os CBH figurem de forma destacada nos *sites* dos governos, em especial das secretarias de meio ambiente, sejam no âmbito municipal, estadual e/ou nacional; *b).* que campanhas educativas sejam divulgadas, por exemplo, em redes sociais; *c)* que os CBH estejam presente de forma constante nas mídias locais e regionais, como jornais, emissoras de rádio e TV; *d)* que representantes dos CBH estejam presentes em eventos da sociedade e também procurem participar de conselhos regionais e municipais de meio ambiente, dentre outros, para que haja integração e compartilhamento de informações, contribuindo para popularizar a importância deste espaço de participação da sociedade na formulação de políticas públicas.

O uso de diferentes estratégias e a divulgação por meio de diferentes canais pode favorecer o alcance de um público maior e mais diverso, fortalecendo os CBH e a gestão das águas no Brasil.

## Solução 2: Esclarecer a população sobre a função dos Comitês de Bacia Hidrográfica

Os CBH são formados por representantes do poder público, usuários e sociedade civil com atuação comprovada na bacia hidrográfica, o que abarca representantes de diferentes segmentos, como indústria, mineração, agropecuária, hidroeletricidade, pesca, turismo, instituições privadas de ensino e pesquisa, sindicatos, cooperativas,

comunidades indígenas e outras organizações. Sendo uma entidade formada por representação desses segmentos, é de suma importância esclarecer a população quanto à função dos CBH, oferecendo uma variedade de atividades que atendam a diferentes públicos de todas as idades e níveis de conhecimento.

Algumas formas de informar a população em geral sobre o que são e o que fazem os CBH são a confecção de *folders*, livros, *podcasts*, reportagens em jornais de alcance regional e nacional, atividades em espaços formais e não formais de educação.

Os Comitês de Bacias, por meio das suas Câmaras Técnicas de Educação Ambiental, podem planejar ações conjuntas com as escolas inseridas em seu território, de forma a apoiar os professores no entendimento sobre o que são os CBH, e promover palestras e oficinas com diferentes turmas de alunos. Ao trocar experiências e tirar dúvidas diretamente nas instituições, o CBH pode auxiliar na criação de grêmios estudantis e outros grupos compostos pelos estudantes, que passariam a compreender melhor o funcionamento de um coletivo e como se dá a tomada de decisão. Tais grupos poderão atuar localmente em seus municípios, buscando apoio para a revitalização de microbacias hidrográficas, que sofrem com os impactos das mudanças climáticas, da poluição, do assoreamento, da remoção de suas Áreas de Preservação Permanente (APP), da canalização, entre outros problemas.

## Para saber mais

WEBFLOW. Plataforma online interativa da Agência Nacional de Águas e Saneamento Básico. **Conjuntura dos Recursos Hídricos no Brasil - Apresentação**. 2021. Disponível em: <https://relatorio-conjuntura-ana-2021.webflow.io/apresentacao>. Acesso em: 29 maio 2015.

Este documento traz informações sobre o monitoramento da água em contexto brasileiro e disponibiliza dados como estatísticas e indicadores do uso das águas, sua quantidade e qualidade, dentre outros conceitos fundamentais à preservação e ao uso adequado dos recursos hídricos.

AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS E SANEAMENTO BÁSICO (Brasil). **Comitê de Bacias Hidrográficas**. Brasília, DF, [2025]. Disponível em: <https://www.gov.br/ana/pt-br/assuntos/gestao-das-aguas/fortalecimento-dos-entes-do-singreh/comites-de-bacia-hidrografica>. Acesso em: 09 dez. 2025.

Neste website é possível acessar informações sobre o funcionamento de um CBH, sua composição e suas atribuições, o Programa Nacional de Fortalecimento dos Comitês de Bacias Hidrográficas, o Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos (Singreh), entre outros temas que trazem entendimento ao papel e importância dos CBH.

AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS E SANEAMENTO BÁSICO (Brasil). **Canal Anagovbr**. Disponível em: <https://www.youtube.com/user/anagovbr>. Acesso em: 10 out. 2024.

Neste canal é possível acessar o acervo de vídeos da ANA, eventos, cursos e demais conteúdos.

CONSÓRCIO PCJ. **Canal Consórcio PCJ**. Disponível em: <https://www.youtube.com/@ConsortioPCJ>. Acesso em: 12 dez. 2025.

Neste canal é possível acessar informações sobre os recursos hídricos.

CONSÓRCIO PCJ. **Plataforma da Escola da Água e Saneamento do Consórcio PCJ**. [S./]: Consórcio PCJ.

Disponível em: <http://escola.agua.org.br>. Acesso em: 12 dez. 2025.

É uma central de cursos on-line e presenciais que oferece capacitação para operadores e técnicos dos serviços de abastecimento, visando aprimorar a qualidade dos serviços prestados à população.

## Referências

- <sup>1</sup> 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, DF: Presidência da República, 1997. Disponível em: [https://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/leis/l9433.htm](https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/l9433.htm). Acesso em: 10 out. 2024.
- <sup>2</sup> AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS E SANEAMENTO BÁSICO (Brasil). **Comitês de Bacia Hidrográfica**. [S./], [20--]. Disponível em: <https://www.gov.br/ana/pt-br/assuntos/gestao-das-aguas/fortalecimento-dos-entes-do-singreh/comites-de-bacia-hidrografica>. Acesso em: 10 out. 2024.
- <sup>3</sup> MEIER, M. A.; BASSO, L. A. A representação e a representatividade nos Comitês de Bacia Hidrográfica: uma construção metodológica. *In*: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE RECURSOS HÍDRICOS, 20., 2013, Bento Gonçalves. **Anais [...]**. Porto Alegre: ABRH, 2013. p. 1-8.
- <sup>4</sup> AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS E SANEAMENTO BÁSICO (Brasil). **Canal Anagovbr**. Disponível em: <https://www.youtube.com/user/anagovbr>. Acesso em: 10 out. 2024.
- <sup>5</sup> SOS MATA ATLÂNTICA. Conheça as leis e políticas públicas prioritárias para as causas que atuamos. *In*: POLÍTICA Nacional de Recursos Hídricos (PNRH). [S./], 2024. Disponível em: <https://www.sosma.org.br/politicas/politica-nacional-de-recursos-hidricos-pnrh>. Acesso em: 10 out. 2024.
- <sup>6</sup> BRASIL. Ministério da Educação. **Base Nacional Comum Curricular**: educação é a base. Brasília, DF: MEC, [2018]. Disponível em: <https://basenacionalcomum.mec.gov.br/>. Acesso em: 7 fev. 2025.
- <sup>7</sup> BRASIL. **Lei nº 9.795, de 27 de abril de 1999**. Dispõe sobre a educação ambiental, institui a Política Nacional de Educação Ambiental e dá outras providências. Brasília, DF: Presidência da República, 1999. Disponível em: [https://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/leis/l9795.htm](https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/l9795.htm). Acesso em: 10 out. 2024.
- <sup>8</sup> BRASIL. **Decreto nº 4.281, de 25 de junho de 2002**. Regulamenta a Lei nº 9.795, de 27 de abril de 1999, que institui a Política Nacional de Educação Ambiental, e dá outras providências. Brasília, DF: Presidência da República, 2002. Disponível em: [https://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/decreto/2002/d4281.htm](https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/decreto/2002/d4281.htm). Acesso em: 10 out. 2024.
- <sup>9</sup> BRASIL. **Lei nº 14.926, de 17 de julho de 2024**. Altera a Lei nº 9.795, de 27 de abril de 1999, para assegurar atenção às mudanças do clima, à proteção da biodiversidade e aos riscos e vulnerabilidades a desastres socioambientais no âmbito da Política Nacional de Educação Ambiental. Brasília, DF: Presidência da República, 2024. Disponível em: [https://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/\\_ato2023-2026/2024/lei/L14926.htm](https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2023-2026/2024/lei/L14926.htm). Acesso em: 10 out. 2024.
- <sup>10</sup> NAÇÕES UNIDAS BRASIL. **Sobre o nosso trabalho para alcançar os objetivos de desenvolvimento sustentável no Brasil**. Brasília, DF, 2024. Disponível em: <https://brasil.un.org/pt-br/sdgs>. Acesso em: 10 out. 2024.
- <sup>11</sup> NAÇÕES UNIDAS BRASIL. **Objetivos de desenvolvimento sustentável: 11 cidades e comunidades sustentáveis [...]**. *In*: OS OBJETIVOS de desenvolvimento sustentável no Brasil/Cidades e comunidades sustentáveis. Brasília, DF, 2024. Disponível em: <https://brasil.un.org/pt-br/sdgs/11>. Acesso em: 10 out. 2024.

- <sup>12</sup> AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS E SANEAMENTO BÁSICO (Brasil). **O Comitê de Bacia Hidrográfica: o que é e o que faz?** Brasília, DF: ANA, 2011. (Cadernos de Capacitação, n.1). Disponível em: <https://arquivos.ana.gov.br/institucional/sge/CEDOC/Catalogo/2012/CadernosDeCapitacao1.pdf>. Acesso em: 10 out. 2024.
- <sup>13</sup> CONSELHO NACIONAL DE RECURSOS HÍDRICOS (Brasil). Resolução nº 5, de 10 de abril de 2000. Diretrizes para a formação e funcionamento dos Comitês de Bacias Hidrográficas, de forma a implementar o Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos, conforme estabelecido pela Lei nº 9.433, de 8 de janeiro de 1997. Brasília, DF: **Diário Oficial da União**, 2000. Disponível em: <https://cdn.agenciapeixe vivo.org.br/media/2019/06/Resolucao05-2000.pdf>. Acesso em: 10 out. 2024.

## CAPÍTULO 5

# Os Lençóis Maranhenses Pedem Socorro!

---

**Renato Martins Gouvêa**

*Secretaria Municipal de Meio Ambiente, Prefeitura Municipal de Três Pontas, Minas Gerais*

**Andressa da Silva Castro**

*Universidade Estadual do Maranhão, São Luís, Maranhão*

**Laise Rego da Costa**

*Progen SA, Marabá, Pará*

**Renata Silva Trovão**

*Universidade Nove de Julho, São Paulo, São Paulo*

**Gleise R. B. dos Santos**

*Centro Paula Souza, São Paulo, São Paulo*

João e Pedro são moradores da cidade de Barreirinhas/MA, nascidos e criados no local. Desde crianças costumavam nadar e pescar no Rio Preguiças, dotado nas suas adjacências de pequenas lagoas, em uma região ambientalmente equilibrada. Dias atrás, eles tomaram conhecimento, por conversas na comunidade, de que havia uma proposta de instalação de um novo parque eólico, similar ao que teve suas obras iniciadas em 2015 e concluídas em 2017. Sabiam que este era responsável por grandes mudanças, tais quais: desaparecimento/aterramento de algumas lagoas, mortandade de peixes, degradação dos corpos d'água, ocupação dos campos de dunas, retirada de vegetação e alterações na pesca e na criação de animais (devido às restrições de uso e acesso à área), poluição sonora etc. Diante de tal situação, resolvem solicitar ajuda. Lembraram de um amigo, César, que acabara de finalizar o curso de Engenharia Ambiental e está atuando na área:

– Olá, César, tudo bem? Soubemos do interesse de implantação de um novo parque eólico aqui perto, do mesmo jeitinho do outro, que já trouxe tantos problemas. Pensamos em você para ajudar a decidir o que podemos fazer – disse João.

– Além daquele barulho horrível dos aerogeradores, houve assoreamento de algumas lagoas, e têm aparecido peixes mortos. Os corpos d'água já não são os mesmos, os campos de dunas estão muito sofridos, e até está afetando a movimentação da avifauna – acrescentou Pedro.

– Meus amigos, a situação é bastante complexa. O primeiro passo que deve ser dado está relacionado à sensibilização ambiental da comunidade do entorno, bem como à divulgação adequada das questões associadas aos assuntos socioambientais. Tal sensibilização será responsável, por exemplo, por inserir a comunidade local nas questões que envolvem as usinas eólicas, podendo auxiliar na tomada de decisões. Acredito que quanto maior for a participação da comunidade local, mais assertivas serão as ações no sentido de mitigar impactos advindos de empreendimentos, como esses oriundos da instalação e operação dos aerogeradores – esclareceu César.

Pedro e João sentiram que não poderiam solucionar o problema da instalação dos novos aerogeradores sozinhos e propuseram uma parceria com a equipe do amigo César, para tentar mitigar os referidos impactos.

*Imaginem que vocês fazem parte da equipe de César e apresentem medidas para mitigar os impactos advindos da instalação e operação dos novos aerogeradores, argumentando a favor da sua implementação.*

### **Características do Caso e Contextualização do Tema**

Trata-se de um caso com problema bem-delimitado e que inclui diálogos. Em síntese, conta com a percepção de João e Pedro, dois amigos que costumavam brincar nos Lençóis Maranhenses e acabam se preocupando com a possibilidade de implantação de uma nova usina eólica na região. Com a percepção negativa das mudanças já descritas por outros moradores de locais próximos à área dunar dos Lençóis Maranhenses e que receberam a instalação de usinas eólicas, os amigos procuram outro colega, César, cuja formação profissional pode auxiliar na busca de soluções para os problemas relatados. Dessa forma, o caso pode despertar a empatia dos envolvidos e todos aqueles que buscam um meio ambiente mais equilibrado e sustentável, ou seja, a ajuda e preocupação do colega são gestos de empatia, que acabam se refletindo na comunidade.

O caso trata de um tipo de energia limpa e renovável, tema atual e de interesse da população em geral. Porém, a degradação causada com a instalação e funcionamento dos aerogeradores levou ao aparecimento de novos impactos ambientais negativos na região da sua implantação, tais como: assoreamento das lagoas dunares, poluição sonora devido ao movimento das hélices, danos à fauna, principalmente às aves, além da mortandade de peixes tanto nas lagoas dunares quanto no Rio Preguiças, dentre tantos outros prejuízos ambientais que não foram avaliados para mitigação. Neste cenário de impactos ambientais em três elementos da natureza, terra, ar e água, gerados por um conceito de sustentabilidade energética, a sociedade defronta-se com uma questão de complexa resolução.

Uma vez que o caminho a seguir é o do desenvolvimento sustentável, o caso desperta interesse por se tratar de aerogeradores capazes de proporcionar energia limpa e

renovável. Entretanto, há alguns aspectos e impactos negativos que não podem passar despercebidos. Isso acaba chamando atenção tanto da comunidade do entorno quanto de profissionais da área e de outras pessoas preocupadas com a sustentabilidade e com os impactos que os aerogeradores podem causar. É o caso das personagens Pedro, João e César. Os dois primeiros, jovens de comunidade ribeirinha, com saberes empíricos, buscam auxílio para problemas já existentes e outros que estão por vir, junto ao amigo dotado de conhecimento científico e vivência técnica.

O tema, usinas eólicas, é relevante e atual. A aplicação do caso em sala de aula tem utilidade pedagógica, pois pode promover a compreensão sobre a importância das energias limpas e renováveis, bem como sobre a necessidade de acompanhamento e verificação dos estudos de impactos ambientais relacionados a elas, de modo a mitigar aqueles que são negativos para a sociedade e na natureza. Neste caso, a questão da degradação dos recursos hídricos, pelo assoreamento das lagoas dunares e do Rio Preguiças, bem como a morte da fauna aquática não afetam só a natureza, mas também a sociedade, que depende desses recursos para sobrevivência humana e financeira da comunidade.

Há provocação de um conflito de interesses, claramente exemplificado pela implantação de usinas eólicas na região e a comunidade consciente sobre os impactos negativos, sendo a decisão forçada pela possibilidade do incômodo primeiramente dos amigos e depois do colega. Nesse sentido, existem diferentes comunidades alocadas ao longo do Rio Preguiças que podem sofrer com os impactos da instalação de outras usinas eólicas ou usinas de geração de energia que podem inspirar-se nessa situação.

Segundo a Associação Brasileira de Energia Eólica, dos 805 parques instalados no país, 708 deles estão no Nordeste. Essas instalações geram impactos ambientais na movimentação de dunas e desmatamento, que na maioria dos casos ocorre devido à construção de estradas para que os caminhões pesados trafeguem. Além disso, essas obras também causam a impermeabilização do solo. Essas considerações foram elaboradas por Loureiro, Gorayeb e Brannstrom (1), ao analisarem as modificações na paisagem e suas consequências socioambientais nas áreas de implantação de parques eólicos no estado do Ceará:

A alteração da paisagem passa a ser um dos principais impactos ambientais que a implantação dos parques eólicos ocasiona na sua área de instalação e ao seu entorno. Afeta a superfície terrestre, sistemas de drenagem e vegetação, desencadeia perdas na qualidade ambiental, na biodiversidade e provoca alterações na dinâmica ambiental. Os ambientes de dunas e praia, vislumbrados pela atividade turística, tornam-se artificializados com a presença das torres eólicas e até inacessíveis com a colocação de materiais para resguardar as turbinas da erosão marinha (1, p. 34).

