

# CONVERSAS COM O RIO DOCE

Maria Celeste Reis F. de Souza  
Thiago Martins Santos  
Renata Bernardes Faria Campos  
Eliene Nery Santana Enes  
(Organizadores)

caderno  
temático **10**

## CONVERSAS NA ESCOLA SOBRE A QUALIDADE DA ÁGUA DO RIO DOCE

Thiago Martins Santos  
Ana Luiza de Quadros



## memorial descritivo da capa

**Título: Rio Doce I, II e III (tríptico)**

**Ano: 2015**

**Artista: Edileila Portes\***

**Técnica: Gouache s/papel fabriano**

**Dimensões: 0,45cm x 1,80cm**

A obra faz parte de uma trilogia (“Rio Doce I, II e III”; “Figueira I, II e III” e “Ibituruna I, II e III”) concebida por ocasião do desmoronamento da barragem da Samarco, na cidade de Mariana, Minas Gerais, Brasil, em novembro de 2015. Dei à série o título “Rasgos na Alma: ode ao Vale do Rio Doce” fazendo referência aos sentimentos pelos quais nós, os atingidos/moradores do Vale do Rio Doce, passamos diante dessa tragédia, numa denúncia poética, expressão permitida pela Arte. Objetiva, também, fazer uma homenagem ao Vale, focando os sentimentos que os moradores de Governador Valadares - cidade onde moro atualmente - possuem, representados metaforicamente nos símbolos presentes na obra e que são carregados de sentidos: o Rio Doce, a Figueira e a Ibituruna.

Como professora, pesquisadora e artista visual busco com a obra, portanto, homenagear o Vale, sensibilizar os moradores e, ao mesmo tempo, compartilhar os sentimentos vivenciados a partir do ocorrido, principalmente pelos Borum do Watu, sociedade nativa que vive num território situado às margens do rio Doce, próximo a cidade de Resplendor, MG e que vivencia de forma material e simbólica o rio Doce, o Watu para os Borum. Expresso no “Rio Doce I” um rio que ainda exala vida, representada nas cores fortes e na presença dos peixes, que também carregam esta simbologia. Imagem vívida, ainda, na memória dos Borum, segundo relato colhido durante uma pesquisa etnográfica que fiz no território Krenak. No “Rio Doce II”, concebida na noite do desmoronamento, trago a minha angústia diante da notícia que se espalhou de forma contundente: a lama tóxica chega aos borbotões como “chamas de um dragão”, enquanto os peixes tentam “correr para o mar, em vão”. No “Rio Doce III”, o rio muda de cor. Torna-se rubro como a lama que chega: é a hora da sua partida e da morte dos peixes, que emergem agonizantes. Ao fundo das três obras, sob o olhar impotente da Ibituruna, a Vida se esvai. Aqui, justifico o título “Rasgos na Alma” uma vez que essa tragédia não rasgou o Vale só no sentido material, mas a Alma dos entes e seres que nele habitam. O tríptico “Rio Doce I, II e III” ilustra, juntamente com os outros dois trabalhos já referidos, um livro que leva o mesmo título: “Rasgos na Alma: ode ao Vale do Rio Doce”. Trata-se de um poema

\* Possui graduação em Artes pela Universidade Federal de Minas Gerais, Especialização em Folclore e Cultura Popular e Mestrado em Gestão Integrada do Território. É Membro Efetivo (Pesquisador) da Comissão Mineira de Folclore (2005) e do Instituto Histórico e Geográfico do Mucuri (2019). Atuou como professora assistente da Universidade Vale do Rio Doce de 2002 a 2017. Gere o espaço cultural Ateliê Edileila Portes desde 2014, prestando assessoria e consultoria em Arte e Cultura. Tem experiência na área de Artes, com ênfase em Artes Visuais, atuando principalmente nas seguintes áreas: desenho, composição e plástica, percepção visual, história da arte, arquitetura e urbanismo, teoria do urbanismo, cultura, folclore, identidade, território e territorialidades.



ilustrado, editado pela Editora Atafona, de Belo Horizonte, com a coedição do Ateliê Edileila Portes, do qual sou gestora e tem o apoio cultural da Comissão Mineira de Folclore, onde sou membra efetiva pesquisadora. O conjunto da obra objetiva propor reflexões sobre o tema, que acreditamos pertinente diante da crise ambiental vivenciada no Brasil e no mundo. Desde a sua edição, em novembro de 2017, até o momento, o livro e as obras que o ilustram participaram de um vasto circuito de exposições e lançamentos - da Universidade de Framingham, nos Estados Unidos até livrarias em Belo Horizonte, Governador Valadares e São Paulo. Ongs, Institutos, Escolas, Universidades, Fórum Social Mundial, em Salvador, Feiras internacionais do livro - São Paulo e Buenos Aires - também fizeram parte do circuito. Em abril de 2018, o livro ilustrado foi contemplado com o selo de “Altamente Recomendável” pela Fundação Nacional do Livro Infantil e Juvenil – FNLIJ.

## projeto gráfico, muito além da diagramação

O projeto gráfico elaborado pela Tuia Comunicação para a coleção Conversas com o rio Doce considerou seu uso como ferramenta de aprendizado, ensino e também de pesquisa.

Pensando na unidade visual, as obras da artista Edileila Portes da capa, foram o ponto de partida para criar esse ambiente. As cores foram extraídas das telas. Os elementos gráficos em destaque no rodapé, e também em alguns tópicos, remetem às ondas ou movimentos das águas do rio Doce.

A proporção das páginas, o tamanho das fontes utilizadas no texto, bem como a cor, tanto facilita a leitura em meios eletrônicos como a impressão, visto que o formato da página (folha A4) é comum em impressoras e fotocopiadoras pequenas, presentes na maioria das escolas. E, sendo nesse formato, sua encadernação torna-se mais prática para ser utilizada em rodas de conversas e distribuídos entre alunos.

A disposição do texto foi pensada de uma forma fluida, remetendo às curvas do percurso do rio Doce. Com os recuos de texto e imagens, criam-se também espaços para anotações complementares de professores e alunos.

Esse projeto aproxima a forma da diagramação do conteúdo dos Cadernos Temáticos com a intenção de trazer uma experiência de leitura e aprendizado mais agradáveis.



Todos os direitos reservados. Copyright © 2021 dos autores

Esta coleção foi editorada com financiamento do Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) - Chamada Universal MCTI/CNPq, edital nº 01/2016, e com auxílio financeiro da Fundação Percival Farquhar, entidade mantenedora da Universidade Vale do Rio Doce (UNIVALE). Venda proibida.

C766c Santos, Thiago Martins  
Conversas na escola sobre a qualidade da água do rio Doce [livro eletrônico]  
: caderno temático 10 / Thiago Martins Santos e Ana Luiza de Quadros; organização Maria Celeste Reis Fernandes de Souza et al. – Governador Valadares, MG: Univale Editora, 2021.

