

UNIVERSIDADE FEDERAL DE VIÇOSA

**Sequência Didática: Uma imersão sobre água potável e saneamento no
município de Ribeirão das Neves**

Joice Chaves Matias
Magister Scientiae

**VIÇOSA - MINAS GERAIS
2024**

JOICE CHAVES MATIAS

Sequência Didática: Uma imersão sobre água potável e saneamento no município de Ribeirão das Neves

Dissertação Mestrado Profissional apresentada à Universidade Federal de Viçosa, como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Química em Rede Nacional, para obtenção do título de *Magister Scientiae*.

Orientadora: Vania M. Teixeira Carneiro

**VIÇOSA - MINAS GERAIS
2024**

**Ficha catalográfica elaborada pela Biblioteca Central da Universidade
Federal de Viçosa - Campus Viçosa**

T

M433s
2024
Matias, Joice Chaves, 1988-
Sequência didática: uma imersão sobre água potável e saneamento no município de Ribeirão das Neves / Joice Chaves Matias. – Viçosa, MG, 2024.

1 dissertação eletrônica (94 f.): il. (algumas color.).

Inclui apêndice.

Orientador: Vânia Maria Teixeira Carneiro.

Dissertação (mestrado) - Universidade Federal de Viçosa, Departamento de Química, 2024.

Referências bibliográficas: f. 55-57.

DOI: <https://doi.org/10.47328/ufvbbt.2025.078>

Modo de acesso: World Wide Web.

1. Química - Estudo e ensino. 2. Currículos - Planejamento.
3. Saneamento - Ribeirão das Neves (MG) - Estudo e ensino.
4. Água - Ribeirão das Neves (MG) - Estudo e ensino.
I. Carneiro, Vânia Maria Teixeira, 1982-. II. Universidade Federal de Viçosa. Departamento de Química. Programa de Pós-Graduação em Química em Rede Nacional. III. Título.

CDD 22. ed. 540.7128151

JOICE CHAVES MATIAS

Sequência Didática: Uma imersão sobre água potável e saneamento no município de Ribeirão das Neves

Dissertação Mestrado Profissional apresentada à Universidade Federal de Viçosa, como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Química em Rede Nacional, para obtenção do título de *Magister Scientiae*.

APROVADA: 13 de novembro de 2024.

Assentimento:

Joice Chaves Matias
Autora

Vania Maria Teixeira Carneiro
Orientadora

Essa dissertação mestrado profissional foi assinada digitalmente pela autora em 25/02/2025 às 16:06:27 e pela orientadora em 25/02/2025 às 16:11:21. As assinaturas têm validade legal, conforme o disposto na Medida Provisória 2.200-2/2001 e na Resolução nº 37/2012 do CONARQ. Para conferir a autenticidade, acesse <https://siadoc.ufv.br/validar-documento>. No campo 'Código de registro', informe o código **TTLV.HJGD.O6Z7** e clique no botão 'Validar documento'.

AGRADECIMENTOS

A Deus, pois, de maneira sobrenatural, ele me guiou até esse dia. Considerando o meu contexto de vida, chegar ao mestrado é motivo de muita gratidão e orgulho, e, nada seria possível, sem a fé de que tudo daria certo.

Aos meus pais, que, mesmo sem conhecerem o que era “química” e não tendo alcançado esse nível de escolaridade, me apoiaram, cada um à sua maneira.

Aos meus familiares e amigos que sempre acreditaram que eu seria bem-sucedida.

Aos meus amigos de jornada do PROFQUI, que tornaram cada viagem uma aventura cheia de descontração. Mesmo às vezes com desconforto e cansaço, o momento da viagem para Viçosa foi quase sempre um momento de alegria.

À minha orientadora, a professora Vânia, que, mesmo em meio aos novos desafios da maternidade, contribuiu para o desenvolvimento deste trabalho.

À Universidade Federal de Viçosa, ao Departamento de Química e ao Programa de Mestrado Profissional em Química em Rede Nacional (PROFQUI) pela oportunidade de realizar a pós-graduação.

À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES), pela concessão da bolsa de estudos. Sem o apoio da CAPES em conjunto com o governo federal, seria impossível a realização do sonho de cursar uma pós-graduação. Deixo meu compromisso de fazer valer esse investimento sendo a melhor professora que eu puder.

Aos estudantes da escola onde leciono, pois, sem eles, nada faria sentido.

O presente trabalho foi realizado com apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior – Brasil (CAPES) – Código de Financiamento 001.

RESUMO

MATIAS, Joice Chaves, M.Sc., Universidade Federal de Viçosa, novembro de 2024. **Sequência Didática: Uma imersão sobre água potável e saneamento no município de Ribeirão das Neves.** Orientadora: Vania Maria Teixeira Carneiro.