No Maranhão, a construção de um parque eólico em área de preservação provocou protestos de ambientalistas, devido às dunas sofrerem remoção e afetarem a migração de pássaros e desovas das tartarugas. Segundo Gorayeb, Brannstrom e Meireles (2), a construção de parques eólicos acarreta uma série de impactos adversos. Dentre eles, destacam-se a alteração da paisagem natural e a interferência nas rotas de aves. Os ruídos gerados pelas hélices das torres podem provocar problemas de saúde, como distúrbios do sono, enxaqueca e estresse. Além disso, essa implantação pode resultar em tensões culturais e conflitos dentro das comunidades, afetando o modo de vida tradicional de pescadores, quilombolas e indígenas. No que tange aos sistemas ambientais litorâneos, ocorrem danos significativos, incluindo o desmonte e a compactação de dunas, o aterramento de lagoas interdunares e a remoção de vegetação nativa.

Evidencia-se um aumento volumoso de implantação de parques eólicos no Nordeste brasileiro, de forma descontrolada, sem monitoramento integrado, e sem alternativas locais (3, 4). Há necessidade de um plano regional de implantação de energias renováveis, em especial planos que orientem políticas de utilização das áreas litorâneas. Tratando especificamente do Parque Nacional dos Lençóis Maranhenses, este abrange três municípios, sendo eles: Barreirinha, Santo Amaro e Primeira Cruz. É conhecido pela sua vasta paisagem desértica, de grandes dunas de areia branca, e pelas lagoas sazonais de água da chuva, apresentando característica do Cerrado e com grande influência da Caatinga nordestina, além de plantas típicas da Amazônia, constituindo, assim, biomas diferentes, e abrigando diversos ecossistemas frágeis, como a restinga, o manguezal e as dunas, que ocupam 2/3 da área total do parque.

Todos esses biomas tornam-se vulneráveis devido às ações humanas de devastação, principalmente causadas pelo turismo não sustentável. Como exemplo desses impactos ambientais negativos ocorridos no parque, destacam-se a grande quantidade de resíduos acumulados no percurso entre as dunas e lagoas e a forte presença de animais silvestres à procura de alimentos, atraídos pelos restos deixados por visitantes, causando, assim, um desequilíbrio em seu ciclo alimentar. Esses problemas agravaram-se ainda mais devido à construção e operação de parques eólicos (aerogeradores). Alguns exemplos são as dunas que estão sendo removidas numa unidade de conservação próximo à foz do Rio Preguiças, alteração na cobertura vegetal, poluição sonora causada pelo movimento das hélices, alteração na fauna, como é o caso de morcegos e aves que morrem ao se chocarem com as hélices dos aerogeradores, degradação dos recursos hídricos, modificação da paisagem e consequências negativas para a saúde, como distúrbios do sono, enxaqueca e estresse. Os ecologistas locais alertam a comunidade que os impactos ambientais em curso podem ter consequências devastadoras a longo prazo, afetando não apenas o meio ambiente, mas também o turismo, que é a principal fonte de renda da comunidade.

Ao analisar a história de Pedro e João, sob o contexto explicado pelo engenheiro ambiental César, nota-se a importância da apresentação e discussão científica dos problemas, o que é pertinente no processo da educação escolar. Por fim, o caso não é extenso, o que favorece a sua abordagem, sem deixá-lo exaustivo.

### Apontamentos Didáticos

Determinadas práticas pedagógicas, aí incluída a aplicação de estudos de caso, possibilitam o desenvolvimento de competências, habilidades e conhecimentos científicos dos alunos, que estarão imersos em um processo investigativo e na busca por soluções aceitáveis, desenvolvendo ainda a formação do cidadão crítico e participativo. O método de estudos de caso está centrado no aluno e enfatiza o aprendizado autodirigido, apresentando potencial para fomentar uma abordagem interdisciplinar no momento de sua aplicação (5, 6).

O estudo de caso “Os Lençóis Maranhenses Pedem Socorro” pode ser utilizado tanto no 8º ano do Ensino Fundamental quanto no Ensino Médio. Ele aborda um conjunto de impactos socioambientais introduzidos pela instalação de usinas eólicas em áreas de preservação. Esses impactos ocorrem direta ou indiretamente nos recursos hídricos e muitas vezes passam despercebidos em detrimento dos demais impactos sofridos pelas comunidades circunvizinhas aos parques eólicos. Nota-se a importância de um estudo morfoclimático aprofundado da região dunar, a qual é abastecida pelo Rio Preguiças, que leva o sustento para várias comunidades ribeirinhas no complexo dos Lençóis Maranhenses. A formação de depósitos eólicos costeiros, ou dunas livres e fixas, na zona leste da planície costeira do estado do Maranhão, representa o maior evento de sedimentação eólica do Quaternário na América do Sul, principalmente na região circundante do Rio Preguiças e Rio Novo (7, 8).

A temática oferecida pelo caso vai além da questão energética, pois trata ainda dos impactos advindos da instalação das usinas eólicas, das questões sociais envolvidas nestes projetos de energia sustentável e da economia regional onde estão assentadas estas usinas. A complexidade do estudo deste caso assume investigação que relaciona inúmeras vertentes da educação, como as Geociências, a Educação Ambiental, as Ciências da Natureza e as Ciências Humanas, além de relacioná-lo à legislação ambiental, como à Lei n. 9985/2000, que regulamenta o Sistema Nacional de Unidades de Conservação. O caso apresenta ainda relação com os Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS) 2030, sendo eles ODS 6 – Água potável e saneamento, ODS 7 – Energia limpa e acessível, ODS 11 – Cidades e comunidades sustentáveis, ODS 13 – Ação contra a mudança global do clima e ODS 14 – Vida na água.

Para uma aplicação prática do caso sugere-se, além do alicerce científico, o embasamento na Base Nacional Comum Curricular (BNCC), de 2017 (9), com a

Unidade Temática Matéria e Energia, pertencente à área de Ciências da Natureza e suas Tecnologias, para os ensinos Fundamental e Médio; e com a temática Indivíduo, Natureza, Sociedade, Cultura e Ética da área de Ciências Humanas e Sociais Aplicadas, para o Ensino Médio. Desta forma, o aluno pode ser estimulado a exercer atividades que desenvolvam a capacidade de estabelecer relações com a natureza, a sociedade e consigo mesmo, percebendo-se como agente transformador do espaço e de relações socioeconômicas e ambientais, atribuindo significados ao mundo ao seu redor, com base em procedimentos cognitivos próprios e em conhecimentos adquiridos no âmbito de aprendizagem escolar.

### Fonte de Inspiração para a Produção do Caso

A fonte de inspiração para a produção do caso foi a experiência pessoal de um dos autores, que vivencia os impactos da instalação do parque eólico no Maranhão.

### Proposta de Aplicação do Caso

Esta proposta é destinada ao 8º ano do Ensino Fundamental. Na primeira aula tem-se por objeto de estudo o reconhecimento de diferentes fontes e tipos de energia a partir de ilustrações selecionadas pelos alunos.

As habilidades (EF08CI01) a serem desenvolvidas envolvem a identificação e classificação de diferentes fontes (renováveis e não renováveis) e tipos de energia utilizados em residências, comunidades ou cidades. As atitudes referem-se ao reconhecimento da importância da geração de energia elétrica, sem alterar o equilíbrio da natureza como um todo. É preciso também manter a atitude investigativa. Para o desenvolvimento desta aula são necessários: revistas, jornais e folhetos velhos, tesoura, cartolina (para que sejam formados painéis) e cola.

- a) A aula pode ser iniciada com uma conversa informal com os alunos sobre o que eles entendem por energia elétrica, se conhecem outro tipo de energia e onde são utilizadas;
- b) Os alunos devem ser divididos em grupos de quatro pessoas (em média). Posteriormente, haverá fornecimento de revistas para que sejam localizadas imagens que apresentem os diferentes tipos de energia notados no dia a dia, principalmente mecânica, térmica e elétrica;
- c) As imagens escolhidas precisam ser organizadas pelos grupos em categorias de tipos de energia, segundo conceitos físicos.

Para a segunda aula mantém-se o objeto de conhecimento, as habilidades e as atitudes em desenvolvimento a partir da primeira aula. Entretanto, a metodologia

utilizada consistirá na retomada da discussão, contextualização e análise. Para tanto serão utilizados os cartazes preparados na aula anterior, caderno, borracha e lápis.

- a) Cada grupo, formado na aula anterior, deve ficar com um cartaz para analisar;
- b) A análise consiste em discutir e anotar a opinião consensual do grupo sobre cada imagem: O que é a imagem? Qual o tipo de utilização da energia? Quais as características observadas na imagem? Qual o tipo de energia?
- c) Após serem respondidas todas as perguntas para cada imagem, o grupo deve analisar se as figuras estão nas categorias corretas e classificar esse cartaz com um nome;
- d) Deve ser feita uma tabela, no caderno, separando cada tipo de figura colada, para organizar a investigação. Após isso, recomenda-se a conceituação de cada tipo de energia para os alunos, introduzindo o conceito de fontes renováveis e fontes não renováveis de energia.

Na terceira aula será desenvolvido como objeto de conhecimento o uso consciente de energia elétrica, fontes e tipos de energia, e como habilidades (EF08CI06) os alunos devem discutir e avaliar usinas de geração de energia elétrica (termelétricas, hidrelétricas, eólicas etc.), suas semelhanças e diferenças, seus impactos socioambientais, e como essa energia chega e é usada na cidade, comunidade, casa ou escola. As atitudes devem partir para a “reflexão de hábitos mais sustentáveis no uso dos recursos naturais e científico-tecnológicos quanto à produção de novas tecnologias e ao desenvolvimento de ações coletivas de aproveitamento responsável dos recursos” (9, p. 326).

Os recursos necessários para esta atividade são: textos impressos sobre energia eólica, lousa, giz, caderno e caneta.

- a) A sala deve ser dividida em novos grupos de 4 alunos, e deve ser realizada a leitura do texto da página: <https://exame.com/negocios/fontes-energias-renovaveis/>;
- b) É importante evidenciar com os alunos os tipos de fontes energéticas: renováveis e não renováveis;
- c) Cada grupo deve fazer uma pergunta sobre o texto para os outros grupos. As perguntas devem ser colocadas na lousa e respondidas por todos no caderno;
- d) Para casa, deverá ocorrer a leitura do texto: <https://www.portal-energia.com/energia-eolica/>.

A quarta aula será desenvolvida seguindo o objeto de conhecimento, as habilidades (EF08CI06) e as atitudes da aula anterior. Todavia, a metodologia diferencia-se para que se possa concluir o assunto. Os recursos necessários serão os textos impressos. Nesta aula será utilizado o texto do caso em questão “Os Lençóis Maranhenses Pedem Socorro!”, lousa, giz, caderno e caneta, e a aula ocorrerá da seguinte forma:

- a) Leitura do estudo de caso e divisão da sala em novos grupos de quatro alunos;
- b) Um dos grupos deve preparar uma encenação do caso narrado no texto e apresentar ao restante da sala;
- c) Os alunos deverão elencar e debater os impactos ocorridos no caso;
- d) Deve ser apresentada aos alunos a seguinte questão: vocês fazem parte da equipe do engenheiro César, que tipos de medidas vocês poderiam sugerir, para serem adotadas, a fim de mitigar os impactos advindos da instalação e operação dos novos aerogeradores?
- e) Cada grupo fará um texto escrito explicando suas respostas;
- f) Ao final, cria-se uma roda de conversa para debater a proposta de cada grupo.

### Conhecimentos, Habilidades e Atitudes em Foco

- Discutir e avaliar diferentes fontes (renováveis e não renováveis), as usinas de geração de energia elétrica (termelétricas, hidrelétricas, eólicas etc.), suas semelhanças e diferenças e seus impactos socioambientais;
- Analisar os impactos socioambientais na área dunar e no Rio Preguiças, na região dos Lençóis Maranhenses;
- Investigar as tecnologias possíveis para as soluções dos impactos ambientais ocorridos com a implantação da usina eólica na região dos Lençóis Maranhenses;
- Avaliar os efeitos da política energética aplicada à sustentabilidade ambiental.

### Possíveis Soluções do Problema

Solução 1: Sensibilização da comunidade para participar ativamente de audiências públicas e do processo associado à instalação do parque eólico

A principal causa do assoreamento de rios e lagos dunares e da morte da vida aquática no Rio Preguiças é a instalação do parque eólico. Com o novo parque eólico a ser instalado na mesma região, os problemas socioambientais tenderão a aumentar. Uma das soluções para mitigar esses impactos é a sensibilização da comunidade para participar ativamente das audiências públicas e do processo associado à instalação deste novo parque, de maneira que a comunidade exija dos órgãos responsáveis soluções para mitigar o impacto da instalação do parque eólico.

Nesse sentido, deve-se promover a sensibilização ambiental na comunidade para que possa participar das audiências públicas de forma efetiva. Propõe-se a realização de palestras e reuniões com a comunidade local a fim de que tenha uma participação consciente e ativa na tomada de decisões, destacando as potencialidades e fraquezas da

implantação dos parques eólicos. Entre as fraquezas estão os impactos ambientais nos recursos hídricos.

A Resolução Conama n. 001, de 23 de janeiro de 1986, no seu artigo 11, §1º e §2º (10), destaca que os órgãos públicos os quais manifestarem interesse, ou tiverem relação direta com o projeto a ser implantado, receberão cópia do Relatório de Impacto Ambiental – RIMA, para conhecimento e manifestação; e ao determinar a execução do Estudo de Impacto Ambiental (EIA) e apresentação do RIMA, o órgão estadual competente ou o Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis – Ibama, ou, quando couber, o Município, determinará o prazo para recebimento dos comentários a serem feitos pelos órgãos públicos e demais interessados e, sempre que julgar necessário, promoverá a realização de audiência pública à sociedade para informar sobre o projeto e seus impactos ambientais e discutir o RIMA. Assim, a educação da comunidade para atuar nas audiências públicas e demais atividades de mesma natureza pode colaborar para que ações mitigadoras dos danos possam ser realizadas.

Um dos objetivos fundamentais da Educação Ambiental é garantir que os indivíduos e a comunidade compreendam a complexidade do ambiente natural e do ambiente antrópico, ou seja, aquele criado pelo homem, resultante da interação de seus aspectos biológicos, físicos, sociais, econômicos e culturais, e adquiram conhecimentos, valores, comportamentos e habilidades práticas para participar de uma prevenção e solução responsável e eficaz de problemas ambientais, e a gestão da questão da qualidade do meio ambiente (11). Por meio da Educação Ambiental, os efeitos dos aerogeradores nos lagos dunares e no Rio Preguiças podem ser minimizados em função da manifestação das comunidades ribeirinhas residentes nas áreas dos Lençóis Maranhenses.

Solução 2: Instalação de tecnologias avançadas para mitigar os impactos sobre a movimentação da avifauna

Os aerogeradores, popularmente conhecidos como “cata-ventos”, são constituídos de três partes: a torre, de até 120 metros de altura; um rotor com diâmetro entre 20 e 170 metros, constituído de um cubo no qual as hélices eólicas são fixadas; e o conjunto de três hélices, medindo entre 10 e 85 metros, aproximadamente (12). A altura da torre se justifica em função da velocidade do vento: quanto mais alta for a torre, maior a velocidade do vento para girar as hélices. Um parque eólico é projetado em função da disponibilidade de vento e do tamanho do terreno. No caso dos Lençóis Maranhenses, o parque eólico que já havia sido instalado contava com doze torres aerogeradoras em 2017 (Canal Bioenergia), o suficiente para se configurar com uma barreira de movimentação da avifauna, gerando impacto ambiental.

Os principais impactos negativos dos parques eólicos sobre a avifauna incluem: colisão com aerogeradores e estruturas associadas; perturbação que leva ao deslocamento ou

exclusão, incluindo a criação de barreiras de movimento; e perda de hábitat. Adicionalmente, a própria estrutura dos parques eólicos pode atrair aves por meio de luzes e locais para pouso, aumentando o risco de colisão e mortalidade dos indivíduos (13, 14).

De acordo com o *Relatório Anual de Rotas e Áreas de Concentração de Aves Migratórias no Brasil* (14), estudos indicam que as maiores taxas de mortalidade de aves ocorrem em corredores de migração e zonas costeiras com grande concentração de avifauna e outros grupos animais. A Rota Atlântica, que se estende ao longo da costa do Amapá até o Rio Grande do Sul, é especialmente afetada por esses fatores (14).