27 p. : il., color. – (Conversas com o Rio Doce; 10)

Projeto: Relação com o saber e Educação Ambiental: uma pesquisa com estudantes em tempo integral

ISBN 978-65-87227-22-1 (on-line).

1. Rio Doce – Minas Gerais – História. 2. Barragem de minério – Desastres ambientais. I. Título. II. Série.

CDD 981.51

PROJETO GRÁFICO  
**Tuia Comunicação**  
tuiacomunicacao@gmail.com

FICHA CATALOGRÁFICA  
**Biblioteca Dr. Geraldo Vianna Cruz (UNIVALE)**

REVISÃO  
**Elizabeth Lopes Latorre**

CONTATO  
**Programa de Pós-graduação Interdisciplinar em Gestão Integrada do Território (PPG-GIT)**  
territorio@univale.br





## **Rios sem discurso**

Quando um rio corta, corta-se de vez  
o discurso-rio de água que ele fazia;  
cortado, a água se quebra em pedaços,  
em poços de água, em água parálitica.  
Em situação de poço, a água equivale  
a uma palavra em situação dicionária:  
isolada, estanque no poço dela mesma,  
e porque assim estanque, estancada;  
e mais: porque assim estancada, muda,  
e muda porque com nenhuma comunica,  
porque cortou-se a sintaxe desse rio,  
o fio de água por que ele discorria.

O curso de um rio, seu discurso-rio,  
chega raramente a se reatar de vez;  
um rio precisa de muito fio de água  
para refazer o fio antigo que o fez.  
Salvo a grandiloqüência de uma cheia  
lhe impondo interina outra linguagem,  
um rio precisa de muitas águas em fios  
para que todos os poços se enfrasem:  
se reatando, de um para outro poço,  
em frases curtas, então frase e frase,  
até a sentença-rio do discurso único  
em que se tem voz a seca ele combate.

(João Cabral de Melo Neto, A educação pela pedra, 1996).



## sumário

Apresentação .....	7
Um Dedo de Prosa .....	11
Abrindo a Prosa .....	11
No Fio da Prosa .....	13
Outras Prosas .....	20
Amarrando a Prosa.....	21
Referências .....	26
Sobre os Autores .....	27



## apresentação

Caro (a) Leitor (a),

Este caderno é parte da coletânea “Conversas com o rio Doce”, e esperamos que ele possa render boas conversas para diferentes pessoas e grupos que tenham como propósito compartilhar aprendizagens e saberes sobre o rio e com o rio.

A elaboração deste material é fruto do projeto “Relação com o saber e Educação Ambiental: uma pesquisa com estudantes em tempo integral”\*\*, que tomou o rio Doce como objeto de saber. Os (as) estudantes que participaram da pesquisa trouxeram um mosaico de saberes e manifestaram diferentes desejos de aprendizagem sobre esse rio, antes e depois do rompimento da barragem de Fundão, localizada no município de Mariana, na Região Central de Minas Gerais.

Como moradores de Governador Valadares, cidade mineira localizada às margens do rio Doce, e vivendo os processos desencadeados pelo rompimento da barragem de Fundão, cujos rejeitos de minério atingiram toda a bacia, constatamos que os desejos de aprendizagem dos (as) estudantes ecoavam os nossos desejos e inquietações e, de certo modo, da população valadarenses e de outros grupos e populações que vivem ao longo da Bacia Hidrográfica do Rio Doce.

Em um outro movimento de pesquisa, que se propõe a “cartografar territórios educativos em bairros de Governador Valadares\*\*\*”, passamos também a compreender o rio Doce como um território educativo. É um rio que nos ensina pelas memórias, pelas relações ecológicas, pelos posicionamentos cidadãos aos quais somos convocados em sua defesa, de modo particular no cenário do rompimento da barragem de Fundão.

Assim, esta coletânea pretende contribuir para que o rio Doce se torne parte de uma prosa educativa que propicie aprendizagens e que se alie a outras vozes, ecoando a denúncia sobre esse desastre, em pleno curso, e suas consequências ambientais e sociais.

A coletânea é um exercício interdisciplinar que contou, em sua elaboração, com os fios da escrita de pessoas ligadas à Agroecologia, às Artes, à Biologia, à Comunicação, ao Direito, à Engenharia, à História, à Matemática, à Psicologia, à Pedagogia, à Química... porque “um rio precisa de muito fio de água para refazer o fio antigo que o fez”, como lembra o poeta João Cabral de Melo Neto. E é justamente devido à di-



*A barragem, de responsabilidade da mineradora Samarco/Vale-BHP, rompeu-se no dia 5 de novembro de 2015, despejando aproximadamente 55.000.000 m<sup>3</sup> de rejeitos de minério na calha do rio Doce, que se espalharam por cerca de 600 km do rio, até chegarem ao litoral do Espírito Santo.*

\*\* Apoio: CNPq (Universal 2016/1); UNIVALE; FAPEMIG.

\*\*\* Apoio: FAPEMIG (Universal 2018); UNIVALE.



versidade de olhares que, nos diferentes cadernos desta coleção, os (as) autores (as) usam termos distintos para se referirem ao rompimento da barragem e suas consequências, quais sejam desastre, crime, tragédia, desastre-crime, desastre sociotécnico, desastre socioambiental. Esse grupo plural se une em defesa do rio Doce, do seu ecossistema e das populações atingidas pelo rompimento da barragem de Fundão.

### **Cadernos Temáticos**

**1. Histórias do rio Doce**

Haruf Salmen Espíndola.

**2. Histórias antigas do rio Doce**

Haruf Salmen Espíndola.

**3. Memórias do rio Doce**

Patrícia Falco Genovez

José Luiz Cazarotto

**4. Rio Doce: nos fios da arte e da memória**

Eliene Nery Santana Enes

João Marcos Parreira Mendonça

**5. Comunidades tradicionais no médio rio Doce**

Maria Terezinha Bretas Vilarino

Bianca de Jesus Souza

João Vitor de Freitas Moreira

**6. Áreas Protegidas e Unidades de Conservação**

Guilherme Antunes de Souza

Fernanda Morozesky Geber

Renata Bernardes Faria Campos

Nájela Priscila dos Santos Moreira

**7. Matas ciliares da bacia do rio Doce: impactos do rompimento da barragem de Fundão**

Maria Fernanda Brito de Almeida

Renata Bernardes Faria Campos

**8. Peixes da bacia do rio Doce: diversidade e principais ameaças**

Eunice Maria Nazareth Nonato

Renata Bernardes Faria Campos

Jacqueline Martins de Carvalho Vasconcelos





**9. Conversas sobre reparação de direitos no rompimento da barragem da Samarco**

Lissandra Lopes Coelho Rocha  
Diego Jeangregório Martins Guimarães  
lesmy Elisa Gomes Mifarreg