A introdução do novo Ensino Médio nas escolas de Minas Gerais trouxe para os professores um grande desafio: fazer com que sua área de formação dialogue com outras áreas do conhecimento. As novas disciplinas denominadas itinerários formativos podem ser lecionadas por professores de diversas áreas. Esse desafio é ainda maior, uma vez que não há materiais, como livros e apostilas que direcionam o ensino de todas as disciplinas, sendo necessário, portanto, que o professor crie sua sequência didática a partir da sugestão de tópicos de estudo. Um desses itinerários formativos é a disciplina “Saberes e Investigação da Natureza”, que faz parte da Unidade Curricular de aprofundamento nas quatro áreas do conhecimento: Linguagens, Ciências da Natureza, Ciências Humanas e Matemática. Além disso, essa disciplina tem como temas principais de estudo a água, a energia e o saneamento. Diante do exposto, essa pesquisa discute a importância do conhecimento sobre a água e o saneamento no município de Ribeirão das Neves. Tendo como produto uma sequência didática que poderá ser utilizada e adequada por outros professores que irão lecionar a referida disciplina ou outra disciplina correlata, respeitando a autonomia e realidade de cada município. Vale ressaltar que, para a disciplina em questão, não há planos de aula disponíveis gratuitamente na internet ou em livros, até a presente data, sobre o tema abordado, sendo então pioneira essa proposta de sequência didática.

Palavras-chave: Saberes e Investigação da Natureza; Novo Ensino Médio; Itinerário formativo; Sequência didática

ABSTRACT

MATIAS, Joice Chaves, M.Sc., Universidade Federal de Viçosa, November, 2024.
Didactic Sequence: An immersion into drinking water and sanitation in the city of Ribeirão das Neves. Adviser: Vania Maria Teixeira Carneiro.

The introduction of the new High School in schools in Minas Gerais has brought a major challenge to teachers: to make their area of study dialogue with other areas of knowledge. The new subjects called training itineraries can be taught by teachers from different areas. This challenge is even greater since there are no materials, such as books and handouts, that direct the teaching of all subjects, so it is necessary for the teacher to create his/her teaching sequence based on suggested study topics. One of these training itineraries is the subject "Knowledge and Investigation of Nature", which proposes an in-depth study of four areas of knowledge: Languages, Natural Sciences, Humanities and Mathematics. In addition, this subject's main study themes are water, energy and sanitation. In view of the above, this research discusses the importance of knowledge about water and sanitation in the municipality of Ribeirão das Neves. The result is a teaching sequence that can be used and adapted by other teachers who will teach the aforementioned subject or another related subject, respecting the autonomy and reality of each municipality. It is worth noting that, for the subject in question, there are no lesson plans available free of charge on the internet or in books, to date, on the topic covered, making this proposal for a teaching sequence pioneering.

Keywords: Knowledge and Research of Nature; New High School; Educational pathway; Didactic sequence.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Mapa localizando Ribeirão das Neves.....	22
Figura 2 - Localização da bacia hidrográfica do município de Ribeirão das Neves. 23	
Figura 3 - Localização das Estações de Tratamento de Esgoto existentes.....	26
Figura 4 - Código QR de acesso ao site da Agência Nacional das Águas e Saneamento Básico.....	33
Figura 5 - Código QR para acesso ao painel interativo da Agência Nacional das Águas.....	34
Figura 6 - Tela do painel interativo da ANA.....	34
Figura 7 - Tela comparativa entre Estados da meta 6.1 do painel interativo da ANA.....	35
Figura 8 - Código QR de acesso ao formulário de questões sobre o painel interativo.....	36
Figura 9 - Questão do formulário sobre o painel interativo da ANA.....	36
Figura 10 - Mapa da região central de Ribeirão das Neves.....	37
Figura 11 - Córrego Colina, bairro Nova União, Ribeirão das Neves.....	38
Figura 12 - Córrego Colina, bairro Santa Martinha, Ribeirão das Neves.....	39
Figura 13 - Avenida Minas Gerais, bairro Sevilha A, Ribeirão das Neves.....	40
Figura 14 - Avenida Minas Gerais, bairro Sevilha B, Ribeirão das Neves.....	41
Figura 15 - Ribeirão das Neves que fica ao final da avenida Minas Gerais.....	41
Figura 16 - Ribeirão das Neves, bairro Sevilha A, Ribeirão das Neves.....	42
Figura 17 - Código QR de acesso ao Relatório de Qualidade da Água disponibilizado no site da COPASA.....	43