Existem algumas alternativas para reduzir o impacto produzido pelos aerogeradores sobre a avifauna circulante na área do parque eólico. Na Noruega, pesquisadores do Sintef e do Centro Norueguês de Pesquisa Energética Favorável ao Meio Ambiente desenvolveram sensores que, acoplados na turbina dos aerogeradores, podem calcular a trajetória prevista das aves e desligar completamente a turbina, levando vinte segundos para uma turbina grande parar a partir de uma velocidade de rotação normal (15). Nos Estados Unidos, uma empresa do Colorado desenvolveu um sistema que pode reconhecer águias, falcões, morcegos e outras aves. Através de sensores ópticos de alta precisão, o sistema calcula a velocidade e a trajetória de voo de pássaros, e, quando eles se aproximam, interrompem-se as turbinas em seu caminho de voo, por meio de um sinal enviado para desligar o equipamento (16).

Com base nas informações apresentadas, estratégias promissoras para mitigar os impactos dos parques eólicos na avifauna incluem a implementação de tecnologias avançadas, como sensores que monitoram e desligam as turbinas ao detectar aves em trajetória de colisão. Além disso, é crucial realizar estudos contínuos para entender melhor os padrões de migração e comportamento das aves nas áreas afetadas, permitindo ajustes nas operações dos parques para minimizar ainda mais os riscos ambientais. Essas medidas são essenciais para promover a coexistência sustentável entre energia renovável e conservação da biodiversidade.

## Para saber mais

ENEL. **Hélice eólica**: moinhos de vento do terceiro milênio: é assim que as turbinas eólicas conseguem produzir eletricidade explorando as correntes de ar. [São Paulo], [20--]. Disponível em: <https://www.enelgreenpower.com/pt/learning-hub/energias-renoveveis/energia-eolica/helice-eolica>. Acesso em: 1 jul. 2024

A Enel Green Power é parte do Grupo Enel, sediado na Itália, e foi fundada com objetivo de gerenciar e desenvolver atividades de produção de energia a partir de fontes renováveis em todo o mundo.

NUNES, P. M. P; MARTINS, C. C (org.). Pescadores de Tutóia e Paulino Neves: conflitos étnicos e devastações provocadas pela implantação de parques eólicos no Maranhão. **UEMA**, São Luís, n. 16, mar. 2019. Disponível em: <https://www.ppgcspa.uma.br/wp-content/uploads/2020/06/16-parques-eolicos.pdf>. Acesso em: 15 jan. 2025. (Boletim Informativo).

Esta publicação apresenta as arbitrariedades legais, sociais e ambientais ocorridas com a implantação dos parques eólicos no estado do Maranhão, evidenciadas em fotos, mapas e casos contados pelos próprios moradores da região de instalação dos parques eólicos.

NEOENERGIA. **Você sabe como funciona um aerogerador?** [S.l.], 22 jul. 2021. Disponível em: <https://www.neoenergia.com/w/voce-sabe-como-funciona-um-aerogerador->. Acesso em: 15 jan. 2025.

O site da Neoenergia apresenta a resposta detalhada da questão e traz fotos e um infográfico que explica o funcionamento de um aerogerador.

## Referências

- <sup>1</sup> LOUREIRO, C. V.; GORAYEB, A.; BRANNSTROM, C. Implantação de energia eólica e estimativa das perdas ambientais em um setor do litoral oeste do Ceará, Brasil. **Geosaberes: Revista de Estudos Geoeducacionais**, Ceará, v. 6, n. 1, p. 24-38, 2015. Disponível em: <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=5548046>. Acesso: 6 out. 2023.
- <sup>2</sup> GORAYEB, A.; BRANNSTROM, C.; MEIRELES, A. J. A. (org.). **Impactos socioambientais da implantação dos parques de energia eólica no Brasil**. Fortaleza: UFC, 2019.
- <sup>3</sup> PINTO, L. I. C.; MARTINS, F. R.; PEREIRA, E. B. O mercado brasileiro da energia eólica, impactos sociais e ambientais. **Revista Ambiente & Água**, [São Paulo], v. 12, n. 6, p. 1082-1100, 2017. Disponível em: <https://doi.org/10.4136/ambi-agua.2064> . Acesso em: 09 dez. 2025.
- <sup>4</sup> PAULINO, S. R. *et al.* Conflitos socioambientais e a implantação de parques eólicos no nordeste brasileiro. **Sustainability in Debate**, [Brasília], v. 14, n. 3, p. 21-51, 10 dez. 2023. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.18472/sustdeb.v14n3.2023.50468>. Acesso em: 11 dez. 2025.
- <sup>5</sup> QUEIROZ, S. L. *et al.* **Estudos de caso no ensino de ciências naturais**. São Carlos: Art Point, 2016.
- <sup>6</sup> SHARPLES, J.; EATON, J.; BOUGHELAF, J. **Putting evidence to work: a school's guide to implementation**. 3. ed. London: Education Endowment Foundation, 2024.
- <sup>7</sup> GONÇALVES, R. A.; LEHUGEUR, L. G. O.; CASTRO, J. W. A.; PEDROTO, A. E. S. Classificação das feições eólicas dos Lençóis Maranhenses – Maranhão – Brasil. **Mercator**, Fortaleza, v. 2, n. 3, p. 99-112, 2003.
- <sup>8</sup> SILVA JÚNIOR, A. G. **O sistema eólico das bacias costeiras de São Luís e Barreirinhas, NE do Brasil: implicações climáticas e tectônicas durante o quaternário**. 2021. Tese (Doutorado em Geociências) - Universidade Federal do Pará, Pará, 2021.
- <sup>9</sup> BRASIL. Ministério da Educação. **Base Nacional Comum Curricular: educação é a base**. Brasília, DF: MEC, [2018]. Disponível em: [https://basenacionalcomum.mec.gov.br/images/BNCC\\_EI\\_EF\\_110518\\_versaofinal\\_site.pdf](https://basenacionalcomum.mec.gov.br/images/BNCC_EI_EF_110518_versaofinal_site.pdf). Acesso em: 14 jan. 2026.
- <sup>10</sup> BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. Resolução Conama n. 001, de 23 de janeiro de 1986. Dispõe sobre critérios básicos e diretrizes gerais para a avaliação de impacto ambiental. Brasília, DF: **Diário Oficial da União**, 1986.
- <sup>11</sup> UNESCO. **Educação ambiental: as grandes orientações da conferência de Tbilisi**. Brasília, DF: Ibama, 1997.
- <sup>12</sup> ENEL. **Hélice eólica: moinhos de vento do terceiro milênio: é assim que as turbinas eólicas conseguem produzir eletricidade explorando as correntes de ar**. [São Paulo], [2024]. Disponível em: <https://www.enelgreenpower.com/pt/learning-hub/energias-renoveveis/energia-eolica/helice-eolica>. Acesso em: 1 jul. 2024.
- <sup>13</sup> DREWITT, A. L.; LANGSTON, R. H. W. Assessing the impacts of wind farms on birds. **Ibis**, [S.l.], v. 148, p. 29-42, 2006.

- <sup>14</sup> BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade. **Relatório Anual de rotas e áreas de concentração de aves migratórias no Brasil**. Pernambuco: Cemave, 2014. Disponível em: [https://www.researchgate.net/profile/Manuella-Souza/publication/273444658\\_Relatorio\\_anual\\_de\\_rotas\\_e\\_areas\\_de\\_concentracao\\_de\\_aves\\_migratorias\\_no\\_Brasil/links/55016d620cf2d61f82128243/Relatorio-anual-de-rotas-e-areas-de-concentracao-de-aves-migratorias-no-Brasil.pdf](https://www.researchgate.net/profile/Manuella-Souza/publication/273444658_Relatorio_anual_de_rotas_e_areas_de_concentracao_de_aves_migratorias_no_Brasil/links/55016d620cf2d61f82128243/Relatorio-anual-de-rotas-e-areas-de-concentracao-de-aves-migratorias-no-Brasil.pdf). Acesso em: 30 nov. 2022.
- <sup>15</sup> SÉRVIO, G. Turbina eólica inteligente reduz até 80% das mortes de aves. *In: OLHAR Digital*, [S.l.], 12 set. 2023. Disponível em: <https://olhardigital.com.br/2023/09/12/ciencia-e-espaco/turbina-eolica-inteligente-reduz-ate-80-das-mortes-de-aves-veja-como/>. Acesso em: 20 out. 2023.
- <sup>16</sup> OLSEN, N. Sistema evita mortes de pássaros em parques eólicos. *In: CICLO Vivo*, [S.l.], 3 jan. 2022. Disponível em: <https://ciclovivo.com.br/inovacao/tecnologia/sistema-evita-morte-de-passaros-em-parques-eolicos/>. Acesso em: 20 out. 2023.

## CAPÍTULO 6

# Quanto Lixo, Vovô!

---

**Nivaldo Cariatti Junior**

*Escola Estadual Professor Newton Espírito Santos Ayres, Secretaria da Educação do Estado de São Paulo,  
Osasco, São Paulo*

**Vanderlei Procópio da Cruz**

*Eccos Ambiental Resíduos de Saúde Ltda., Contenda, Paraná*

**Cássia Natanie Peguim**

*Instituto de Estudos Avançados da Universidade de São Paulo, São Paulo, São Paulo*

**Gérsica Moraes Nogueira da Silva**

*Serviço Social do Comércio (Sesc), Recife, Pernambuco*

São muitas as lembranças contadas em roda pelas famílias que vivem nas cidades banhadas pelas águas do Rio Iguaçu, como a história de seu Antônio, que narra para sua neta Ana que ele pescava no rio, andava de barco, tomava banho e, aos sábados e domingos, lá ia se banhar após o término do jogo de bola. Até a década de 1970, em Araucária, região metropolitana de Curitiba, a pequena população vivia da agricultura e tinha como lazer nos finais de semana os passeios, brincadeiras entre famílias, pescaria e a contemplação de embarcações fluviais que passavam próximo à cidade, então ligada a várias outras como passagem de tropeiros entre São Paulo e Rio Grande do Sul.

Tempos que ficaram no passado, pois hoje lazer, recreação e pescaria já não são mais possíveis devido à derrubada das matas, à explosão do cultivo da soja, à atividade agrícola que se intensificou e à construção de cinco hidrelétricas no trecho do Iguaçu entre Araucária e a região metropolitana de Curitiba.

Ana e seu avô Antônio voltam do passado para o presente, observando as margens do rio:

– Olha, vovô! O senhor viu a faixa perto da margem do Rio Iguaçu? É da minha escola! Vai ter exposição dos projetos sobre o rio.

– Ó, minha querida neta! Lembra das histórias que o avô contava sobre o rio?

– Sim, vovô, me lembro muito bem. O senhor disse que o povo nadava e fazia piquenique na margem do rio! Hoje está uma tristeza, o rio está repleto de sujeira. Lá na escola os

professores estão fazendo um trabalho para tentar melhorar a realidade do rio. Olha só como ele está! Quanto lixo, vovô!

– Nossa! Dá uma tristeza ver isso, minha neta!

– Ôh, vovô Antônio, o que a gente pode fazer pra ajudar?

– Não sei, minha neta. Eu sei que este problema vem se arrastando faz tempo. Muitas famílias dependem desse rio para viver! Da pesca, da água e do lazer que ele propunha...

– Vamos no próximo sábado ver a feira de ciências da escola? Quem sabe alguém nos ajuda a entender e ver o que pode ser feito para melhorar isso.

No final da semana, seu Antônio, Ana e seus pais foram à feira de ciências da escola. A neta do seu Antônio, Ana, apresentou uma maquete que fez do rio, mostrando os materiais (lixo) que estavam jogados na margem. Os professores da Ana gostaram muito da maquete que ela fez.

– Mamãe, papai! O avô Antônio está chegando! Professora Maria, este é o meu avô Antônio!

– Olá, seu Antônio, a Ana fala muito do senhor! Ela me disse que o senhor tomava banho aqui no Rio Iguaçu! Pena que hoje em dia não dá mais! Não dá nem pra chegar na borda do rio, em alguns lugares o lixo tomou conta!

– É uma pena mesmo, professora....

– O senhor viu a maquete da sua neta?

– Vi, sim! É bem a realidade que temos. Eu queria tanto ver este rio como era antigamente! O progresso é bom, mas às vezes traz consequências ruins para muita gente e até para outros seres vivos! Será que tem solução para isso?

– Deve ter, sim. Espero que com esta feira de ciências possamos ajudar a pelo menos retomar a preocupação com a situação do rio. Nossa principal dúvida é como resolver a soma de maus hábitos da população em relação ao descarte de lixo doméstico e tornar o rio novamente agradável para o lazer da população.

Na feira de ciências, o seu Orlando, que faz parte da associação dos moradores do bairro Iguaçu, olhou a maquete da turma da Ana referenciando a poluição do rio, e assim, juntos, puderam refletir sobre as mudanças locais e os impactos ambientais causados pela ação do homem.

*Imagine que você faz parte da comunidade onde vive a Ana, ou que você se sente representado por algum dos personagens. Aponte possíveis causas que contribuíram para a degradação da qualidade da água e a inviabilidade de uso pela população que vive às margens do Rio Iguaçu.*

## Características do Caso e Contextualização do Tema

As águas do Rio Iguaçu banham todo o estado paranaense, sendo ele um afluente do rio Paraná, o maior do estado. Sua formação se dá pelo encontro dos rios Iraí e Atuba, entre os municípios de Curitiba, Pinhais e São José dos Pinhais. Seu curso segue o sentido Leste a Oeste. Em algumas partes ele é usado como divisa natural entre dois estados, Paraná e Santa Catarina, e faz fronteira entre o Brasil e Argentina.

No ano de 1542, o navegador espanhol Alva Nuñez, “Cabeza de Vaca”, procurando rota para o Paraguai, conseguiu passar pelas Cataratas do Iguaçu, nomeando-as de Cachoeira de Santa Maria. Naquela época, o território da bacia hidrográfica era habitado por índios kaingang e guarani, e da língua guarani deu-se o nome Iguaçu, que quer dizer “água grande” ou “muita água” (1). Com a chegada dos bandeirantes pela procura de ouro no século XVII, foi garantido ao Império Português a colonização da região e os caminhos de tropeiros, resultando em ocupações pastoris nos campos de Palmas, sul do Estado.

Em 1882, teve início a navegação no Rio Iguaçu, por meio da licença imperial, viabilizando a povoação no entorno do rio (1). Esse povoamento foi intensificado a partir de 1970, com o cultivo da soja e a construção de cinco hidrelétricas no trecho entre Araucária e a região metropolitana de Curitiba. O desenvolvimento das atividades industriais resultou, conseqüentemente, na degradação da Bacia do Alto Iguaçu, que ocupa um espaço total de 54 820,4 km<sup>2</sup> no território paranaense, espaço ocupado por 4 405 882 habitantes (2).

O uso de recursos hídricos é diverso, e em várias atividades humanas a água é indispensável, destacando-se o abastecimento público e industrial, a irrigação agrícola, a produção de energia elétrica e as atividades de lazer e recreação. Para atender essas necessidades e preservar a vida aquática, o saneamento, urbano e rural, requer efetividade na implementação de sistemas de abastecimento de água e de coleta e tratamento dos resíduos (1). Requer também ações das esferas pública, privada, individual e coletiva.

Anteriormente a 1960, o Brasil não possuía base gestora ambiental ou um órgão específico que controlasse a demanda de recursos naturais ou descarte de resíduos. Em 1981, em contexto de discussão internacional sobre políticas de meio ambiente, a Lei n. 6.938 estabeleceu a Política Nacional do Meio Ambiente, permitindo vislumbrar horizonte e meios para atribuir uma direção aos entes da Federação (3).

Hoje o Brasil tem um arcabouço legal e institucional robusto. Em 2010, a Lei n. 12.305 instituiu a Política Nacional de Resíduos Sólidos com o objetivo de providenciar diretrizes para gestão dos resíduos sólidos, perigosos e não perigosos (4). Foi dado aos municípios o prazo de 2014, e renovado por diversas vezes até 2024, para que tivesse fim a existência dos lixões a céu aberto, ação fundamental na busca pelo encerramento do descarte irregular e inadequado de resíduos sólidos no país. Nesse período foi promulgada a

Lei de Incentivo à Reciclagem, a Lei n. 14.260/2021 (5), que estabelece incentivos para projetos de reciclagem.