**10. Conversas na escola sobre a qualidade da água do rio Doce**

Thiago Martins Santos  
Ana Luiza de Quadros

**11. Conversas entre o rio Doce e as crianças na escola**

Karla Nascimento de Almeida  
Valdicélio Martins dos Santos  
Alessandra Amaral Ferreira  
Elizabeth Aparecida de Carvalho  
Imoyra Rodrigues dos Santos

**12. Conversas entre o rio Doce, adolescentes e jovens na escola**

Maria Celeste Reis Fernandes de Souza  
Karla Nascimento de Almeida  
Gilda Melo Marques  
Edmara Carvalho Novaes

**13. Conversas na universidade sobre o desastre da Samarco**

Thiago Martins Santos  
Maria Gabriela Parenti Bicalho  
Wildma Mesquita Silva

Reconhecemos que as conversas com o rio Doce que estabelecemos neste material são a continuidade de tantas outras conversas tecidas no cotidiano por diferentes pessoas, grupos e nas pesquisas. Desejamos que você viva a experiência da leitura e que seja provocado a relembrar suas conversas com o rio Doce e iniciar outras.

*Maria Celeste Reis Fernandes de Souza*

*Thiago Martins Santos*

*Renata Bernardes Faria Campos*

*Eliene Nery Santana Enes*

(Organizadores)



## **APOIO**

ANA – Agência Nacional de Águas

CAPES – Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior

CNPq – Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico

FAPEMIG – Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de Minas Gerais

UNIVALE – Universidade Vale do Rio Doce

OBIT – Observatório Interdisciplinar do Território – UNIVALE

LAD – Laboratório de Didática – Pedagogia /UNIVALE

NIESD – Núcleo Interdisciplinar de Educação, Saúde e Direitos – UNIVALE

## **AGRADECIMENTOS**

Agradecemos à Secretaria Municipal de Educação de Governador Valadares a autorização para realizar a pesquisa e a abertura para o desenvolvimento de atividades formativas em Educação Ambiental.

Gratidão e reconhecimento pelo trabalho aos bolsistas de Iniciação Científica da UNIVALE que contribuíram com a primeira pesquisa citada: Giovanni Tavares Neves (Engenharia Civil e Ambiental); Isabela Neto da Silva Paes (Engenharia Civil e Ambiental); Keren Christine Marques Cupertino (Pedagogia); e Rodrigo Felix Ferreira Rezende (Psicologia).



## um dedo de prosa



Figura 1: O surfista do rio Doce. Fonte: Diário do Aço – Ipatinga/MG (2016).

Neste dedo de prosa, apresentamos uma charge produzida pelo chargista valadarense João Marcos Parreira Mendonça, sobre a presença de metais pesados<sup>1</sup> na água do rio Doce. Esse rio, que já vinha sofrendo um longo processo de degradação ambiental, foi severamente atingido no final de 2015 pelo despejo de cerca de 55 milhões de metros cúbicos de rejeitos de mineração, provenientes do rompimento da barragem de Fundão. A lama de rejeitos percorreu aproximadamente 600 quilômetros, provocando significativos danos à qualidade da água fluvial, fonte de abastecimento e de produção de alimentos para milhares de habitantes dos estados de Minas Gerais e do Espírito Santo. Desde então, a população atingida por esse desastre convive com os riscos e as incertezas da qualidade da água que consome, desconhecendo seus efeitos sobre a saúde humana a médio e a longo prazo. Como retratado na charge, publicada após o desastre, na comunidade de Governador Valadares/MG os metais pesados são naturalmente associados à água do rio Doce.

## abrindo a prosa

No artigo “Aprendizagens ambientais de estudantes sobre o rio Doce: relações e sentidos”, Souza *et al.* (2020) apresentam resultados de um estudo que tem como objetivo compreender as relações que estudantes do 9º ano do Ensino Fundamental estabelecem com o rio Doce, como objeto de saber, no contexto do desastre provocado pelo rompimento da barragem de Fundão. Os estudantes relataram alguns

1 Souza, Morassuti e Deus (2018) definem metais pesados (ou metais tóxicos) como elementos químicos que possuem densidade superior a 5g/cm<sup>3</sup>, abrangendo um grupo de elementos que está amplamente associado à poluição, contaminação e toxicidade. Alguns desses elementos podem apresentar efeitos adversos aos seres vivos, sendo altamente reativos e bioacumulativos, ou seja, possuem forte afinidade com moléculas orgânicas e o organismo não é capaz de eliminá-los.



desencantamentos com as atitudes dos adultos em relação ao meio ambiente. Entretanto, o desejo de conhecer mais e a partir desse conhecimento poder agir, foi o que mais se destacou nessa investigação.

Quando os estudantes participantes da investigação relatada por Souza *et al.* (2020) foram convidados a apresentar seus próprios conhecimentos em relação à qualidade da água proveniente do rio Doce, eles mobilizaram principalmente conhecimentos advindos da mídia. No entanto, a dúvida foi o fator mais preponderante nas falas dos estudantes, quando se tratava da qualidade da água que consumiam. A presença de metais pesados na água bruta do rio e na água tratada distribuída à população, a possibilidade de que algum tipo de doença seja desenvolvida como consequência do consumo da água, de peixes ou de alimentos produzidos a partir da água do rio foram “dúvidas” manifestadas pelos estudantes.

Eles anseiam por conhecimentos que lhes permitam responder a essas dúvidas e a escola é o local privilegiado para o debate e o entendimento das questões que preocupam esses adolescentes. Desde a década de 1960, Paulo Freire nos alerta para a necessidade de a escola assumir o seu papel de socializadora, libertadora e formadora de cidadãos e deixar de ser um espaço segregador, hierárquico e de alienação (FREIRE, 2003). Talvez esses adolescentes não esperem da escola as respostas para todas as suas dúvidas, mas certamente buscam na escola uma oportunidade de debater temas ambientais que atinjam diretamente a própria vida e a de seus familiares.

Nessa perspectiva, optamos por apontar alguns caminhos possíveis para que a escola contribua para a ampliação do repertório de aprendizagens ambientais dos estudantes, visando à tomada de decisões individuais e coletivas e possibilitando, de alguma forma, a atuação socialmente responsável que auxilie, tanto no desenvolvimento crítico em relação à atuação de pessoas e empresas quanto em relação ao ambiente natural e, principalmente, na identificação de desastres iminentes.