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 - Distribuição porcentual dos estudantes por níveis de escala de proficiência no Saeb, em língua portuguesa, no 3º ano do Ensino Médio regular - Brasil 2019 e 2021.....	11
Quadro 2 - Temas da disciplina “Saberes e Investigação Natureza” separados por bimestre para o Segundo Ano do Ensino Médio.....	14
Quadro 3 - Detalhamento das sugestões de subtemas para cada bimestre.....	14
Quadro 4 - Percentual de atendimento por indicador de saneamento básico no Brasil.....	20
Quadro 5 - Dados do Instituto Água e Saneamento.....	27
Quadro 6 - Aulas da sequência didática.....	30
Quadro 7 - Organização dos grupos para apresentação de trabalho.....	44
Quadro 8 - Sugestão de tópicos para Projeto Interdisciplinar.....	45
Quadro 9 - Observações durante a aplicação da sequência didática.....	49

LISTA DE SIGLAS E ABREVIATURAS

ANA Agência Nacional de Águas e Saneamento
SNIS Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento
IBGE Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
ONU Organização das Nações Unidas
CBH Rio das Velhas Comitê da Bacia Hidrográfica do Rio das Velhas
SaeB Sistema de Avaliação Básica
BNCC Base Nacional Comum Curricular
IAS Instituto Água e Saneamento
ODS Objetivos de Desenvolvimento Sustentável
RSU Resíduo Sólido Urbano
min minutos
CTS Ciência, Tecnologia e Sociedade.
DNERu Departamento Nacional de Endemias Rurais
SESP Serviço Especial de Saúde Pública

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO.....	10
1.1. A disciplina Saberes e Investigação da Natureza.....	13
2. OBJETIVOS.....	16
2.1. Objetivo geral.....	16
2.2. Objetivos específicos.....	16
3. REFERENCIAL TEÓRICO.....	17
3.1. Desenvolvimento de uma sequência didática.....	17
3.3. Saneamento básico no Brasil.....	19
3.4. Saneamento básico em Ribeirão das Neves.....	21
4. METODOLOGIA.....	28
4.1. Desenvolvimento da sequência didática.....	28
5. RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	29
5.1. Desenvolvimento da sequência didática.....	29
5.1.1. Contexto histórico, político e econômico do saneamento.....	32
5.1.2. O saneamento básico a partir da residência dos estudantes.....	37
5.1.3. O ensino de química a partir do saneamento básico.....	43
5.1.4. Proposta da sequência didática como projeto interdisciplinar.....	45
5.2.1. Aplicação da sequência didática em sala de aula.....	48
5.2.2. Resultados da pesquisa de experimentos para o tratamento da água	51
6. CONCLUSÕES.....	53
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	55
APÊNDICE A - PRODUTO EDUCACIONAL.....	58

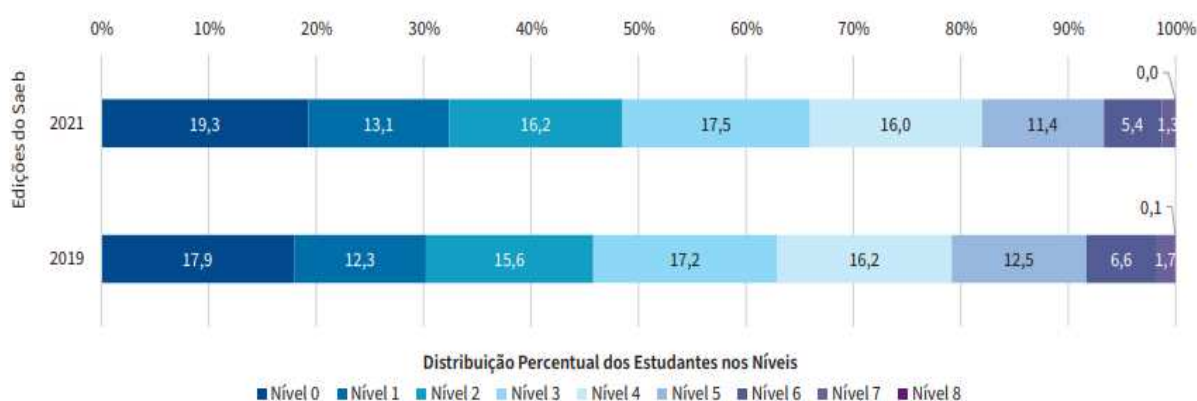
1. INTRODUÇÃO

O século XXI abriu as portas para inúmeras mudanças sociais e tecnológicas, assim, era de se esperar que o ensino escolar também sofresse alterações. Nas salas de aula, os professores têm disputado a atenção com vários outros estímulos que são aparentemente mais interessantes para o estudante, como as redes sociais, por exemplo.