Contribuir com a coleta seletiva deveria ser parte da organização e realização das nossas tarefas diárias. Quando comemos uma fruta, por exemplo, ao invés de descartar a casca, podemos utilizá-la na compostagem, produzindo adubo para as plantas do jardim ou a horta do quintal, no entanto, não damos importância para esses grandes desafios. Desafios que deveriam ser tema de debate e conscientização da pré-escola até a formação universitária, continuando para além delas, de forma a incutir no indivíduo o critério de responsabilidade pelos resíduos, e mobilizar a construção de boas práticas sociais, junto à iniciativa privada e ao poder público.

Considerando a importância de reduzir os impactos das ações humanas sob os corpos d'água, o Brasil também apresenta regulamentação para a gestão das águas, por meio da Política Nacional de Recursos Hídricos (PNRH), Lei n. 9.433/1997 (6), que apresenta dentre seus objetivos o de assegurar à atual e às futuras gerações a necessária disponibilidade de água, em padrões de qualidade adequados aos respectivos usos. Importante salientar que a gestão participativa é um ponto fundamental da gestão de recursos hídricos, que apresenta a bacia hidrográfica como unidade territorial para implementação da PNRH.

Ao incluir e envolver atores sociais diversos, o caso “Quanto lixo, vovô!” se torna interessante. Ele narra uma história, a de seu Antônio e sua neta Ana e a relação de ambos com o rio do município no qual residem. Também é um bom caso pois desperta o interesse pela questão da dinâmica da urbanização do Rio Iguaçu, no passado e no presente. Este é ainda um estudo de caso atual, pois inclui a relação da comunidade escolar de Ana para com o rio, despertando a empatia do seu Orlando, representante da associação de moradores.

Neste estudo de caso, encontramos o diálogo estabelecido entre o avô Antônio, a neta Ana e a professora Maria, que provoca um conflito, a necessidade de buscar uma forma de “resolver a soma de maus hábitos da população em relação ao descarte de lixo doméstico e tornar o rio novamente agradável para o lazer da população”, sugerindo um plano de ação junto às prefeituras locais. O caso apresenta utilidade pedagógica, por alertar a comunidade escolar e os alunos quanto aos problemas no descarte irregular de materiais nos rios, transformando-o em um projeto escolar para conscientização da população.

### Apontamentos Didáticos

O texto inclui atividades de pesquisa de campo com estudantes, de modo a incentivar e orientar atividades desta natureza para que eles possam levantar dados sobre a qualidade da água do rio e do descarte irregular do lixo nas suas margens e leito.

Este caso está articulado a habilidades da Base Nacional Curricular Comum – BNCC, especificamente, identificar os problemas ambientais relacionados aos cursos de água e aos oceanos. Deste modo, sugere-se a análise do impacto das relações humanas sobre a natureza do ponto de vista ambiental, comparando as ações domésticas às industriais. Os estudantes, junto aos docentes, poderão analisar a oferta de saneamento básico no espaço de vivência do aluno bem como a ocorrência de problemas ambientais. Assim, o estudo de caso sugere a contemplação de algumas formas de poluição dos cursos de água para que os estudantes possam identificar e descrever problemas ambientais que ocorrem no entorno da escola e da residência, como lixões, indústrias, poluentes, destruição do patrimônio histórico etc. É também sugerido o apontamento de formas de poluição das águas superficiais e subterrâneas associadas ao lixo doméstico e ao lançamento irregular de esgotos (7).

É esperado que o estudante consiga reconhecer a relação de consumo dos recursos hídricos com o uso das bacias hidrográficas para perceber as transformações no ambiente e construir a consciência de que os recursos naturais são fundamentais para a sociedade. Como proposta para o desenvolvimento da habilidade e suas possibilidades para o currículo, sugere-se aos alunos construir hipóteses sobre a associação entre consumo de recursos hídricos e sua influência na dinâmica das bacias hidrográficas a partir de um estudo da formação, relevo e aspectos da bacia hidrográfica na qual o município está inserido (7).

Este estudo de caso está associado ao ODS 6 e ao ODS 11. O ODS 6 – Água Potável e Saneamento – apresenta metas que visam alcançar, até 2030, o acesso universal e equitativo à água potável e segura, fortalecendo as interfaces entre saneamento universal, melhoria na qualidade da água, eficiência do uso dos recursos e implementação de gestão integrada dos recursos hídricos em todos os níveis. Particularmente, o estudo se relaciona com o Indicador 6.2.1 – Serviços de Saneamento gerenciado de forma segura, que sugere a instalação de forma segura a domicílios que ainda não têm o descarte e tratamento em locais adequados de efluentes de banheiros, pias e tanques, não sendo descartados em rios e outros locais, não tratados adequadamente.

O caso também está associado ao Indicador 6.3.2 – Proporção de corpos hídricos com boa qualidade ambiental, que define a qualidade da água, usando para cálculos de indicação de pontos e limites da classe 2 a Resolução Conama n. 357/2005, que estabelece os padrões de qualidade (8).

Com relação ao ODS 11 – Cidades e comunidades Sustentáveis –, seu Indicador 11.6.1 define que os resíduos sólidos urbanos devem ser coletados e destinados de forma ambientalmente correta por cidades individualmente (9).

## Fonte de Inspiração para a Produção do Caso

A fonte de inspiração para a produção do caso foi uma pesquisa de campo para trabalho acadêmico, realizada por Vanderlei Procópio da Cruz, um dos autores deste capítulo, em 2018, no parque Cachoeira, em Araucária/PR, região metropolitana de Curitiba. Ao investigar a história cultural da cidade, foi presenciado que em vários pontos desta havia terrenos baldios, ruas, córregos, rios e parques com grandes quantidades de lixo doméstico descartado pela população.

## Proposta de Aplicação do Caso

O caso é proposto para ser implementado no Ensino Fundamental, podendo ser aplicado para os estudantes dos anos finais, contemplando competências e habilidades do ensino de Geografia, em conjunto com outras disciplinas, como Ciências, História e Língua Portuguesa. É sugerido o desenvolvimento do caso em seis aulas, cada uma das quais objetivará a intervenção proposta com a ação a ser desencadeada, e em todas elas deve haver uma avaliação do projeto de forma contínua.

**Aula 1:** Será realizada uma apresentação do caso aos estudantes por meio da leitura do texto, seguida de debate para entendimento das causas e relação com a realidade local. Ao fim da primeira aula, a turma será dividida em grupos para atender às próximas etapas de aplicação do caso, quando deverá ser aplicado à bacia hidrográfica local. Poderá ser aplicada, informalmente, uma avaliação pelo professor, sobre a percepção do envolvimento dos estudantes e do conhecimento prévio, por meio de perguntas ou de um *brainstorming*.

**Aula 2:** Os grupos devem definir um trecho da bacia hidrográfica para estudar e realizar um levantamento de dados prévios, buscando informações da área, como: definição do uso das margens, se há atividade industrial, comercial ou apenas residencial, se há cobertura vegetal, base de dados com informações sobre o rio em questão, obtenção de mapas, entre outras que contribuam com diagnóstico. Os minutos finais devem ser utilizados para compartilhar o que cada grupo achou de relevante e que tipo de informações ou bases foram consultadas. O professor deverá recolher os materiais pesquisados pelos estudantes para a conferência destes e sugestões de outros materiais e formas de abordagem. Também será avaliada a partilha dos dados com os amigos da sala e a interação com os demais estudantes sobre os dados obtidos em mapas, livros e *sites* sobre as características do rio.

**Aula 3:** Um grupo irá coletar os dados com populações ribeirinhas, por meio de visita de campo deverá ser feito um reconhecimento do local, e mais dados devem ser coletados com registros fotográficos, além de construção de esquemas que reflitam a condição ambiental do local e observação de aspectos que indiquem poluição ou outros impactos

ambientais. Podem ser realizadas conversas com pessoas da localidade, comunidade ou liderança que contribuam com mais informações.

**Aula 4:** Compartilhamento da percepção da área e convergências de informações entre os grupos, contribuindo com elaboração de hipóteses sobre impactos ambientais e que afetem, direta ou indiretamente, o corpo hídrico. Os grupos devem realizar a sistematização das informações e desenvolver um produto, que pode ser de tipos variados como maquete, história em quadrinhos, gráficos, produção de material audiovisual. Serão avaliadas as produções sobre as hipóteses e as intervenções propostas para a melhora do problema encontrado, bem como as formas de representação que os estudantes pretendem realizar para apresentação dos dados das pesquisas.

**Aula 5:** Proposta de desenvolvimento de um produto em sala de aula pelos grupos, que o deverão relacionar com os Objetivos de Desenvolvimento Sustentável, fazendo a introdução do tema com os estudantes. Propor aos estudantes que busquem soluções para os problemas encontrados, reconhecendo órgãos competentes nas esferas empresariais, governamentais e da sociedade civil, contribuindo, como consequência, com melhoria da poluição dos cursos d'água.

**Aula 6:** Os trabalhos/produtos serão apresentados pelos grupos em sala de aula, em uma feira de ciências ou em um término de ciclo da disciplina. Em um debate final podem surgir sugestões para compor um plano de ação em parceria com as prefeituras da região, pois é essencial ter órgãos públicos atuantes. Propostas como ceder espaços para realocação da população, abertura de cooperativas de reciclagem, implantação de treinamentos e educação ambiental dentro das cooperativas para esses moradores realocados e, para a população em geral, ações de conscientização sobre descarte correto de resíduos sólidos domésticos e ações de prevenção e mitigação de inundações em épocas chuvosas. Os materiais produzidos pelos alunos serão avaliados conforme a sua criatividade, intencionalidade e clareza de informações. Como sugestão, deve-se apresentar para a comunidade escolar os resultados obtidos com os recursos criados a partir das pesquisas realizadas, além de interação com outras escolas da área para reconhecimento da importância do trabalho executado.

### Conhecimentos, Habilidades e Atitudes em Foco

- Mobilizar atitudes em prol da conservação ambiental;
- Obter conhecimentos relacionando componentes físico-naturais, biodiversidade e preservação ambiental;
- Desenvolver projetos e atividades educacionais interdisciplinar;
- Reconhecer os principais componentes da morfologia das bacias e das redes hidrográficas;

- Identificar o consumo e o uso nas bacias hidrográficas no Brasil;
- Reconhecer transformações nos ambientes urbanos e sua relação com os impactos ambientais;
- Conhecer a agenda 2030, relacionando a atuação da política pública na resolução de problemas socioambientais;
- Promover iniciativas individuais e coletivas para a solução de problemas ambientais da comunidade e/ou da cidade, com base na análise de ações de consumo consciente e de sustentabilidade bem-sucedidas.

### Possíveis Causas dos Problemas

Causa 1: Poluição por lançamento de esgoto sanitário e disposição inadequada de resíduos sólidos

Após os anos 1970, com o crescimento das cidades, adensamento populacional e modificação dos territórios sobre os ambientes naturais, observou-se uma série de impactos ambientais sobre os corpos d'água, alterando a qualidade e a quantidade de água, tendo entre suas causas o lançamento de esgoto sanitário e disposição inadequada de resíduos sólidos.

O Rio Iguaçu, localizado na região leste de Curitiba, faz divisa com o município de Pinhais e percorre um curso de 1320 km, passando pelos três planaltos paranaenses até despejar no Rio Paraná. Sua contaminação possui o potencial de comprometimento da qualidade dos recursos hídricos de toda sua bacia.

Neste contexto, é importante destacar o impacto da falta de saneamento básico na maioria das grandes metrópoles brasileiras, reforçando que o saneamento básico apresenta quatro pilares, sendo eles: abastecimento de água, esgotamento sanitário, drenagem urbana e resíduos sólidos.

A ausência de gestão dos resíduos sólidos e efluentes gerados na Bacia do Alto Iguaçu acabou levando a população adjacente a descartar irregularmente seus resíduos sólidos domésticos, promovendo a degradação e contaminação do rio e atingindo diretamente a qualidade das águas. Segundo estudo feito pelo Instituto Água e Terra – IAT, a qualidade das águas do Iguaçu ainda se encontra em condições preocupantes.

A Estação AI79, na ETE em Araucária, tem os resultados de 2010 a 2018 sendo considerada “Poluída” pelo AIQA, a classe 3 de enquadramento é violada em 100% das amostragens devido a violações nos parâmetros oxigênio dissolvido, DBO, Fósforo total, Nitrogênio amoniacal, surfactantes e *Escherichia coli* (2, p.61).

A discussão do tema água e saneamento, considerando a vulnerabilidade social e os impactos potencializados sob os aglomerados subnormais, implica abordar novos paradigmas na teoria do planejamento urbano. Há demanda para a gestão integrada de recursos hídricos, desenvolvendo estruturas e ferramentas operacionais, associadas à formulação de políticas públicas no contexto das mudanças globais (demográficas, climáticas, econômicas, entre outras).

### Causa 2: Vazamento de óleo cru no corpo hídrico

Para além da poluição, em 17 de julho de 2000, houve uma explosão catastrófica ao meio ambiente: aproximadamente quatro milhões de litros de óleo cru vazaram por horas da Refinaria Presidente Getúlio Vargas – Repar, na cidade de Araucária, percorrendo vários quilômetros até chegar ao rio Barigui, afluente do Rio Iguaçu (10). Em 2019, a Justiça atendeu a ação do Ministério Público, condenando a Petrobras pelo desastre, alegando os prejuízos ambientais e incluindo o município de Araucária como parte interessada na ação (11).

Incidentes como o mencionado causam grande impacto não apenas na qualidade do corpo hídrico, mas também na biodiversidade associada ao ecossistema, e conseqüentemente nas atividades socioeconômicas relacionadas, por longo período. A inviabilidade de uso do corpo hídrico para seus múltiplos usuários é outro impacto drástico, principalmente quando vinculada a riscos de saúde da população.

### Para saber mais

BARROS, R. Petrobrás pagará R\$1,4 bilhão por vazamento ocorrido há 20 anos. *In*: PODER 360. [S.l.], 2021. Disponível em: <https://www.poder360.com.br/justica/petrobras-pagara-r-14-bilhao-por-vazamento-ocorrido-ha-mais-de-20-anos/>. Acesso em: 16 jan. 2026.

Esta matéria narra um acidente ocorrido em julho de 2000, quando ocorreu vazamento de mais ou menos quatro milhões de litros de óleo, levando a grandes perdas tanto da flora quanto da fauna nos rios Barigui e Iguaçu. O caso envolveu esferas do poder público estadual e municipal, e até meados de 2021 a estatal ainda não havia firmado acordos jurídicos.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Objetivos de desenvolvimento sustentável:** Agenda 2030. [S.l.], [2023]. Disponível em: <https://odsbrasil.gov.br/>. Acesso em: 13 out. 2022.

Neste site, é possível verificar os Indicadores Brasileiros para os Objetivos de Desenvolvimento Sustentável e acompanhar a evolução da Agenda 2030 no país. É uma ferramenta importante de monitoramento, pois permite avaliar as metas que apresentam indicadores definidos, assim como as que ainda não apresentam dados no Brasil. Também é possível observar em quadro síntese a produção dos indicadores globais por objetivo.

OLIVEIRA, W. Refinaria causa desastre em Rio do PR. *In*: FOLHA de S. Paulo. São Paulo, 2000. Disponível em: <https://www1.folha.uol.com.br/fsp/cotidian/ff1807200001.htm>. Acesso em: 29 set. 2023.

A reportagem relata o desastre na refinaria Getúlio Vargas (Repar), em julho de 2000, impactando os rios Barigui e Iguaçu.