Assim, nossa prosa será com os professores dos anos finais do Ensino Fundamental, principalmente os professores de Ciências, que têm interesse em promover “Conversas na escola sobre a qualidade da água do rio Doce”. Neste material, fazemos uma breve explanação dos parâmetros indicadores da qualidade da água e do tratamento da água proveniente do rio Doce, executado pelo Serviço Autônomo de Água e Esgoto (SAAE), em Governador Valadares. Indicamos algumas fontes para estudo do assunto e, a seguir, apresentamos três propostas de atividades. A primeira delas envolve os metais pesados, a partir de dados da presença de alguns desses metais na água do rio Doce. A segunda atividade tem a ver com a análise da água tratada e servida pelo SAAE para o consumo da população. E a terceira é um júri simulado, cujo objetivo é desenvolver nos estudantes a capacidade técnico-analítica e a mediação de conflito. Queremos que este caderno sirva de base para que os professores, usando a criatividade, ampliem a discussão da temática sempre que julgarem necessário.



Caro (a) Professor (a),

Neste item, abordaremos a qualidade da água e alguns parâmetros que auxiliam essa definição e, ainda, aspectos do tratamento da água realizado pelo SAAE, em Governador Valadares. Para tanto, tomamos como base a literatura, a legislação brasileira sobre o meio aquático e os relatórios do SAAE.

### PARÂMETROS INDICADORES DA QUALIDADE DA ÁGUA

A água é considerada um solvente universal, pois está disponível em praticamente todos os lugares e pode ser usada para dissolver uma infinidade de substâncias as quais chamamos de soluto. A mistura formada por solvente e soluto recebe o nome de solução, e as soluções aquosas são os meios nos quais ocorrem boa parte da química da vida. Na natureza, podemos citar as águas dos mares, lagos e rios como exemplos de soluções aquosas.

Dessa forma, não existe água pura nos ecossistemas aquáticos e, por isso, Braga *et al.* (2005) reafirmam que são necessários indicadores físicos, químicos e biológicos para caracterizar a qualidade da água. Para tanto, devem ser coletadas amostras para a realização de exames e de análises, seguindo cuidados criteriosos e usando técnicas apropriadas, com volume e número de amostras adequados. Os exames e as análises são feitos por instituições especializadas, empregando métodos padronizados.

De acordo com Braga *et al.* (2005), os **indicadores físicos** que caracterizam a qualidade da água são: cor, sabor, odor e turbidez. A cor é uma característica oriunda da presença de substâncias em solução, sendo estas, geralmente, de natureza orgânica. O sabor e o odor estão associados à presença de poluentes industriais, matéria orgânica em decomposição ou algas. A turbidez é um parâmetro que indica a transparência, isto é, o quanto de luz passa por essa água. Ela é decorrente da presença de microorganismos e/ou de materiais em suspensão na água. Águas com essas características físicas acentuadas são consideradas impróprias para o consumo humano. Richter (2009) ressalta que alterações bruscas de turbidez, provocadas por chuvas intensas, podem alterar o pH e a alcalinidade da água (indicadores químicos), dificultando o tratamento. Com isso, podemos perceber que há uma relação direta entre os indicadores físicos e os indicadores químicos.

Braga *et al.* (2005) definem os **indicadores químicos** como as características químicas da água, derivadas da presença de substâncias dissolvidas, geralmente mensuradas por meios analíticos. Entre essas características, destacam-se salinidade, dureza, alcalinidade, corrosividade, presença de ferro, manganês, cobre, iodo, flúor, fenóis, detergentes, agrotóxicos, impurezas orgânicas, nitrogênio, cloretos e compostos tóxicos.



A salinidade é a medida do conjunto de sais dissolvidos na água, que pode conferir a ela sabor salino e características incrustantes. O teor de cloreto pode ser indicativo de poluição por esgotos domésticos. A dureza está relacionada à presença de metais alcalinos terrosos, principalmente cálcio e magnésio. A alcalinidade está associada à presença de bicarbonatos, carbonatos e/ou hidróxidos, quase sempre de metais alcalinos ou alcalinos-terrosos, o que influencia o tratamento da água para consumo humano. A corrosividade é a capacidade que a água tem de corroer os metais, que pode estar relacionada à presença de ácidos minerais ou pela existência em solução de gás carbônico, gás sulfídrico ou outras substâncias que podem formar ácido ao interagirem com a água (BRAGA *et al.*, 2005).

O ferro e o manganês associados conferem à água sensação de adstringência e coloração avermelhada/amarronzada, podendo manchar as roupas e os aparelhos sanitários durante a lavagem. O cobre, o ferro, o iodo e o flúor na água possuem características benéficas ao homem, mas em doses elevadas podem causar problemas à saúde. Os fenóis são tóxicos e causam problemas em sistemas de tratamento de água, pois, combinados com o cloro, produzem odor e sabor desagradáveis. Na água, os detergentes causam sabor desagradável, formação de espumas em águas agitadas, problemas em estação de tratamento de água e esgoto em virtude da espuma e da toxicidade, quando em teores mais elevados (BRAGA *et al.*, 2005).

Outras substâncias químicas também são indicadoras da qualidade da água, como é o caso dos agrotóxicos. Quando esses agrotóxicos são usados no combate de pragas, se forem arrastados pela chuva, podem chegar aos rios e, nesse caso, causar mortandade de peixes e prejuízos ao abastecimento público de água. As impurezas orgânicas de origem animal ou vegetal, nitrogênio e cloretos também podem indicar poluição aquática. Alguns compostos ou substâncias, quando presentes ou quando em excesso na água, fazem com que ela fique tóxica. Como exemplo, podemos citar os metais pesados: cobre, cádmio, arsênio, selênio, mercúrio, chumbo, manganês. Essas impurezas podem alcançar a água, a partir de efluentes industriais, drenagem de áreas agrícolas ou atividades de mineração (BRAGA *et al.*, 2005).

Por fim, Braga *et al.* (2005) conceituam os **indicadores biológicos**. Esses são os microorganismos patogênicos, de origem externa à água, introduzidos no meio aquático por meio do esgoto sanitário. Como exemplos, citam as algas e as bactérias. Segundo esses autores, as algas crescem e se proliferam excessivamente em ambientes ricos em nutrientes, especialmente fósforo e nitrogênio, o que dificulta a passagem de luz e a fotossíntese de plantas mais profundas, levando-as à decomposição. Esse fenômeno pode tornar a água turva e reduzir a quantidade de oxigênio dissolvido. Esse fenômeno, que leva várias espécies à morte, recebe o nome de eutrofização.

As bactérias do tipo coliformes totais indicam a ocorrência e o grau de poluição fecal em águas. Já os coliformes fecais ou termotolerantes – um subgrupo dos coliformes – dão uma correlação direta da poluição por fezes de animais homeotérmicos, como os seres humanos. Entre as bactérias desse subgrupo, a mais usada





como indicadora da poluição fecal é a *Escherichia coli* (BRAGA *et al.*, 2005). Sua presença em alguma amostra de água é indício de contaminação por esgoto. Nesse sentido, nem mesmo vestígios dessa bactéria podem ser encontrados na água tratada (PEIL; KUSS; GONÇALVES, 2015).

## TRATAMENTO DA ÁGUA PROVENIENTE DO RIO DOCE EM GOVERNADOR VALADARES

Inicialmente, é importante distinguirmos água bruta de água tratada. Água bruta é a classificação dada à água não tratada, como a água de um manancial, por exemplo. Já a água tratada é aquela que foi submetida a um tratamento que visa adequá-la aos parâmetros físicos, químicos e biológicos, com o objetivo de atender ao padrão de potabilidade, ou seja, estar adequada ao conjunto de valores permitidos como parâmetro da qualidade da água para o consumo humano. Assim, água bruta e água tratada são classificações distintas dadas à água, antes e depois do tratamento.

O rio Doce é o principal manancial de onde o SAAE capta a água bruta que é tratada, analisada e servida à população de Governador Valadares. Essa água bruta não apresenta boa qualidade, quando analisada com base na Resolução Conama Nº 357, de 17 de março de 2005 (BRASIL, 2005). Contudo, Braga *et al.* (2005, p. 108) afirmam que “não é necessário que a água existente no manancial apresente, em estado bruto, o padrão de qualidade exigido para fins de abastecimento público. Há várias maneiras de alterar suas características para torná-la compatível com as exigências do consumidor e da saúde pública”. Portanto, esses autores reafirmam que é possível tratar a água de um manancial e disponibilizá-la para o consumo humano. Destacam que o tratamento da água pode atender a várias finalidades: (i) higiênicas – remoção de microorganismos, de substâncias tóxicas ou nocivas, redução do excesso de impurezas e de compostos orgânicos; (ii) estéticas – correção de turbidez, cor, odor e sabor; e (iii) econômicas – redução de corrosividade, dureza, cor, turbidez, ferro, manganês etc.

Braga *et al.* (2005) destacam que o tratamento da água tem como objetivo remover as impurezas existentes, eliminar os microorganismos patogênicos, adequando a água captada do manancial ao padrão de potabilidade em vigor. Esse padrão está disposto no Anexo XX da Portaria de Consolidação Nº 5, de 28 de setembro de 2017 (BRASIL, 2017), que aborda os procedimentos de controle e de vigilância da qualidade da água para consumo humano e seu padrão de potabilidade. Essa Portaria define, ainda, a quantidade mínima e a frequência que as amostras de água devem ser coletadas, bem como os parâmetros e limites permitidos.

Em resumo, em Governador Valadares a água bruta é analisada com base na Resolução Conama Nº 357, de 17 de março de 2005, que trata das águas superficiais, como é o caso do rio Doce. O monitoramento é feito pelo IGAM – Instituto Mineiro de Gestão da Água. Já a água tratada pelo SAAE é analisada com base no Anexo XX



da Portaria de Consolidação Nº 5, de 28 de setembro de 2017, sendo que o SAAE analisa a qualidade da água, desde a captação até os pontos de consumo ou pontos de controle.

Mensalmente, o SAAE divulga em seu portal na internet relatórios com o resumo mensal dos resultados das análises referentes aos parâmetros básicos de qualidade da água tratada e servida por três ETAs – Estações de Tratamento de Água – localizadas na cidade<sup>2</sup>. Os relatórios trazem os resultados das análises dos seguintes parâmetros indicadores: pH, cor, turbidez, cloro residual livre, flúor, coliformes totais, *Escherichia coli*, bactérias heterotróficas, ferro total, manganês total, alumínio total e outros. A autarquia atua com a vigilância da Superintendência Regional de Saúde de Governador Valadares. Tradicionalmente, o Ministério Público tem acompanhado os resultados.

Todos os relatórios produzidos pelo SAAE depois de 2015, ano em que ocorreu o rompimento da barragem de Fundão, indicam que a água tratada pela autarquia apresenta qualidade adequada para o consumo humano. Com relação a qualidade da água bruta que forma o rio Doce, estudos do Instituto de Tecnologia para o Desenvolvimento (Lactec) mostram violações de parâmetros, principalmente de metais pesados, nos períodos chuvosos<sup>3</sup>. Portanto, esse fato impõe ao SAAE a necessidade de um tratamento da água mais rigoroso durante as chuvas.

### ***Afinal, como a água do rio Doce é tratada pelo SAAE?***

O SAAE possui 27 ETAs, sendo que 5 estações estão localizadas na cidade e 22 estações estão situadas nos distritos. Cada uma dessas ETAs possui processo de tratamento próprio.

As ETAs da cidade têm em comum o rio Doce como único manancial, exceto a ETA do bairro Penha. Na ETA Central, o processo de tratamento acontece da seguinte maneira: a água é captada (FIGURA 2), separada da areia e pré-filtrada, sendo removidas as partículas grossas em suspensão (FIGURA 3). Na calha Parshall acontece o primeiro contato da água bruta com os produtos químicos e a correção da acidez (FIGURA 4). A água segue para as estruturas de tratamento onde ocorrem a coagulação/floculação (FIGURA 5), a sedimentação/decantação (FIGURA 6), a filtração (FIGURA 7), a desinfecção e a fluoretação (FIGURA 8).

2 Conferir: <https://bit.ly/3zPjU7a>. Acesso em: 28/04/2021.

3 Conferir: <https://bit.ly/3d5lZ3U>. Acesso em: 28/04/2021.





Figura 2: Bomba principal de captação de água. Fonte: Os autores (2020).



Figura 3: Tanques de areia. Fonte: Os autores (2020).



Figura 4: Calha Parshall. Fonte: Os autores (2020).







Figura 5: Tanques de floculação/coagulação. Fonte: Os autores (2020).



Figura 6: Tanques de decantação/sedimentação. Fonte: Os autores (2020).



Figura 7: Tanques de filtração. Fonte: Os autores (2020).





Figura 8: Tanque de contato (cloração e fluoretação). Fonte: Os autores (2020).

De acordo com Braga *et al.* (2005), esses processos são assim definidos: (i) correção da acidez – para evitar a corrosão, aumenta-se a alcalinidade da água com a aplicação de produtos químicos alcalinos; (ii) coagulação/floculação – etapa do tratamento da água com produtos químicos coagulantes, que agregam partículas sedimentáveis em aglomerados (flocos) que podem ser retirados com facilidade, por sedimentação/decantação, filtração ou por ambas as operações; (iii) sedimentação/decantação – nessa etapa os flocos formados são sedimentados no fundo do tanque, facilitando a remoção de partículas em suspensão; (iv) filtração – a água superior do tanque de sedimentação passa por um filtro que contém várias camadas de cascalho e areia, eliminando as impurezas mais leves; (v) desinfecção – visa à eliminação de microorganismos patogênicos por meio da aplicação de cloro ou de composto de cloro, sendo a etapa destinada ao controle da qualidade bacteriológica; e (vi) fluoretação – o objetivo dessa etapa final é obter uma concentração de fluoreto na água que dê à população maior resistência a cáries dentárias.