## Referências

- <sup>1</sup> PEREIRA, M. C. B.; SCROCCARO, J. L. (org.). **Bacias Hidrográficas do Paraná**. 2. ed. Governo do Estado do Paraná: Curitiba, 2015. (Série Histórica).
- <sup>2</sup> INSTITUTO ÁGUA E TERRA. **Monitoramento da qualidade das águas dos rios da RMC do Alto Iguaçu e Ribeira**. [S.l. : s.n.], [2023].
- <sup>3</sup> MOURA, A. M. M. **Governança ambiental no Brasil**. Brasília, DF: IPEA, 2016. Disponível em: [https://portalantigo.ipea.gov.br/portal/images/stories/PDFs/livros/livros/160719\\_governanca\\_ambiental.pdf](https://portalantigo.ipea.gov.br/portal/images/stories/PDFs/livros/livros/160719_governanca_ambiental.pdf). Acesso em: 8 mai. 2023.
- <sup>4</sup> BRASIL. **Lei n. 12.305 02 de agosto de 2010**. Institui a Política Nacional de Resíduos Sólidos; altera a Lei no 9.605, de 12 de fevereiro de 1998; e dá outras providências. Brasília, DF: Presidência da República, 2010. Disponível em: [https://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/\\_ato2007-2010/2010/lei/12305.htm](https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2007-2010/2010/lei/12305.htm). Acesso em: 27 abr. 2023.
- <sup>5</sup> BRASIL. **Lei n. 14.260, de 08 de dezembro de 2021**. Estabelece incentivos à indústria da reciclagem e cria o Fundo de Apoio para Ações Voltadas à Reciclagem (Favorecycle) e Fundos de Investimentos para Projetos de Reciclagem (ProRecycle). Brasília, DF: Presidência da República, 2021. Disponível em [https://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/\\_ato2019-2022/2021/lei/14260.htm](https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2019-2022/2021/lei/14260.htm). Acesso em: 27 out. 2023.
- <sup>6</sup> BRASIL. **Lei n. 9.433 de 08 de janeiro de 1997**. Institui a Política Nacional de Recursos Hídricos, cria o Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos. Brasília, DF: Presidência da República, 1997. Disponível em: [https://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/LEIS/L9433.htm](https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/LEIS/L9433.htm). Acesso em: 27 ago. 2024. [referência mencionada após a referência 6].
- <sup>7</sup> BRASIL. Ministério da Educação. **Base Nacional Comum Curricular**. Brasília, DF: MEC, [2018]. Disponível em: [http://basenacionalcomum.mec.gov.br/images/BNCC\\_EI\\_EF\\_110518-versaofinal\\_site.pdf](http://basenacionalcomum.mec.gov.br/images/BNCC_EI_EF_110518-versaofinal_site.pdf). Acesso em: 5 dez. 2022.
- <sup>8</sup> INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. Objetivo 6 - Garantir disponibilidade e manejo sustentável da água e saneamento para todos. **Indicadores brasileiros para os Objetivos de Desenvolvimento Sustentável: Agenda 2023**. [S.l.], [2023]. Disponível em: <https://odsbrasil.gov.br/objetivo/objetivo?n=6>. Acesso em: 15 jan. 2026.
- <sup>9</sup> INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. Objetivo 11 - Tornar as cidades e os assentamentos humanos inclusivos, seguros, resilientes e sustentáveis. **Indicadores brasileiros para os Objetivos de Desenvolvimento Sustentável: Agenda 2023**. [S.l.], [2023]. Disponível em: <https://odsbrasil.gov.br/objetivo/objetivo?n=11>. Acesso em: 15 jan. 2026.
- <sup>10</sup> OLIVEIRA, W. Refinaria causa desastre em rio do PR. *In*: FOLHA de São Paulo. São Paulo, 18 jul. 2000. Disponível em: <https://www1.folha.uol.com.br/fsp/cotidian/ff1807200001.htm>. Acesso em: 29 set. 2023.
- <sup>11</sup> BRASIL. Ministério Público do Estado do Paraná. **Justiça atende ação do MP e condena Petrobras por vazamento em 2000**. Paraná: MPPR, 11 out. 2019. Disponível em: <https://mppr.mp.br/Noticia/Justica-atende-acao-do-MP-e-condena-Petrobras-por-vazamento-em-2000>. Acesso em: 27 out 2023.

## CAPÍTULO 7

### “Cheirinho bom!” Parque Feliz – Cajamar

---

**Elaine Cristina Oliveira Amorim Teixeira**

*Centro Paula Souza de Santana de Parnaíba, ETEC Ermelinda Giannini Teixeira e Secretária de Educação do Estado de São Paulo, Cajamar, São Paulo*

**Ester Pereira de Paiva Ferreira**

*EMEB Tarsila do Amaral, Diadema, São Paulo*

**Leila Maria de Sousa Rios**

*Secretária de Educação de Barueri, São Paulo*

**Rita de Cássia Bortoletto-Santos**

*Secretária da Educação do Estado de São Paulo, São Paulo*

Anita é uma jovem de quinze anos, estudante do primeiro ano do Ensino Médio da Escola Estadual Francisco de Assis, da cidade de Cajamar, SP. Ela aproveita seus finais de semana nos parques da cidade, em especial no parque Cajamar Feliz “Manoel Augusto Cruz”, unidade Jordanésia, onde encontra com seus colegas de escola. O parque possui *playground*, trilha para caminhadas, quiosques para socialização, espaço pet e *Wi-Fi* liberado. Mas nem tudo são flores. Um cheiro desagradável incomoda a maioria dos visitantes. Anita, muito aborrecida com aquele “cheirinho”, ao chegar em casa comentou com seu avô:

– Vovô, hoje passeando pelo parque Feliz, senti novamente aquele “cheirinho” desagradável, para não dizer *fedozão*, cheiro de esgoto, de lixo, sei lá! Foi sempre assim, Vô? Como era no seu tempo?

Seu Inácio, avô de Anita, era um antigo morador da cidade, nasceu naquele bairro e o viu crescer e aumentar a população. Ele gostava de contar suas histórias de criança e falar das suas lembranças.

– Ah, Anita, bons tempos aqueles! Alguns anos atrás nosso bairro ainda tinha poucos moradores, até Cajamar ainda era cidade pequena e pacata. Eram muito agradáveis o ar, o verde, os rios usados para pescar e nadar. Havia menos casas e não se jogava tanto lixo e esgoto nas ruas e nos córregos como hoje. Acredito que todo esse crescimento seja um dos motivos da sua reclamação.

A fala do seu avô deixa Anita curiosa:

– Vovô, seria possível ter um ar mais puro no parque? Um cheiro mais agradável?

Seu avô, com um sorriso entusiasmado, apoia sua neta, e responde:

– Anita, querer é poder! Acredito que quando queremos, mudamos tudo.

– Já sei, na aula de amanhã vou falar com a minha professora Eleonora. Ela é química e com certeza iremos descobrir o que pode causar esse cheiro ruim no parque e como mudar isso.

Anita, entusiasmada, leva suas perguntas para a sala de aula. Logo que a professora Eleonora entra na sala, levanta a mão acenando. A professora autoriza que ela fale e compartilhe sua experiência e a conversa que teve com seu avô. Os colegas se interessam pelo assunto, e a professora enxerga no “problema do cheirinho” uma oportunidade para abordar alguns temas contemporâneos.

Eleonora aproveita o assunto trazido por sua aluna curiosa e conversa com a turma:

– Se o mau cheiro é causado pelas águas do córrego, como podemos melhorar a qualidade dessas águas? E aí, classe, o que podemos fazer para melhorar o “cheirinho” do Parque Feliz? O que causa o mau odor no parque? Vamos investigar?

*Você faz parte da turma da professora Eleonora e precisa ajudar Anita e seus colegas de turma a encontrar soluções para o “cheirinho” que vem do córrego do Parque Feliz. Apresente, no mínimo, duas possíveis soluções e argumente a favor da mais provável.*

### Características do Caso e Contextualização do Tema

Os rios e córregos que cortam a maioria das cidades metropolitanas do nosso país sofrem com o crescimento acelerado dos centros urbanos, despejo de esgotos sem tratamento, descarte inadequado do lixo doméstico e tímidas ações para sua reciclagem, o que colabora com a poluição das águas e degradação (1).

Ir ao parque e ter momentos de alegria e bem-estar é direito de todos os cidadãos e, principalmente, da juventude, que carece cada vez mais de espaços públicos que propiciem momentos gratuitos de lazer. Muitos desses parques sofrem com descuidos e degradação. No caso do nosso Parque Feliz, o parque da galera da Anita, o que incomoda é o mau cheiro.

O Parque Feliz está situado na cidade de Cajamar, a 29 quilômetros da capital de São Paulo, com uma área de um pouco mais de 131 mil km<sup>2</sup>. Localizada na região metropolitana de São Paulo, faz divisa com cidades como Caieiras, Santana de Parnaíba e Pirapora do Bom Jesus. Em 2021, a população estimada de Cajamar era de 79 mil pessoas. O córrego que circula o parque contribui para os 25 quilômetros de rios e córregos que atravessam a cidade, que apresenta 76,3% de domicílios com esgotamento sanitário

adequado, 51,1% de domicílios urbanos em vias públicas com arborização e 32,5% de domicílios urbanos em vias públicas com urbanização adequada (presença de bueiro, calçada, pavimentação e meio-fio). Quando comparada com os outros municípios do estado, fica na posição 512 de 645, 601 de 645 e 206 de 645, respectivamente. Já quando comparada a outras cidades do Brasil, sua posição é 1112 de 5570, 4093 de 5570 e 1083 de 5570, respectivamente (2).

Considerando-se as características de um bom caso (3), a narrativa desperta o interesse pela questão do odor desagradável sentido no local. Trata-se de sensação incompatível com a de bem-estar que o parque deve despertar. Atualmente existem cada vez mais casos iguais em grandes centros urbanos, pois o crescimento desordenado das cidades é desacompanhado de infraestruturas adequadas para saneamento e tratamento correto do esgoto urbano. O caso cria empatia com os personagens centrais, representados na narrativa nas figuras de uma jovem, seu avô e sua professora, além de apresentar diálogos entre os personagens.

O caso é relevante ao leitor, tendo como público-alvo estudantes de todos os anos e fases da educação básica. O título desperta curiosidade, pois não fica claro, logo de imediato, a qual “cheirinho bom” se refere. Tem utilidade pedagógica ao contemplar objetivos e habilidades da Base Nacional Comum Curricular (BNCC) (4). Como bom caso, provoca um conflito causado por um problema e busca determinada solução (de onde vem o “cheirinho” desagradável do parque?), forçando uma decisão – um impasse a ser resolvido por quem lê o caso (como eliminar o mau cheiro do lugar?).

Em suma, a narrativa, baseada em um passeio no parque da cidade, pode ser ponto de partida para aulas de Ciências que incluam a abordagem de assuntos vinculados às disciplinas de Matemática, Geografia, História, tais como rede e tratamento de esgoto e destinação correta de resíduos sólidos, permitindo generalizações. O caso é curto, com pouco mais de uma página, trazendo uma problemática atual e recorrente nas cidades do país.

### Apontamentos Didáticos

Um dos fatores essenciais à vida no planeta Terra é a existência de água. Mais especificamente no estado físico líquido e em condição potável. Não fosse somente sua distribuição desigual pelo planeta, ainda existem situações como deposição de resíduos sólidos em corpos d’água, ocupação irregular em áreas de mananciais e despejo de esgoto sem tratamento, que comprometem a qualidade da água disponível para as populações. No mundo, encontramos outras situações em países da Ásia e da América Latina, onde lençóis freáticos estão sendo contaminados por fossas sépticas e chorume da decomposição de resíduos sólidos sem tratamento ou cuidados (5).

Se pensarmos na Terra como um organismo vivo, com sistemas dinâmicos e de realimentação, conforme a Teoria de Gaia, popularizada na década de 1970 pelo biólogo James Lovelock, podemos entender que nossas ações sobre os recursos naturais que ela nos disponibiliza trarão consequências para a sustentabilidade da vida. A ideia é que de cada parte individual depende o bem-estar do todo. Sendo assim, torna-se necessário romper com padrões da visão utilitária dos recursos naturais, no caso, a água (6).

Nessa perspectiva, o contexto escolar mostra-se importante espaço de discussão e fundamentação de novas ideias. A abordagem do estudo de caso aqui apresentado pode propiciar a percepção e a reflexão de estudantes quanto aos cuidados que devemos ter com corpos d'água, por muitas vezes pequenos e despercebidos, como um córrego. O alcance de soluções plausíveis para o caso e fomentadoras de novas condutas individuais, coletivas, privadas e públicas está alinhado com o Objetivo de Desenvolvimento Sustentável – ODS 6 – Assegurar a disponibilidade e gestão sustentável da água e saneamento para todas e todos, que envolve saneamento e higiene adequados para melhorar a qualidade da água, reduzindo a poluição, eliminando despejo e minimizando a liberação de produtos químicos e materiais perigosos, globalmente (7).

### Fonte de Inspiração para a Produção do Caso

A inspiração para a produção do caso se originou em observações e vivências, durante aulas com seus alunos do primeiro ano do Ensino Médio, da primeira autora do caso, professora de Química. Em uma das aulas, a turma da professora colheu amostras da água do córrego para testes químicos de qualidade e pureza. Nesse dia de atividade em campo, os alunos viram muito lixo de todo tipo descartado, acumulando-se nas margens do córrego que contorna o Parque Feliz; o mau cheiro também incomodava. Com isso, ocorreu o despertar do interesse dos alunos para mudar aquele cenário. Por que um parque tão bonito, cheio de bons equipamentos, bem-localizado e muito visitado, deveria ter o “cheirinho” tão desagradável e muito lixo? O caso foi totalmente inspirado na aula para coleta da água do córrego do parque Feliz de Cajamar.

### Proposta de Aplicação do Caso

Propõe-se a aplicação do caso desde os anos iniciais do Ensino Fundamental. Este está relacionado ao cotidiano e à necessidade de mudanças de hábitos sociais, como a separação dos resíduos sólidos domésticos para um descarte correto, até uso de tecnologias para o tratamento da água de rios e córregos e tratamento de esgotos.

Nos anos iniciais, o caso será aplicado em seis aulas:

**Aula 1:** Os alunos assistirão um vídeo sobre poluição das águas e resíduos sólidos, descartados nas vias públicas, intitulado *Resíduos e seus Descartes*, da Khan Academy (8),

com duração de 10:28 minutos. Logo depois, os alunos irão discutir o vídeo e falar sobre suas ações em casa.

**Aula 2:** Em classe, divididos em pequenos grupos, os alunos deverão discutir o caso, indicando possíveis soluções, após uma leitura compartilhada. Para socialização das ideias levantadas pelos grupos, deverá ser apresentado um desenho que represente a situação narrada pelo caso.

**Aula 3:** Será proposto aos alunos promover a separação dos resíduos sólidos em suas casas, divididos em grupos por material reciclável: papel, metal, plástico, vidro e resíduos orgânicos. Levantar a quantidade de cada tipo de resíduo sólido reciclável recolhido. Anotar os valores e trazer as informações para sala de aula. Dar um intervalo de três a cinco dias para as anotações. Na aula marcada os alunos trarão os resultados, e o professor organizará uma tabela na lousa, realizando a somatória total de materiais recicláveis observados pela turma. Em seguida, serão representadas matematicamente as quantidades, conforme conhecimentos matemáticos da turma, e ocorrerá a elaboração de um gráfico final com as quantidades de materiais separados, assim como discussões sobre o seu impacto em aterros e descarte em lugares indevidos, entupindo bueiros por exemplo.

**Aulas 4 e 5:** Será apresentado aos alunos um vídeo sobre tratamento dos esgotos da Sabesp – Companhia de Básico do Estado de São Paulo, intitulado *Visita Virtual à Estação de Tratamento de Água da Sabesp*, com cinquenta minutos (9). Após a apresentação será realizada roda de conversa na sala. Serão discutidas as etapas do tratamento da água e as medidas corretas para as residências com o descarte do esgoto doméstico. Por fim, será produzido um painel com as imagens da estação de tratamento da Sabesp.

**Aula 6:** Visita ao Parque Feliz. Os alunos serão instigados a observar o parque com os olhos da preservação, não só de visitante, a olhar o que está bom e o que pode melhorar em relação à preservação do espaço e do entorno. No final, serão instruídos a produzir um texto, um relato pessoal sobre a visita.

### Conhecimentos, Habilidades e Atitudes em Foco

- Escrever um relato pessoal;
- Identificar como é possível preservar os espaços públicos;
- Identificar os modos de descarte/destinação dos objetos de uso cotidiano e como podem ser usados e reaproveitados de forma consciente e sustentável;
- Associar consumo à produção de resíduos, reconhecendo que o consumo excessivo e o descarte inadequado acarretam problemas socioambientais, em diferentes lugares;
- Elaborar gráficos.

## Resoluções Sugeridas para o Caso

A partir do exposto no caso, nota-se a necessidade da mudança do comportamento da sociedade, para melhoria do ambiente como um todo, pois os rios e suas águas são poluídos pelas pessoas e seus hábitos cotidianos, desprovidos de responsabilidade com a preservação dos recursos naturais.

**Solução 1:** Campanha de sensibilização para adequado descarte de resíduos sólidos e coleta seletiva

Esta solução envolve informar à população sobre a regra dos 5 Rs para a gestão dos resíduos sólidos (Repensar, Recusar, Reduzir, Reutilizar e Reciclar), de maneira a fomentar a possível implantação da coleta seletiva na cidade de Cajamar, o que inclui a seleção e coleta de resíduos recicláveis, incentivo de entrega desses resíduos na ação Cata-Treco (caminhão da prefeitura), reforçando a divulgação de datas e ruas por onde este vai passar.

Neste caso, os conhecimentos produzidos na escola ultrapassam seus muros, chegando à comunidade escolar como um todo, suas famílias e comunidade local. Como exemplo desta solução, podemos citar a Semana Lixo Zero do Departamento Municipal de Limpeza Urbana (DMLU) da cidade de Porto Alegre, RS. Esta conta com a participação da sociedade civil organizada, prefeitura, iniciativa privada, escolas, universidades e população em geral, propondo soluções para redução, reutilização, reciclagem, compostagem e não geração de resíduos sólidos, além de ações educativas como palestras, fóruns, seminários e incentivo ao consumo consciente. Um dos principais objetivos da Semana Lixo Zero na capital gaúcha é a adoção e implementação da Agenda 2030 e dos dezessete Objetivos do Desenvolvimento Sustentável (ODS) da Organização das Nações Unidas (10).

Esta solução tem como limitação a possibilidade de divulgação dos produtos e ideias produzidas pelos estudantes, seja pela falta de recursos para a produção de materiais impressos ou digitais, seja por dificuldades de encontrar, na comunidade, espaço para a organização de eventos ou exposição das ideias.

Como vantagem desta solução pode-se apontar o desenvolvimento da criatividade dos estudantes, que, após levantamento de informações orientado no contexto escolar, podem divulgar suas ideias por meio de textos, desenhos, vídeos e dramatizações.

**Solução 2:** Políticas Públicas

A partir do acionamento do poder público, governo e entidades ambientais locais, sugerir o gradeamento do córrego, flotação e manutenção de suas margens, além de aprofundar estudos e investimentos em modelos de tratamento de esgoto.

De modo geral, as políticas públicas devem atender às necessidades da população via ações do Estado. Nesta solução, caberia à prefeitura da cidade, por meio de seu Departamento de Água e Esgoto, realizar obras para contenção de resíduos sólidos nos corpos d'água sob sua responsabilidade.

O gradeamento e a manutenção de margens permitem a retirada de sólidos na entrada de lagos ou no fluxo de córregos e rios. A limpeza das grades, fundo de tanques ou das margens deve ocorrer de forma intermitente, sendo os sólidos removidos e encaminhados a locais de aterro sanitário. Essas medidas dependem do poder público, diante de sua organização e execução permanente, além do custo financeiro que acarretam.

Como exemplos bem-sucedidos da adoção dessas medidas estão a Estação de Flotação no Parque da Aclimação em São Paulo (11) e a ação preventiva, para evitar que materiais sólidos cheguem às bombas da Estação de Captação de Água do Rio Atibaia, garantindo o fornecimento de água à cidade de Valinhos. Trata-se de um gradeamento realizado pelo Departamento de Águas e Esgotos de Valinhos – Daev (12).

Dentre as limitações para esta solução pode-se indicar a dificuldade de os estudantes perceberem que, além da necessidade de sensibilizarem o poder público para medidas que evitem o descarte de resíduos sólidos nos corpos d'água, sob sua responsabilidade, também há a responsabilidade individual do descarte adequado desses resíduos.

A vantagem da solução reside no desenvolvimento da cidadania, entendendo que é possível e necessária a cobrança de órgãos públicos de medidas para manutenção dos recursos hídricos em quantidade e condições adequadas para uso da população.

## Para saber mais

RIGHETTO, A. M. (coord.). **Manejo de águas pluviais urbanas**. Rio de Janeiro: ABES, 2009. Disponível em: [http://www.finep.gov.br/images/apoio-e-financiamento/historico-de-programas/prosab/prosab5\\_tema\\_4.pdf](http://www.finep.gov.br/images/apoio-e-financiamento/historico-de-programas/prosab/prosab5_tema_4.pdf) Acesso em: 4 nov. 2023.

Trata-se de publicação da Rede de Pesquisas sobre “Desenvolvimento de sistemas de manejo das águas pluviais urbanas, tais como técnicas de retenção, detenção e reúso, considerando a qualidade da água e a redução dos impactos da poluição nos corpos d'água”, do Programa de Pesquisas em Saneamento Básico – Prosab – Edital 05, coordenado pelo Prof. Antônio Marozzi Righetto, docente da Universidade Federal do Rio Grande do Norte.

SILVA, J. C. A. Recuperação de córregos urbanos através do controle de cargas pontuais e difusas: estudo de caso: córrego Ibiporã e do Sapé. **Revista Brasileira de Recursos Hídricos**, Porto Alegre, v. 20, n. 1, p. 82-90, jan./mar., 2015. Disponível em: <https://biblat.unam.mx/hevila/RBRHRevistabrasileiraderecursoshidricos/2015/vol20/no1/9.pdf>. Acesso em: 04 nov. 2023.

Neste artigo, a autora apresenta dados sobre a consolidação do saneamento em algumas bacias em núcleos urbanos e a recuperação dos corpos d'água presentes nelas, com base no programa “Córrego Limpo”, do município de São Paulo. Além de ampliar a visão do leitor sobre a manutenção dos mesmos, apresenta e discute dados sobre as técnicas utilizadas para retenção de resíduos sólidos.

Prefeitura de Cajamar/SP – Os links abaixo oferecem informações sobre o Parque Feliz, citado no estudo de caso e sobre as medidas da Prefeitura de Cajamar, onde o parque se localiza, para manter o córrego próximo ao mesmo. Acesso em: 15 dez. 2025.

CAJAMAR. **Primeiro Parque Municipal de Cajamar é inaugurado nesta terça-feira (12)**. Cajamar, 12 out. 2021. Disponível em: <https://cajamar.sp.gov.br/noticias/2021/10/12/primeiro-parque-municipal-de-cajamar-e-inaugurado-nesta-terca-feira-12/>. Acesso em: 15 dez. 2025.

CAJAMAR. **Parques Cajamar Feliz são opção de lazer nas férias em Cajamar**. Cajamar, 21 jan. 2022. Disponível em: <https://cajamar.sp.gov.br/noticias/2022/01/21/parques-cajamar-feliz-sao-opcao-de-lazer-nas-ferias-em-cajamar/>. Acesso em: 15 dez. 2025.

CAJAMAR. **Programa “Cata Treco” continua operando em mais de 35 áreas da cidade**. Cajamar, 07 jun. 2019. Disponível em: <https://cajamar.sp.gov.br/noticias/2019/06/07/programa-cata-treco-continua-operando-em-mais-de-35-areas-da-cidade/>. Acesso em: 10 dez. 2025.

CAJAMAR. **Resíduos descartados em córregos agravam enchentes e alagamentos**. Cajamar, 20 jan. 2022. Disponível em: <https://cajamar.sp.gov.br/noticias/2022/01/20/residuos-descartados-em-corregos-agravam-enchentes-e-alagamentos/>. Acesso em: 15 dez. 2025.

## Referências

- 1 TUNDISI, J. G. **Água no século XXI: enfrentando a escassez**. São Carlos: RiMa/IIE, 2003.
- 2 INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Panorama, cidades, Cajamar**. [S.l.], c2023. Disponível em: <https://cidades.ibge.gov.br/brasil/sp/cajamar/panorama>. Acesso em: 10 out. 2022
- 3 HERREID, C. F. What makes a good case? **Journal of College Science Teaching**, [S.l.], v. 27, n. 3, p. 163, 1998.
- 4 BRASIL. Ministério da Educação. **Base Nacional Comum Curricular**. Brasília, DF: MEC, [20--]. Disponível em: [https://basenacionalcomum.mec.gov.br/images/BNCC\\_EI\\_EF\\_110518\\_versaofinal\\_site.pdf](https://basenacionalcomum.mec.gov.br/images/BNCC_EI_EF_110518_versaofinal_site.pdf). Acesso em: 14 jan. 2026.
- 5 BORTOLETTO-SANTOS, R. C. A. **O Rio Tietê na sala de aula: percepção histórica dos alunos do ensino fundamental, gerando novas práticas quanto ao uso da água**. 2003. Monografia (Especialização) – Centro de Recursos Hídricos e Ecologia Aplicada, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2003.
- 6 BORTOLETTO-SANTOS, R. C. A **Temática da água desenvolvida na disciplina de ciências numa perspectiva da educação ambiental: avaliando uma experiência no ensino fundamental**. 2006. Dissertação (Mestrado em Educação) – Centro de Educação e Ciências Humanas, Universidade Federal de São Carlos, São Paulo, 2006. Disponível em: <https://repositorio.ufscar.br/bitstream/handle/ufscar/2409/DissRCBS.pdf?sequence=1&isAllowed=y>. Acesso em: 3 nov. 2023.
- 7 NAÇÕES UNIDAS BRASIL. **A Agenda 2030**. Brasília, DF, 2015. Disponível em: <https://brasil.un.org/pt-br/sdgs>. Acesso em: 10 out. 2022.
- 8 RESÍDUOS e seus descartes. *In*: CIÊNCIAS E.F. 5º ano. [S.l.]: Khan Academy, [20--]. 1 vídeo (10 min 28s). (1 curso de ciências para o 5º ano do Ensino Fundamental, unidade 3, lição 2). Disponível em: <https://pt.khanacademy.org/science/5-ano/materia-e-energia-sustentabilidade/descarte-de-resduos/v/residuos-e-seus-descartes>. Acesso em: 10 dez. 2025.
- 9 COMPANHIA DO SANEAMENTO BÁSICO DO ESTADO DE SÃO PAULO. **Visita virtual à Estação de Tratamento de Esgoto da Sabesp**. [S.l. : s.n.], 24 set. 2015. 1 vídeo (48 min 50s). **Canal Sabesp**. Disponível em: <https://www.youtube.com/watch?v=ZCaWe3ChTSk> Acesso em: 18 jan 2026.

- <sup>10</sup> POÁ. **Lixo zero promove o debate e sensibilização sobre resíduos sólidos.** Poá, 2023. Disponível em: <https://prefeitura.poa.br/dmlu/noticias/semana-lixo-zero-promove-o-debate-e-sensibilizacao-sobre-residuos-solidos>. Acesso em: 23 out. 2023.
- <sup>11</sup> SÃO PAULO (estado). **Estação de flotação da Sabesp auxilia na limpeza do lago na Aclimação.** São Paulo, 2023. Disponível em: <https://prefeitura.sp.gov.br/web/comunicacao/w/noticias/119859>. Acesso em: out. 2023.
- <sup>12</sup> DEPARTAMENTO DE ÁGUAS E ESGOTOS DE VALINHOS. **DAEV faz ação preventiva no sistema de gradeamento da estação de captação de água bruta do Rio Atibaia.** Atibaia, 2023. Disponível em: <https://www.daev.org.br/noticias/materias/daev-faz-acao-preventiva-no-sistema-de-gradeamento-da-estacao-de-captacao-de-agua-bruta-do-rio-atibaia>. Acesso em: out. 2023.

## CAPÍTULO 8

# Peteca, a Anta Estimada

---

**Márcia Maria Bevilaqua**

*Escola Municipal de Ensino Fundamental Abrão Huck, São Paulo, São Paulo*

**Juliana Fernanda Almeida Castro**

*Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de São Paulo,  
Campus São José dos Campos, São Paulo*

**Maria José dos Santos**

*Escola Municipal Rosa Beltrão Farias, Glória do Goitá, São Paulo*

**Manuela Prado Leitão**

*Tribunal de Contas do Estado de São Paulo, São Paulo, São Paulo*

**Ana Júlia de Oliveira Tertuliano**

*Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo, São Carlos, São Paulo*

Era primavera, 6h30 da manhã, todos com muito sono! Laura, uma menina de treze anos, estava a caminho da escola, na zona rural do Planalto de Mato Grosso do Sul. Totalmente distraída, olhando pela janela do ônibus escolar, avistou uma anta caída na estrada de terra. Nesse momento, imediatamente pensou em Peteca, nome dado por ela e outras crianças a uma anta que sempre passeava perto de sua chácara. Identificavam a Peteca por conta de um colar GPS (Sistema de Posicionamento Global) de monitoramento, instalado por uma instituição de preservação de animais silvestres. Sempre que ela aparecia, as crianças gritavam o seu nome a fim de chamar sua atenção.

Na última vez que Laura a viu, Peteca não estava muito bem. Parecia ter tremores, salivando muito e vomitando. A menina ficou preocupada com a situação, mas não sabia como ajudar.

Finalmente o ônibus escolar chegou à escola, e Laura seguiu bem tristonha para sua sala. A professora de ciências tratou do avanço do agronegócio na região e das monoculturas de soja. Durante as explicações a professora notou o seu abatimento e decidiu ir até ela:

– Oi, Laura, bom dia! Está com muito sono hoje? – perguntou a professora.

– Não, professora! – respondeu Laura, abaixando sua cabeça em direção à carteira e a acomodando em seus braços cruzados.

A professora notou que a voz de Laura estava fraca e que estava prestes a cair no choro, então continuou:

– Notei que está triste, aconteceu algo que queira contar? Posso te ajudar?

Laura levantou o rosto, passou a manga da blusa em seus olhos e disse:

– Não sei o que fazer, professora! Hoje tinha uma anta morta pelo caminho e fiquei sabendo que muitos animais estão morrendo na região (1). Também fiquei sabendo que estão aparecendo antas com mais dedos em suas patas. Peteca não está bem! Estou preocupada!

Diante do relato de Laura, a professora entendeu o que lhe afligia e decidiu dar continuidade à aula, falando sobre o uso demasiado de agrotóxicos e suas possíveis consequências para o meio ambiente. Explicou que esses produtos não contaminam somente os alimentos e solo, mas que, após a irrigação ou chuva, podem penetrar no solo e seguir para a água subterrânea, rios, lagos e represas (2, 3). Ela mostrou o resultado de uma análise feita nas águas da região, que indicava altas concentrações de agrotóxicos, e abordou aspectos relacionados ao impacto que podem causar na saúde dos seres vivos.

Após a explicação, Carla estava impaciente para falar, levantou a mão e perguntou para a professora:

– Meu tio sempre disse que é preciso colocar agrotóxicos nas plantações para evitar que insetos e outras pestes as destruam e que, graças a esses produtos, conseguimos ter alimento em abundância. Se os agrotóxicos são ruins para a natureza e animais, o que fazer? Vamos passar fome?

A partir desse questionamento de Carla, a professora propôs uma atividade à sala: cada grupo de alunos deveria encontrar meios de reverter o impacto do uso indiscriminado de agrotóxicos nos recursos hídricos da região.

*Imagine que você é um desses alunos. Aponte pelo menos duas possíveis soluções para o problema apresentado e argumente a favor de uma delas.*

### **Características do Caso e Contextualização do Tema**

O crescimento do agronegócio pode carregar consigo um grande desafio: o uso indiscriminado de agrotóxicos. Segundo o *Atlas dos Agrotóxicos* da Fundação Heinrich Böll (4), nós brasileiros ocupamos o pódio dos maiores consumidores e importadores desse produto do Sul Global. Essa questão deve ser discutida, já que nos últimos anos foi liberado o uso de mais de cinquenta agrotóxicos no Brasil, que podem poluir o meio

ambiente, contaminando recursos hídricos e solo. Como consequência, a biodiversidade é afetada e nossa saúde também.

A Lei nº 14.785, de 27 de dezembro de 2023, alterada pela Lei nº 15.070, de 23 de dezembro de 2024, define agrotóxicos como produtos e agentes de processos físicos ou químicos utilizados nos setores de produção, no armazenamento e no beneficiamento de produtos agrícolas, nas pastagens ou na proteção de florestas plantadas, cuja finalidade seja alterar a composição da flora ou da fauna, a fim de preservá-las da ação danosa de seres vivos considerados nocivos (art. 2º, inciso XXVI).

Segundo Santos *et al.* (5), ao longo da história da civilização, o ser humano procurou maneiras para se desenvolver em sociedade; assim, com o objetivo de modernização, o meio ambiente foi alvo de inúmeros impactos. Nas cadeias produtivas os agrotóxicos ganham cada vez mais status de “modernos” e “poderosos” pelo agronegócio, que é patrocinado por discursos da influência do agro como “pop”, “tech”, como “tudo” (6). Porém, é preciso entender o seu impacto no meio ambiente para encontrarmos soluções sustentáveis.

Este estudo de caso conta a história de uma criança abalada pelo que vem acontecendo com os animais em sua região. Por meio de uma história comovente, é despertado o interesse pelos problemas ambientais. Os personagens da história são cativantes: Laura tem um grande afeto por animais e a professora é sensível às questões emocionais dos alunos, além de ter conhecimento sobre o que acontece na comunidade. Esses personagens podem fazer com que os alunos se identifiquem com Laura e simpatizem com a professora. Existe ainda um diálogo tocante entre os estudantes e a professora.

O conflito gerado pela história diz respeito ao uso de agrotóxicos e seus malefícios para o meio ambiente e a saúde, mas também levanta uma questão importante, qual seja, o impacto na produção de alimentos.