O controle da qualidade da água tratada é feito no Laboratório Central do SAAE, que fica na ETA Central, localizada no Centro da cidade de Governador Valadares. Nesse laboratório, são analisadas, várias vezes ao dia, amostras da água das várias ETAs do município (FIGURA 9).



Figura 9: Laboratório Central. Fonte: Os autores (2020).



Depois de encerrado o tratamento, a água segue para o reservatório de distribuição da ETA. De lá, segue para a rede de distribuição, sendo disponibilizada para o consumo da população do município.

## outras prosas

Caro (a) Professor (a),

Para ampliar nossa conversa, indicamos alguns conteúdos, com vistas ao aprofundamento da temática da qualidade da água.

- 🌀 **Artigo:** “Risco, desastre e educação ambiental: a terceira margem do rio Doce” – Esse artigo, produzido por pesquisadores da UNIVALE, trata da incorporação da temática da Redução dos Riscos de Desastres (RRD) nos currículos na Educação Básica. O artigo permite compreender os conceitos de risco ambiental e vulnerabilidade e podemos identificar no texto boas pistas para conversas na escola.

Acesse: <https://bit.ly/3xG89hp>. Acesso em: 13/05/2021.

- 🌀 **Vídeo:** “Água e lama” – Nesse vídeo, são discutidas as propriedades da água e suas interações com componentes da mineração na formação de lama. O vídeo aborda o processo de tratamento da água do rio Doce, no município de Governador Valadares, e apresenta aspectos legais relativos aos diferentes tipos de água, aprofundando as diferentes definições envolvendo a qualidade das águas. O debate aconteceu no *Pint of Science* GV (2020), em uma mesa redonda composta pelo professor da Universidade Federal de Juiz de Fora – Campus Governador Valadares, Dr. Ângelo Márcio Leite Denadai e pela especialista em Políticas e Gestão da Saúde, da Secretaria de Estado de Saúde de Minas Gerais, regional de Governador Valadares, Alice Rodrigues de Matos.

Acesse: <https://bit.ly/3zRRRDM>. Acesso em: 13/05/2021.

- 🌀 **Vídeo:** “Água do rio Doce: tem qualidade?” – Apresentação do “Diagnóstico socioambiental dos danos decorrentes do rompimento da barragem de Fundão na bacia do rio Doce” pelos experts da Lactec – Centro de Ciência e Tecnologia. A discussão aconteceu durante o 5º Seminário Integrado do Rio Doce, promovido pela UNIVALE e contou com a participação do promotor de justiça do estado de Minas Gerais, Leonardo Castro Maia; professor da Universidade Federal de Santa Catarina, José Rubens Morato Leite; professor da Universidade Federal de Juiz de Fora – Campus Governador Valadares, Ângelo Márcio Leite Denadai; e pesquisadora da Lactec, Gleiciane Carvalho Blanc.

Acesse: <https://bit.ly/3qki0qG>. Acesso em: 13/05/2021.





- ☉ **Artigo:** “O projeto Água em Foco como uma proposta de formação no PIBID” – Esse artigo enfoca algumas ações educativas desenvolvidas durante o projeto “Água em foco: qualidade de vida e cidadania”. O projeto desenvolvido pelo grupo PIBID – Química/Biologia da Faculdade de Educação da UFMG em escolas de Educação Básica de Minas Gerais tem como objetivo investigar problemas relacionados à qualidade da água, a partir de conhecimentos escolares.

Acesse: <https://bit.ly/3wPv7lX>. Acesso em: 13/05/2021.

- ☉ **Projeto:** “A água deste rio é boa? Quem vive nele te conta” – Esse projeto educativo aborda um programa de monitoramento participativo de rios urbanos na região serrana do Espírito Santo, em parceria com professores e estudantes de escolas da Educação Básica. O projeto baseia-se nos princípios da Ciência Cidadã.

Acesse: <https://bit.ly/3vOQDWT>. Acesso em: 13/05/2021.

- ☉ **Portal do Ministério Público Federal (MPF):** O portal apresenta o caso do desastre provocado pela barragem de Fundão, de responsabilidade da mineradora Samarco/Vale-BHP Billiton e descreve a atuação do MPF nesse caso. Traz inúmeros relatórios e pareceres técnico-científicos, produzidos pela Fundação Getúlio Vargas, Empresa Ramboll, Empresa Lactec e Fundo Brasil de Direitos Humanos, e utilizados pelo MPF para melhor entendimento e atuação no caso. Esses relatórios constituem, portanto, fontes de dados para embasar as conversas na escola.

Acesse: <https://bit.ly/3d5lZ3U>. Acesso em 13/05/2021.

## amarrando a prosa

Caro (a) Professor (a),

Para amarrar nossa prosa, sugerimos três atividades para serem desenvolvidas com os estudantes do Ensino Fundamental, mas que, com adaptações, podem ser expandidas e também realizadas com turmas do Ensino Médio e do Ensino Superior. Todas elas têm o foco na mobilização/participação social e proporcionam informações para que os estudantes possam compreender melhor a temática da qualidade da água e se engajar na defesa do rio Doce.

Convidamos você a interagir conosco e juntos desenvolvermos essas três atividades nas escolas e propormos outras atividades que possam auxiliar os estudantes a entenderem melhor algumas dúvidas que os acompanham.



## ATIVIDADE 1. Cartografia dos metais pesados ao longo do rio Doce

O Instituto Lactec é a instituição responsável pelo “Diagnóstico socioambiental dos danos decorrentes do rompimento da barragem de Fundão na bacia do rio Doce”. Os dados obtidos pelo Lactec sustentam as alegações do Ministério Público Federal, no caso da Samarco e dos danos ao rio Doce. Para avaliar as alterações na qualidade da água do rio Doce, ocorridas a partir do rompimento da barragem, o Instituto analisa dados de diferentes parâmetros ao longo de quinze estações de monitoramento, situadas em trechos que fizeram parte do trajeto percorrido pela lama de rejeitos de mineração. Esse acompanhamento já ocorria antes do desastre da barragem de Fundão, o que permitiu ao Instituto comparar os dados ao longo do tempo.

O link a seguir dá acesso ao mapa completo do rio Doce, no qual estão identificadas as quinze estações. Ao selecionarmos uma estação e um parâmetro indicador de qualidade de água, é possível obter mais informações. Esse mapa deve ser disponibilizado aos estudantes, nesta atividade.