A narrativa permite a abordagem de diversos assuntos em sala de aula, como poluição da água, do solo, impacto na biodiversidade e preservação ambiental. É esperado que os estudantes percebam o alcance do uso indiscriminado dos produtos em questão, suas consequências para o ambiente e para a saúde dos seres vivos em geral. Além disso, que consigam pensar em soluções para o problema apresentado na narrativa.

### Apontamentos Didáticos

A situação de Peteca, relatada por Laura à professora, pode levar o assunto em questão para conhecimento de estudantes do Ensino Fundamental, propiciando levantamento de problemas e apontamento de soluções, desencadeando uma discussão premente em vários locais no Brasil e no mundo. Essa discussão pode ampliar o entendimento dos alunos como indivíduos que compõem uma sociedade

que vivencia dilemas de desenvolvimento tecnológico e destruição do meio ambiente, ampliando a visão de que um não precisa acontecer em detrimento do outro. Busca-se, assim, o estabelecimento de uma conscientização cidadã, que os sensibilize para soluções de questões como a presente.

Os Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS) – um conjunto de objetivos estabelecidos pela Organização das Nações Unidas para ser alcançado pelos países até o ano de 2030 (7) – também aparecem no estudo de caso. Em primeiro lugar, pode-se mencionar o ODS 2 – “Fome zero e agricultura sustentável: acabar com a fome, alcançar a segurança alimentar e melhoria da nutrição e promover a agricultura sustentável” –, uma vez que um dos desafios suscitados na narrativa é o de como produzir alimentos em larga escala, para disponibilização suficiente à população, sem que isso prejudique o meio ambiente. Uma das soluções, como se verá, ocorre por meio do fomento à agricultura sustentável.

Em segundo, é possível citar o ODS 6 – “Assegurar a disponibilidade e gestão sustentável da água e saneamento para todos” –, pois o caso também discute a poluição gerada pelos agrotóxicos nos recursos hídricos, que potencialmente afetarão o consumo humano e dos animais. Como consequência, se pensarmos na extensão dessa poluição pelos cursos d’água até o alcance de mares e praias, a discussão pode abarcar também o ODS 14 – “Vida na água: conservação e uso sustentável dos oceanos, dos mares e dos recursos marinhos para o desenvolvimento sustentável”.

Por fim, a sustentabilidade das ações voltadas à agricultura está interligada, ainda, com o ODS 15 – “Proteger, recuperar e promover o uso sustentável dos ecossistemas terrestres, gerir de forma sustentável as florestas, combater a desertificação, deter e reverter a degradação da terra e deter a perda de biodiversidade” –, na busca pela preservação da biodiversidade e da tentativa de salvar a vida de animais como a anta Peteca.

Além dos ODS, a aplicação e discussão do caso pode favorecer o desenvolvimento de competências específicas da área de Ciências da Natureza que estão colocadas na Base Nacional Comum Curricular (8) para o desenvolvimento dos conhecimentos, as habilidades e as atitudes dos estudantes. As competências são citadas no tópico “Conhecimentos, Habilidades e Atitudes” deste documento.

### **Fonte de Inspiração para a Produção do Caso**

A fonte de inspiração para a produção do caso foi a experiência pessoal de uma das autoras, que é professora e relatou a dificuldade dos alunos no estabelecimento de relações entre o uso demasiado de agroquímicos e a poluição da água.

## Proposta de Aplicação do Caso

O estudo de caso é conveniente para aplicação em ambiente escolar, na educação básica, mais especificamente para o 6º ano do Ensino Fundamental. Em seis aulas, de 45 minutos cada, pode ser adotado o seguinte roteiro:

**Aula 1:** Os alunos serão divididos em grupos e lerão reportagens que tratem do uso de agroquímicos no país e seus impactos (benéficos e maléficos), agricultura familiar, agricultura sustentável, poluição em recursos hídricos e *Declaração Universal dos Direitos da Água*, sendo que cada assunto será lido por um grupo diferente. Depois dessas leituras, serão formados novos grupos, associando alunos que leram diferentes assuntos em todos eles, para que contem, de forma resumida, o que aprenderam com a sua leitura.

**Aula 2:** Os alunos realizarão a leitura compartilhada do estudo de caso. Em seguida, grifarão no texto palavras que sejam ainda desconhecidas e discutirão seu significado e conceitos, tais como: animais silvestres, agronegócio, monoculturas, uso demasiado de agrotóxicos. É recomendável que se enfatize o significado e se aponte a relação das palavras com o estudo de caso.

**Aula 3:** A partir das discussões realizadas na Aula 1, os alunos formarão novos grupos e debaterão potenciais soluções para o problema proposto. Cada grupo irá expor a solução que encontrou e a apresentará para a classe, explicando como chegaram àquela solução. Ao professor cabe fomentar a discussão e promover o entendimento do assunto.

**Aula 4:** Serão convidados pequenos agricultores familiares para conversa com os alunos sobre os principais desafios e realizações de sua atividade. Então, será construída uma pequena horta comunitária em local adequado dentro da escola para que os alunos percebam, na prática, como é desenvolver tal atividade. Alternativamente, se não houver espaço para tanto, poderá ser realizada visita a uma comunidade que disponha de agricultura familiar, para entrevista e conversa com os produtores locais.

Essa atividade prática precisará de poucos recursos, o que facilitará a aplicação em diferentes realidades socioeconômicas.

Material Necessário:

- Sementes de vegetais;
- Solo húmífero;
- Potes (garrafas PET, potes de alimentos e outros);
- Água;
- Caderno para registros.

A execução contará com o preparo dos recipientes, a acomodação do solo e sementes e, por fim, a irrigação. Após a produção da horta, os alunos passarão a fazer anotações

diárias dos cuidados, o que enriquecerá a prática e fará com que entendam melhor os erros e acertos do processo de cultivo.

**Aula 5:** Visita a uma universidade pública e experiência com professores/alunos do curso de Química para que demonstrem, em uma experiência em laboratório, eventuais efeitos nocivos de algumas substâncias existentes nos agroquímicos. Como lição de casa, os alunos deverão entrevistar vizinhos, amigos e familiares para pesquisarem o grau de conscientização do assunto por essas pessoas. O relato de sua pesquisa deverá ser apresentado na Aula 6.

**Aula 6:** Apresentações referentes à Aula 5. A partir dos resultados, os alunos formularão cartilhas ou outras propostas para convencimento de moradores de sua comunidade para estimularem as soluções propostas.

### Conhecimentos, Habilidades e Atitudes em Foco

- Levantar problemas e apontar soluções que propiciem uma discussão sobre situações atuais vividas em vários locais no Brasil;
- Analisar, compreender e explicar características, fenômenos e processos relativos ao mundo natural, social e tecnológico (incluindo o digital), como também as relações que se estabelecem entre eles, exercitando a curiosidade para fazer perguntas, buscar respostas e criar soluções (inclusive tecnológicas), com base nos conhecimentos relacionados às Ciências da Natureza (8);
- Agir pessoal e coletivamente com respeito, autonomia, responsabilidade, flexibilidade, resiliência e determinação, recorrendo aos conhecimentos das Ciências da Natureza para tomar decisões frente a questões científico-tecnológicas e socioambientais e a respeito da saúde individual e coletiva, com base em princípios éticos, democráticos, sustentáveis e solidários (8).

### Possíveis Soluções do Problema

Solução 1: Monitoramento dos contaminantes da água, em parceria com universidades

Promover parceria com universidade para o monitoramento dos contaminantes da água, a fim de estabelecer limites para o uso dos agrotóxicos e assim minimizar o impacto da poluição/envenenamento dos recursos hídricos no meio ambiente. Com isso, promover uma profunda reflexão e divulgação da importância desse recurso natural para a vida. Ainda, trabalhar o impacto da poluição/envenenamento dos recursos hídricos no meio ambiente.

A proposta de monitorar os parâmetros físico-químicos e biológicos da água, com a retirada de amostras, de tempo em tempos, com coleta de dados e amostras em locais

específicos, para analisar as concentrações desses elementos na água, faz correlação com o sexto artigo da *Declaração Universal dos Direitos da Água* (9), que demonstra que, apesar de o acesso a água ser um direito a todos, ela é um recurso que possui um valor econômico. Assim, é possível contribuir com o entendimento de economia e responsabilidade socioambiental.

## Solução 2: Desenvolvimento de práticas de agricultura orgânica familiar e sustentável

Trabalhar a temática da agricultura familiar e agricultura orgânica, de forma que a combinação delas possa proporcionar a criação de renda nas regiões agrícolas, preservação ambiental, desenvolvimento sustentável e não utilização de agrotóxicos.

Tudo tem um ciclo natural, o meio ambiente também tem o seu. Quando falamos no tempo entre plantação e colheita e nos cuidados durante este período de “maturação”, é observado que o uso do agrotóxico traz consigo mais malefícios do que benefícios.

O objetivo desta solução seria a introdução de conceitos básicos da agricultura orgânica, a utilização de práticas sustentáveis na alimentação e o aprendizado para o enfrentamento de problemas do cotidiano.

Sendo assim, os alunos entenderão que é possível uma agricultura sustentável e poderão auxiliar famílias que tenham interesse no assunto. É importante ressaltar que dentre as desvantagens no uso dos agrotóxicos estão danos ambientais, como contaminação dos recursos hídricos do solo e impacto na biodiversidade e aos seres vivos.

## Para saber mais

FUNDAÇÃO HEINRICH BÖLL. **Atlas dos agrotóxicos**: fatos e dados do uso dessas substâncias na agricultura. Rio de Janeiro: Heinrich Böll Stiftung, 2023. Disponível em: <https://br.boell.org/sites/default/files/2023-12/atlas-do-agrotoxico-2023.pdf>. Acesso em: 10 mar. 2024.

Criado pela Fundação Heinrich Böll a partir de documentos sobre o tema, feito por especialistas no assunto, para fomentar o debate e trazer informações importantes sobre os perigos, comércio, impactos ambientais e conflitos na área.

BRASIL. Ministério da Agricultura e Pecuária. **Agrotóxicos**. Brasília, DF, [2025]. Disponível em: <https://www.gov.br/agricultura/pt-br/assuntos/insumos-agropecuarios/insumos-agricolas/agrotoxicos>. Acesso em: 10 dez. 2025.

Informações Gerais do Ministério da Agricultura: no site do Ministério da Agricultura e Pecuária, há uma página com as legislações, informações técnicas, fiscalização, dados de importação e exportação e autorizações dos Agrotóxicos.

BRASIL. Lei Nº 14.785, de 27 de dezembro de 2023. Dispõe sobre a pesquisa, a experimentação, a produção, a embalagem, o transporte, o armazenamento, a comercialização, a utilização, a importação, a exportação, o destino final dos resíduos e das embalagens, o registro, a classificação, o controle, a inspeção e a fiscalização de agrotóxicos, de produtos de controle ambiental, de seus produtos técnicos e afins; revoga as Leis nºs 7.802, de 11 de julho de 1989, e 9.974, de 6 de junho de 2000, e partes de anexos das Leis nºs 6.938, de 31 de agosto de 1981, e 9.782, de 26 de janeiro de 1999. Brasília, DF:

Presidência da República, 2000. Disponível em: [https://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/leis/19974.htm](https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/19974.htm). Acesso em: 15 jan. 2026.

BRASIL. **Decreto nº 4.074 de 04 de janeiro de 2002**. Regulamenta a Lei nº 7.802, de 11 de julho de 1989. Dispõe sobre a pesquisa, a experimentação, a produção, a embalagem e rotulagem, o transporte, o armazenamento, a comercialização, a propaganda comercial, a utilização, a importação, a exportação, o destino final dos resíduos e embalagens, o registro, a classificação, o controle, a inspeção e a fiscalização de agrotóxicos, seus componentes e afins, e dá outras providências. Brasília, DF: Presidência da República, 2002. Disponível em: [https://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/decreto/2002/D4074.htm](https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/decreto/2002/D4074.htm). Acesso em: 10 dez. 2025.

## Referências

- <sup>1</sup> CÂMARA, J. Antas estão morrendo e sendo afetadas por agrotóxicos utilizados no Cerrado de MS, aponta pesquisa. *In*: G1. Mato Grosso do Sul, 30 de jun. 2021. Disponível em: <https://g1.globo.com/ms/mato-grosso-do-sul/noticia/2021/06/30/antas-estao-morrendo-e-sendo-afetadas-por-agrotoxicos-utilizados-no-cerrado-de-ms-aponta-pesquisa.ghtml>. Acesso em: 16 jan. 2026.
- <sup>2</sup> STRACCI, L. Agrotóxicos e a poluição das águas. *In*: ECODEBATE. Rio de Janeiro, 24 de ago. 2012. Disponível em: <https://www.ecodebate.com.br/2012/08/24/agrotoxicos-e-a-poluicao-das-aguas/>. Acesso em: 6 set. 2022.
- <sup>3</sup> WENZEL, F.; PAPINI, P.; HOFMEISTER, N. Livre da soja, pantanal está ameaçado por agrotóxicos que chegam pelos rios. *In*: INTERCEPT\_Brasil. [S.l.], 26 maio 2021. Disponível em: <https://theintercept.com/2021/05/26/pantanal-soja-agrotoxicos-rios/>. Acesso em: 6 set. 2022.
- <sup>4</sup> FUNDAÇÃO HEINRICH BÖLL. **Atlas dos agrotóxicos**: fatos e dados do uso dessas substâncias na agricultura. Rio de Janeiro: Heinrich Böll Stiftung, 2023. Disponível em: <https://br.boell.org/sites/default/files/2023-12/atlas-do-agrotoxico-2023.pdf>. Acesso em: 10 mar. 2024.
- <sup>5</sup> SANTOS, A. C. C.; SOUZA, A. B.; SILVA, T. S.; CRUZ, M. C. P. A invasão do agrotóxico na agricultura: abordagem para o estudo das funções orgânicas em perspectiva freireana da educação numa escola pública. **Química Nova na Escola**, São Paulo, v. 43, n. 4, p. 354-364, nov. 2021.
- <sup>6</sup> SOUZA, M. M. O.; FOLGADO, C. A. R. **Agrotóxicos e agroecologia**: enfrentamentos científicos, jurídicos, políticos e socioambientais. Anapólis: Ed. UEG, 2019.
- <sup>7</sup> NAÇÕES UNIDAS BRASIL. **Objetivos de desenvolvimento sustentável**. Brasília, DF, 2015. Disponível em: <https://brasil.un.org/pt-br>. Acesso em: 6 set. 2024.
- <sup>8</sup> BRASIL. Ministério da Educação. **Base Nacional Comum Curricular**: educação é a base. Brasília, DF: MEC, [2018]. Disponível em: [http://basenacionalcomum.mec.gov.br/images/BNCC\\_EI\\_EF\\_110518\\_versaofinal\\_site.pdf](http://basenacionalcomum.mec.gov.br/images/BNCC_EI_EF_110518_versaofinal_site.pdf). Acesso em: 6 set. 2024.
- <sup>9</sup> COMPANHIA AMBIENTAL DO ESTADO DE SÃO PAULO. **Declaração Universal dos Direitos da Água**. São Paulo, [20--]. Disponível em: <https://cetesb.sp.gov.br/aguas-interiores/tpos-de-agua/declaracao-universal-dos-direitos-da-agua/>. Acesso em: 26 de out. 2023.

## Organizadores

---



**Ariane Baffa Lourenço** é licenciada em Ciências Exatas pela USP, mestra em ensino de ciências (UFSCar) e doutora em Ensino de Ciências (USP/UAM-Espanha). Pesquisadora do Programa de Pós-Graduação em Rede Nacional para Ensino das Ciências Ambientais (ProfCiAmb).



**Tadeu Fabricio Malheiros** é professor da Faculdade de Saúde Pública da USP. Engenheiro ambiental, com doutorado em Saúde Pública. Participa e coordena a Rede ProfCiAmb. É assessor técnico da Superintendência de Gestão Ambiental da USP. Coordena a Câmara Técnica de Integração e Difusão de Pesquisas e Tecnologias dos Comitês PCJ. Atua com ensino, pesquisa e extensão nos temas de saneamento e sustentabilidade e educação para o desenvolvimento sustentável.



**Gilson Lima da Silva** possui graduação em Engenharia Química pela Universidade Federal de Pernambuco (1983), Mestrado em Agronomia na área de Ciências do Solo pela Universidade Federal Rural de Pernambuco (1993) e Doutorado em Engenharia Química na área de Engenharia Ambiental, pela Universidade Estadual de Campinas-SP (2005). É Professor Associado IV do Campus Agreste da Universidade Federal de Pernambuco, na Área de Recursos Hídricos do Curso de Engenharia Civil. É membro imortal da Academia Pernambucana de Química desde 2024. É professor permanente do Programa (PPGECAM) de Pós-Graduação em Engenharia Civil e Ambiental do Campus Agreste e Coordenador do Programa (ProfÁgua) Mestrado Profissional em Gestão e Regulação de Recursos Hídricos da UFPE- Campus Recife. É líder do Grupo de Gestão Ambiental Avançada – GAMA/UFPE.



**Salete Linhares Queiroz** é professora do Instituto de Química de São Carlos, da Universidade de São Paulo, onde coordena o Grupo de Pesquisa em Ensino de Química, no qual foram formados, até o momento, sob a sua orientação, 29 mestres e 16 doutores. Tem experiência na área de Educação, com ênfase em Educação em Química. É bolsista de produtividade em pesquisa do CNPq e editora da Revista Química Nova na Escola (Sociedade Brasileira de Química). Pioneira no desenvolvimento de pesquisas e na divulgação sobre o método de estudos de caso como abordagem de ensino no Brasil, contando com livros e artigos publicados sobre o assunto.

## Prefaciadora

---



**Tania Denise Miskinis Salgado** Graduada em Química e Engenharia Química, Mestrado em Engenharia de Minas, Metalúrgica e de Materiais e Doutora em Ciências – área de concentração Física Experimental, todos pela UFRGS. Professora Titular em Ensino de Química, atualmente aposentada, Docente Convidada do Instituto de Química e Orientadora do PPG Educação em Ciências da UFRGS. Tem experiência de pesquisa em ensino de Química, formação de professores de Ciências da Natureza e interdisciplinaridade no ensino de Ciências. É líder do Grupo de Pesquisa em Ensino de Química da UFRGS e membro do Grupo de Pesquisa em Interdisciplinaridade no Ensino de Ciências da UFRGS. Coordena as ações do Programa Nacional Olimpíadas de Química no Rio Grande do Sul. É coordenadora nacional das Seletivas Estaduais on-line da Olimpíada Brasileira de Química e vice-coordenadora do Programa Nacional Olimpíadas de Química.

## Colaboradores

---

**Carolina Bednarek Sobral** Mestre 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** Ilustrador e designer gráfico, com mais de 20 anos de experiência no mercado Editorial, de Literatura Infantil e Juvenil e Publicidade. Proprietário do Eldes Studio, [www.eldes.com](http://www.eldes.com).

**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](mailto:negritodesign@gmail.com) [facebook.com/negritoproducaoeditorial](https://www.facebook.com/negritoproducaoeditorial)

## Autores

---

**Alancélio Costa Sousa** Bacharel em Administração pela Universidade Federal do Piauí, graduando em Direito pela Universidade Estadual do Piauí.

**Alessandra de Souza Gomes Clementino** Graduação em Licenciatura em Ciências Biológicas, Universidade Estadual da Paraíba (UEPB), mestre em Ciência e Tecnologia Ambiental (UEPB). Agente Comunitário de Saúde, Prefeitura Municipal de Esperança/PB.

**Alex Geaquinto Leal** Bacharel em Administração, Faculdade de Ciências e Educação do Caparaó. Cursando Especialização em Estratégias para Conservação da Natureza, Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Mato Grosso do Sul. Técnico em Meio Ambiente, SENAC Rio Grande do Sul. Consultor e Secretário Executivo de Organizações da Sociedade Civil. Secretário Executivo do Comitê Capixaba da Bacia Hidrográfica do Rio Itabapoana. Presidente da Associação Guaçuense de Proteção Ambiental (AGUAPAM).

**Ana Júlia de Oliveira Tertuliano** Engenheira de Produção pela Universidade do Estado do Pará, mestra em Engenharia Mecânica pela Universidade Federal do Pará, doutora em Ciências pela Universidade de São Paulo, licenciada em Matemática pelo Centro Universitário Etep. Atuou como docente em Escola Técnica no ensino de Matemática com temas/assuntos das Ciências Ambientais. Pós-doutorada no Programa de Pós-Graduação em Rede Nacional para Ensino das Ciências Ambientais. Atualmente é pós-doutoranda no Departamento de Engenharia de Transportes na Escola de Engenharia de São Carlos, da Universidade de São Paulo.

**Andréa Borges** Bióloga, especialista em Ecologia e Mestra em Ciências Ambientais. Participa da Câmara Técnica de Educação Ambiental (CT-EA) dos Comitês PCJ, da Comissão Interinstitucional de Educação Ambiental do Estado de São Paulo. É membra da CIEA-SP pelo Mandato Coletivo da Rede Paulista de Educação Ambiental (REPEA) e Analista Ambiental na Pró Ambiente empresa especialista em Sustentabilidade e Assessoria Ambiental.

**Andressa da Silva Castro** Bacharel em Arquitetura e Urbanismo pela Universidade Estadual do Maranhão. Especialista em planejamento urbano e arquitetura pela Faculdade Metropolitana do Estado de São Paulo. Desenhista da Construção Civil pelo Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia da Paraíba.

**Ariane Baffa Lourenço** Licenciada em Ciências Exatas pela USP, mestra em Ensino de Ciências (UFSCar) e doutora em Ensino de Ciências (USP/UAM Espanha). Pesquisadora do Programa de Pós-Graduação em Rede Nacional para Ensino das Ciências Ambientais (ProfCiAmb).

**Cássia Natanie Peguim** Pós-doutoranda em Geografia Humana, Instituto de Estudos Avançados da USP. Pós-doutorado em Ciências Humanas, Escola de Engenharia de São Carlos. Pós-Graduação *stricto sensu*, mestrado e doutorado, em História e Sociedade, Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho. Licenciatura em História, Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho.

**Elaine Cristina Oliveira Amorim Teixeira** Graduada em Química (bacharel e licenciatura) pela Faculdade de São Bernardo do Campo (2014) e Biologia pelo Centro Universitário Leonardo da Vinci (2024); MBA em Gestão Escolar pela Esalq/USP (2021), Especialização em História e Filosofia da Ciência

em Sala de Aula pelo IFSP (2019). Atualmente é professora de Biotecnologia e Química do Ensino Médio e Técnico. Tem experiência na área química, com ênfase no Controle de Qualidade e Formulação de Produtos Químicos.

**Ester Pereira de Paiva Ferreira** licenciada em Pedagogia pela Universidade Cidade de São Paulo-UNICID, licenciada em Artes na Faculdade Instituto Pedagógico de Minas Gerais- IPEMIG, especialista em Educação Infantil, Psicopedagoga, Educação inclusiva, possui experiência em metodologias ativas, práticas, inovadoras e inclusivas para o ensino. Atua como docente na Escola Municipal em educação básica-Seguimento Creche.

**Eva Vilma Ribeiro** Secretária da Educação do Estado de São Paulo. Graduada em Ciências Biológicas, pós-graduação em Metodologia do Ensino de Ciências pelo Instituto Federal de São Paulo. Atua como professora da Educação Básica em Ciências na Escola Estadual Nazaria Cipriano de Freitas, no município de Ibiúna/SP.

**Fabiana Ferreira** Graduação em Gestão Pública, Centro Universitário Ítalo Brasileiro, Licenciatura em Geografia, Faculdade Campos Elíseos, MBA em Controladoria, Centro Universitário Ítalo Brasileiro, Especialização em Políticas Públicas, Escola Superior de Gestão e Contas do Tribunal de Contas do Município de São Paulo, pós-graduanda em Ensino de Geografia e Pesquisa, Universidade Federal do Piauí.

**Gérsica Moraes Nogueira da Silva** Bacharel em Ciências Biológicas e Mestre em Ecologia pela Universidade Federal Rural de Pernambuco. Doutora em Engenharia Civil pela Universidade Federal de Pernambuco. Pós-doutora no Centro de síntese USP Cidades Globais pelo Instituto de Estudos Avançados. Atualmente é coordenadora de Sustentabilidade no Sesc Pernambuco.

**Gleise Regina Bertolazi dos Santos** Pós-doutorada pelo Programa ProfÁgua, em Gestão e Regulação de Recursos Hídricos, pela Unesp; doutora em Ciências e Mestre em Ensino e História de Ciências da Terra pela Unicamp; bacharel em Engenharia Agrônômica pela Faculdade de Agronomia Manoel Carlos Gonçalves; bacharel e Licenciada em Geografia pela Unesp; licenciada em Pedagogia pela Asmec. Atua como coordenadora do eixo tecnológico de Recursos Naturais no Grupo de Formulação e Análises Curriculares do Centro Paula Souza.

**Jonis Correia de Faria Moreira** Licenciado e bacharel em Ciências Biológicas pela Faculdade de Ciências Biomédicas de Cacoal. Atua como professor na Instituição de Ensino Superior de Cacoal e integra o corpo docente da Fundação Bradesco em Cacoal, Rondônia. Especialista em ensino de Ciências da Natureza, possui experiência em metodologias ativas e práticas inovadoras para o ensino.

**Juliana Fernanda Almeida Castro** Licenciada em Química pelo Instituto de Química, Unesp/Araraquara; mestra em Biotecnologia pelo Instituto de Química, Unesp/Araraquara; professora do Ensino Básico Técnico e Tecnológico do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de São Paulo, *campus* São José dos Campos.

**Kellen Maria Reis** Professora na Rede Estadual do Rio Grande do Sul. Pós-graduação na Universidade Luterana do Brasil – Ulbra no curso de Especialização em Educação em Ciências. Graduada em Química pela UFRGS. Atua como professora de química na rede estadual do Rio Grande do Sul.

**Laise Rego da Costa** Superior em Tecnologia em Gestão Ambiental Faculdade Estácio e Acadêmica de Engenharia Ambiental e Sanitária pelo Centro Universitário Leonardo da Vinci; MBA em Gestão Auditoria e Perícia Ambiental pelo Ipog, pós-graduação em Gestão de Pessoas: treinamento e desenvolvimento pela Unicesumar. Atualmente é analista ambiental da empresa Progen S.A., atuando no gerenciamento de obras.

**Leila Maria de Sousa Rios** Tecnóloga em Processos Gerenciais (FGV/SP), técnica em Processamento de Dados (Centro Paula Souza), licenciada em Pedagogia (Faculdade Anhanguera/Osasco) e pós-graduada em Educação Inclusiva (Educamais EAD). Atualmente é coordenadora pedagógica na rede municipal de ensino de Barueri/SP.

**Márcia Maria Bevilaqua** Licenciada em Biologia pela Univesp; licenciada em Pedagogia pela Uninove; especialista em História, Ciências, Ensino e Sociedade pela UFABC. Atua como professora do Ensino Fundamental na EMEF Abrão Huck, da Secretaria Municipal de Educação de São Paulo/SP.

**Manuela Prado Leitão** Bacharel em Direito pela Universidade de São Paulo. Mestre em Direito pela Universidade de Coimbra. Doutora em Direito pela Universidade de São Paulo. Pós-doutora pelo Centro de Síntese USP Cidades Globais, Instituto de Estudos Avançados. Advogada. Assessora Técnica de Gabinete no Tribunal de Contas do Estado de São Paulo, onde foi Coordenadora do Observatório do Futuro, núcleo de acompanhamento da adoção dos Objetivos de Desenvolvimento Sustentável da ONU nos municípios paulistas.

**Maria José dos Santos** Licenciada em História pelas Faculdades Integradas da Vitória de Santo Antão/Faintvisa, em Pedagogia pela Faculdade Escritor Osmar Costa Lins – Facol; pós-graduada em Libras, com ênfase em Docência, pela Universidade Federal do Vale do São Francisco – Univasf; professora da Educação Infantil no CMEI Padre Luís Cecchin, em Limoeiro/PE, professora de História na Escola Municipal Rosa Beltrão Farias, em Glória do Goitá/PE.

**Miriam Aparecida da Silva Miranda** Serviço Autônomo de Água e Esgoto. Pós-graduanda da UFMG no curso de Especialização em Educação em Ciências. Graduada em Biologia pela Unitri. Especialista em Microbiologia pela PUC Minas. Mestre em Biologia e Gestão da Qualidade da Água pela FCUP. Atualmente consultora ambiental e hidrológica e trabalho no Saae (Serviço Autônomo de Água e Esgoto) da cidade de Ibiá/MG.

**Nivaldo Cariatti Junior** Licenciado e Bacharel em Geografia (Unifieo/Osasco), especialista no Ensino de Geografia (PUC/SP), especialista em Cidades Inteligentes, Tecnologia e Inovação (Unopar), especialista em Inovação em Educação Mediada por Tecnologias (UFABC). Autor do livro *Crise Hídrica no Brasil, um Desafio para Todos*, editora Rideel. Professor de Geografia (EFAF e EM) nos Colégios Sagrado Coração de Jesus, Morumbi Sul, cursinhos pré-vestibulares e efetivo na Seduc/SP.

**Renata Silva Trovão** Possui graduação em Química – Licenciatura e Bacharelado pela Universidade Guarulhos, graduação em Letras – Português/Inglês – Licenciatura e Bacharelado pela Universidade Guarulhos, mestrado em Engenharia Mineral pela Universidade de São Paulo e doutorado em Engenharia Química pela Universidade de São Paulo. É professora da Universidade Nove de Julho e assessora ambiental. Tem experiência na área das Engenharias, com ênfase em Química, Fenômenos de Transporte e Gestão Energética e Ambiental.

**Renato Martins Gouvêa** Bacharel em Ciência e Tecnologia, Universidade Federal de Alfenas, bacharel em Engenharia Ambiental, Universidade Federal de Alfenas, licenciado em Formação Pedagógica para Graduados Não Licenciados – Geografia, Universidade de Franca. Especialista em Direito Ambiental, Faculdades Metropolitanas Unidas. Mestre em Rede Nacional em Gestão e Regulação de Recursos Hídricos, Unesp, ProfÁgua. Consultor Ambiental, analista do executivo I – engenheiro ambiental, Secretaria Municipal de Meio Ambiente, Prefeitura Municipal de Três Pontas/MG.

**Rita de Cássia Bortoletto Santos** Licenciada e Bacharel em Ciências Biológicas, Universidade São Judas Tadeu, mestre e doutora em Educação, Universidade Federal de São Carlos, professora de Ciências Ensino Fundamental II, Rede Estadual de São Paulo, educadora /tutora no curso semipresencial de Licenciatura em Ciências, Universidade de São Paulo e Universidade Virtual do Estado de São Paulo,

orientadora no Programa Especial de Formação Pedagógica do Centro Paula Souza. Pós-doutoramento no Instituto de Física de São Carlos.

**Ruan Wendell Calheiros Cavalcante** Bacharel em Ciências Biológicas, Universidade Federal de Alagoas (Ufal). Licenciado em Ciências Biológicas, Universidade Cruzeiro do Sul. Discente do curso de Letras (Inglês), Universidade Estácio de Sá. Professor bilíngue na instituição de Ensino Fundamental Maple Bear Canadian School (Maceió).

**Thelmo de Carvalho Teixeira Branco Filho** Professor Adjunto na Universidade Federal do Rio Grande/RS – Faculdade de Direito – Fadir. Pesquisador Colaborador no Instituto de Estudos Avançados – IEA/USP – Centro de Síntese Cidades Globais – Universidade de São Paulo. Professor e orientador no Curso de Pós-Graduação – Mestrado Profissional em Rede Nacional para Ensino das Ciências Ambientais – Associada USP e do Programa de Pós Graduação em Direito e Justiça Social – PPGDS.

**Valéria Sandra de Oliveira Costa** Engenharia Agrônoma, Escola Superior de Agricultura de Mossoró. Doutora em Fitopatologia, Universidade Federal Rural de Pernambuco. Professora do ProfCiAmb – Associada UFPE, Recife, Pernambuco.

**Vanderlei Procópio da Cruz** Tecnólogo em Gestão Ambiental, Centro Universitário Senac, pós-graduação *lato sensu* em Engenharia Ambiental e Saneamento Básico, Universidade Pitágoras Unopar Anhanguera, pós-graduação *lato sensu* em Engenharia de Materiais, Universidade Pitágoras Unopar Anhanguera, coordenador em gerenciamento de resíduos de serviços de saúde setor privado.

**Vinicius Perez Dictoro** Consultor e especialista na VD Ambiental. Gestor e analista ambiental, mestre e doutor em Ciências Ambientais, pós-doutor pelo Centro de Síntese USP Cidades Globais do Instituto de Estudos Avançados da USP e pós-doutor pela Escola de Engenharia de São Carlos – EESC/USP. Atua como especialista ambiental.

## Agradecimentos

---

Agradecemos o apoio da Agência Nacional de Águas e Saneamento Básico (ANA) e à Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (Capes), no âmbito do processo Capes-UAB/ANA: 2803/2015.