Confira: <https://bit.ly/3qmtBW5>. Acesso em: 13/05/2021.

Organize os estudantes em dupla e oriente-os a identificar, no mapa, a estação de monitoramento da qualidade de água que está situada mais próxima de onde ele mora. Em seguida, eles podem buscar, nessa página, informações sobre os vários parâmetros analisados nessa estação. Propomos as seguintes questões:

1. Quais parâmetros se referem a metais?
2. Esses metais podem ser classificados como metais pesados? Busque informações sobre metais pesados na internet e com o professor.
3. O que caracteriza um metal pesado?
4. Como os metais pesados podem afetar a saúde humana?

A partir do conhecimento de quais desses metais são usualmente classificados como metais pesados, os estudantes devem responder às duas primeiras questões e realizar as duas atividades seguintes:

1. Como esses parâmetros variaram ao longo do tempo? Como você explica essa variação?
2. Compare os parâmetros da sua estação com os parâmetros de outras duas estações (o professor vai dizer quais estações você deve investigar). Como você explica essa variação?
3. Veja com os seus colegas como a presença de metais pesados variou ao longo do tempo em todas as estações. Após isso, em uma cartolina, reproduza o mapa do rio Doce, localizando todas as estações e a quantidade de metais pesados encontrados nas medições.
4. Afixe o seu cartaz no mural da escola. Se houver oportunidade, explique aos demais estudantes da escola os dados presentes nesse cartaz.



Observação: caso julgue viável, os estudantes podem construir uma apresentação em PowerPoint e convidar colegas de outras turmas para assistir. Use sua criatividade e sugira aos estudantes diferentes formas de organizar e apresentar os achados.

## **ATIVIDADE 2. A água tratada apresenta boa qualidade?**

O SAAE é a autarquia responsável pelo tratamento e controle da qualidade da água servida à população de Governador Valadares. Essa autarquia municipal possui várias ETAs – Estações de Tratamento de Água. Mensalmente, o SAAE divulga em seu portal o resumo mensal dos resultados das análises referentes aos parâmetros básicos da qualidade da água tratada e servida pela ETA Central, ETA Vila Isa e ETA Santa Rita.

Disponibilize aos estudantes o relatório da ETA Central, referente ao mês de abril de 2021. Esse relatório pode ser acessado no link a seguir:

Confira: <https://bit.ly/3gOmDpj>. Acesso em: 13/05/2021.

Sugerimos que as próximas questões sejam usadas para debater a qualidade da água tratada, a partir do relatório citado:

1. Quais parâmetros físicos, químicos e biológicos são analisados pelo SAAE?
2. Como a turbidez foi analisada? O que os resultados encontrados indicam?
3. O que a análise de coliformes totais indica em relação à presença de organismos patogênicos na água?
4. Com relação ao cloro residual livre, o valor mínimo estabelecido é 0,2 ppm e o valor máximo é 2,0 ppm. Por que a água tratada e distribuída precisa ter uma quantidade mínima de cloro? E por que essa quantidade não pode ultrapassar a 2,0 ppm?
5. Como você deve ter percebido, alguns metais são analisados. Eles podem ser chamados de metais pesados? Por que eles fazem parte da análise da qualidade da água em Governador Valadares?
6. Há algum dado com relação à água que você consome, que você gostaria de conhecer e que não está nesse relatório?
7. Se você respondeu SIM à questão 6, imagine que você seja um representante do Ministério Público e que esteja incumbido de aprimorar esse relatório. Quais seriam as suas sugestões?

Observação: a água tratada e destinada ao consumo humano é analisada frequentemente quanto à sua qualidade física, química e biológica. Portanto, para atualizar esta atividade, sugerimos que você disponibilize aos estudantes o relatório do mês anterior ao da realização da atividade. Para enriquecer o trabalho, sugerimos utilizar relatórios de meses diferentes, de uma mesma ETA; ou do mesmo mês, de ETAs diferentes, buscando comparar os resultados. Também sugerimos a organização de uma visita técnica da escola à ETA Central do SAAE, para observação *in loco* do tra-



tamento, análise e distribuição da água e realização de entrevistas com os técnicos responsáveis por esse processo.

### **ATIVIDADE 3. Júri Simulado: um conflito em nossa vida!**

Para esta atividade, indicamos que seja usado o texto a seguir, acompanhado da organização dos grupos.

Todos nós dependemos diretamente da natureza e dos processos que nela ocorrem para a nossa sobrevivência. Por isso, conservar a natureza de forma que os processos naturais continuem acontecendo de modo equilibrado deveria ser a meta de cada um de nós, durante toda a nossa vida. Mas isso nem sempre ocorre! Algumas vezes, as ações que realizamos afetam negativamente as condições do ambiente em que vivemos, trazendo consequências para a qualidade de nossa vida.

Essas ações, quando afetam os processos naturais, podem gerar conflitos e disputas de ideias envolvendo, tanto os recursos naturais quanto os seus processos. A água, um recurso natural essencial para a nossa vida, tem sofrido com as ações humanas e, por isso, se tornado motivo de discussões em função de uma iminente escassez. Por isso, devemos estar preparados para nos envolvermos nesse tema e podermos apresentar sugestões para os problemas relacionados à água. E é indicado que essas sugestões sejam sempre baseadas em dados consistentes e não apenas em opinião vaga.

Por que realizamos ações que prejudicam a qualidade da água? Por que algumas empresas não cuidam da água, sendo ela esse bem tão importante? Por que nossos líderes políticos não atuam de forma a promover significativamente a preservação desse recurso? De quem, afinal, é essa responsabilidade? Independentemente de possíveis “culpados”, temos clareza de que os diferentes interesses de pessoas, empresas, governos e, enfim, de toda a população, acabam por gerar conflitos que precisam ser resolvidos.

Vamos simular um conflito e suas possíveis resoluções? Para isso, propomos um conjunto de atividades a ser realizado em grupo:

#### Parte 1: Discussão em Grupo

Discuta com o seu grupo as questões a seguir. Em seguida, apresente a síntese das discussões feitas para toda a sua turma e ouça as respostas dos seus colegas. Compare as suas respostas com as demais e reflita se é possível ou necessário repensar as suas respostas. As questões são:

1. Se a água é um bem de domínio público, por que existem conflitos em torno desse recurso?
2. No caso da água do rio Doce, vocês consideram que, após o rompimento da barragem de rejeitos de Fundão, o rio conseguiu se recuperar, está se recuperando ou dificilmente irá se recuperar?



3. Há alguma informação contraditória sendo divulgada na mídia envolvendo o grau de poluição do rio Doce, após o rompimento da barragem? Identifique essas contradições (se houver) e discuta-as com o seu grupo.
4. Caso vocês tenham encontrado informações contraditórias, elas são decorrentes de “conflitos” ou representam pouco conhecimento?
5. Na opinião do seu grupo, a população de Governador Valadares tem conhecimento em relação à qualidade da água?

#### Parte 2: Um conflito a ser mediado

Após o desastrosos rompimento da barragem de Fundão e do conseqüente despejo de lama nas águas do rio Doce, as comunidades atingidas vivenciaram diferentes experiências que as levaram a ter opiniões diversas. Em Mariana/MG aconteceu um ato público em favor da Samarco, com muitas pessoas considerando a manutenção de empregos que a empresa oferecia.

Outras pessoas – e esse grupo parece ser bem maior – denunciaram e denunciam a empresa em redes sociais, com argumentos de que ela explora nossos bens naturais e, por isso, destrói o meio ambiente.

Qual seria o melhor encaminhamento na sua opinião?

Propomos a divisão da turma em três grupos principais. A partir das orientações que correspondem ao seu grupo, escolha um nome que identifique o grupo, substituindo as letras A, B e C:

Grupo A – nesse grupo, os componentes buscarão dados que mostrem que a cidade de Mariana necessita da presença da mineradora Samarco para manter os empregos da população e que a Fundação Renova monitora sistematicamente as águas do rio Doce, evidenciando que as análises recentes têm apontado para a melhoria das condições ambientais, depois do rompimento da barragem de Fundão.

Leitura indicada: <https://bit.ly/3d2oo0s>. Acesso em: 13/05/2021.

Grupo B – nesse grupo, os componentes buscarão dados científicos que atestem a baixa qualidade da água do rio Doce e, para isso, poderão se ancorar nos trabalhos de pesquisa desenvolvidos pelo Instituto de Tecnologia para o Desenvolvimento (Lactec) que fez e faz o “Diagnóstico socioambiental dos danos decorrentes do rompimento da barragem de Fundão na bacia do rio Doce”, cujos dados sustentam as alegações do Ministério Público Federal. Conheçam os dados levantados em campo pela Lactec em:

Leitura indicada: <https://bit.ly/3j5LS8s>. Acesso em: 13/05/2021.

Grupo C – nesse grupo, os componentes conversarão com a população de Governador Valadares e trarão os argumentos usados por essa população para o consumo/não consumo da água e de pescados do rio Doce, bem como da água tratada pelo SAAE. Esse grupo irá, a partir dos argumentos da população e dos



argumentos trazidos pelos grupos A e B, sugerir um encaminhamento que resolva o conflito existente em relação à empresa Samarco.

Os grupos A e B terão um espaço/tempo para fazer a defesa de seu lugar social e, logo após, o professor organizará um debate entre os grupos. Na aula seguinte, será solicitado ao grupo C que se coloque como mediador desse conflito, mantendo a neutralidade de opinião sempre que possível e um posicionamento baseado em dados que julgar consistentes.

Caro (a) Professor (a),

Ressaltamos que outras atividades podem ser organizadas para que os estudantes encontrem na escola conhecimentos que os auxiliem a entender melhor a interferência socioambiental do desastre da Samarco na qualidade da água do rio Doce e da água que chega à sua residência. Sugerimos essas três atividades como forma de motivar você para que esse debate esteja na escola e se torne um marco na formação cidadã.

Bom trabalho!

## referências

BRAGA, Benedito *et al.* ,. **Introdução à Engenharia Ambiental**: o desafio do desenvolvimento sustentável. 2ª edição. São Paulo: Pearson Prentice Hall, 2005.

BRASIL. Conselho Nacional do Meio Ambiente. Resolução CONAMA nº 357, de 17 de março de 2005. Disponível em: <https://bit.ly/3qhQDh1>. Acesso em: 14/04/2021.

BRASIL. Ministério da Saúde. Portaria de Consolidação nº 5, de 28 de setembro de 2017. Disponível em: <https://bit.ly/3zRjzMc>. Acesso em: 14/04/2021.

FREIRE, Paulo. **Educação como prática da liberdade**. 27ª ed. Rio de Janeiro: Paz e Terra, 2003.

PEIL, Greice Hartwig Schwanke; KUSS, Anelise Vicentini; GONÇALVES, Maria do Carmo Ferreira. Avaliação da qualidade bacteriológica da água utilizada para abastecimento público no município de Pelotas - RS – Brasil. **Ciência e Natura**, v. 37, n. 1, p. 79-84, jan./abr. 2015.

RICHTER, Carlos A. **Água**: Métodos e tecnologia de tratamento. 1. ed. São Paulo: Editora Blucher, 2009.

SOUZA, Ana Kely Rufino; MORASSUTI, Claudio Yamamoto; DEUS, Warley Batista de. Poluição do ambiente por metais pesados e utilização de vegetais como bioindicadores. **Acta Biomedica Brasiliensia**, Itaperuna, vol. 9, n. 3, p. 95-106, dez. 2018.





SOUZA, Maria Celeste Reis Fernandes de; CAMPOS, Renata Bernardes Faria; SANTOS, Thiago Martins; ENES, Eliene Nery Santana. Aprendizagens Ambientais de Estudantes sobre o Rio Doce: relações e sentidos. **Cad. Pesqui.**, São Paulo, v. 50, n. 175, p. 160-184, jan./mar. 2020.

#### **SOBRE OS AUTORES:**

##### **Thiago Martins Santos**

Licenciado em Ciências Biológicas pela Universidade Vale do Rio Doce – UNIVALE. Licenciado em Pedagogia pela Universidade de Uberaba – UNIUBE. Especialista em Educação pela Universidade Vale do Rio Verde – UNINCOR. Mestre em Gestão Integrada do Território pela Universidade Vale do Rio Doce – UNIVALE. Atualmente é professor da Universidade Vale do Rio Doce, onde integrou o projeto “Relação com o saber e educação ambiental: uma pesquisa com estudantes em tempo integral”, e professor colaborador do Programa de Mestrado Profissional em Ensino de Biologia da Universidade Federal de Juiz de Fora – Campus Governador Valadares. Atuou como professor da Educação Básica, nas redes pública e privada.

##### **Ana Luiza de Quadros**

Doutora em Educação, Mestre em Educação nas Ciências e Licenciada em Química. Atua como docente no curso de Licenciatura em Química do Instituto de Ciências Exatas da Universidade Federal de Minas Gerais – UFMG e no Programa de Pós-graduação em Educação: Conhecimento e Inclusão Social, da Faculdade de Educação da UFMG. Tem experiência na pesquisa educacional, principalmente nos temas: formação inicial e continuada de professores de Química e de Ciências, ensino baseado no contexto social, representações multimodais e ensino e aprendizagem.