Nesse sentido, ensinar química se torna ainda mais desafiador, pois, visto como um conteúdo de memorização de fórmulas e conceitos, o ensino de química, muitas vezes, é repudiado pelo estudante de Ensino Médio. Em contrapartida, para o entendimento de vários fenômenos da natureza e dos processos cotidianos em geral, é preciso um conhecimento mínimo da estrutura da matéria, que nos leva a compreensão das propriedades dos materiais e de como usá-los a nosso favor.

Esse conhecimento trouxe um grande conforto e possibilidades antes inimagináveis para a sociedade, como, por exemplo, o uso de baterias portáteis. Embora os estudantes tenham se aproximado mais da tecnologia, por meio da utilização dos smartphones, outras tecnologias também muito importantes, voltadas para o desenvolvimento da sociedade ainda são desconhecidas pela maioria dos estudantes, como por exemplo, as tecnologias para o tratamento da água e do esgoto. Além da defasagem tecnológica, há uma defasagem também na aprendizagem dos estudantes do Ensino Médio, que tem inúmeras razões, entre elas a pandemia vivenciada em 2020, como pode ser verificado pelos dados do Sistema de Avaliação Básica (Saeb), mostrados no Quadro 1.

Quadro 1 - Distribuição percentual dos estudantes por níveis de escala de proficiência no Saeb, em língua portuguesa, no 3º ano do Ensino Médio regular - Brasil 2019 e 2021



Fonte: Relatório de resultados do Saeb 2021, INEP. Disponível em: https://download.inep.gov.br/educacao_basica/saeb/2021/resultados. Acesso em: 08 ago. 2023.

Se o nível de proficiência dos estudantes em Língua Portuguesa não está adequado para o que se esperaria, fica ainda mais desafiador trazer conceitos químicos complexos. Essa mudança do nível de proficiência é explicada no Relatório do Saeb (2021, p. 190):

Verifica-se que, em 2021, a concentração de estudantes nos quatro primeiros níveis da escala (0, 1, 2 e 3) é de 66,1%, sendo que, em 2019, esses mesmos níveis concentravam 63% dos estudantes, revelando que houve um decréscimo no nível de proficiência em Língua Portuguesa no cenário educacional brasileiro, com um número maior de estudantes concentrados nos níveis mais baixos de proficiência. Esse dado revela que não há, por parte desses estudantes, o domínio das habilidades mais básicas a serem alcançadas ao final do Ensino Médio.

Na tentativa de diminuir essa defasagem foi criado o Novo Ensino Médio (NEM), que propõe um ensino escolar mais próximo da realidade do estudante. Para tal, apostou-se em disciplinas classificadas como itinerários formativos. A proposta dos itinerários formativos é um aprofundamento nas áreas do conhecimento que atualmente são divididas em quatro: “Ciências da Natureza e suas Tecnologias”, “Ciências Humanas e Sociais Aplicadas”, “Linguagens e suas Tecnologias” e “Matemática e suas Tecnologias”. Nesses aprofundamentos o objetivo é desenvolver a integração dos conhecimentos e a aplicabilidade dos conteúdos formais na vida

cotidiana dos estudantes. Para incluir os itinerários formativos no ensino médio, a carga horária foi ampliada, passando de 5 para 6 aulas diárias. Como consequência, a carga horária das disciplinas de formação geral básica foi reduzida. Em Minas Gerais, por exemplo, antes da implementação do Novo Ensino Médio, os estudantes das escolas públicas estaduais tinham duas aulas semanais de química em todas as séries. A partir de 2022, essa carga foi reduzida para uma aula na 1ª série, duas aulas na 2ª série e uma aula na 3ª série. Além disso, o número de disciplinas semanais aumentou de 11 para 21.

A implementação do Novo Ensino Médio foi realizada de forma gradual. Em 2022, apenas as turmas ingressantes na 1ª série aderiram ao novo currículo escolar, enquanto as turmas da 2ª e 3ª série mantiveram o currículo anterior. Em 2023, o novo currículo foi estendido para as turmas da 1ª e 2ª série, e, finalmente, em 2024, todas as séries passaram a seguir o currículo do Novo Ensino Médio.

Neste trabalho será apresentada uma proposta de sequência didática para o itinerário formativo “Saberes e Investigação da Natureza” para o Segundo Ano do Ensino Médio, ofertado para as escolas estaduais a partir do ano de 2023, que tem como tema de estudo energia, água e saneamento. Esse tema é relevante para toda a sociedade, e em especial, para o Município de Ribeirão das Neves, região metropolitana de Belo Horizonte, Minas Gerais. Em alguns bairros de Ribeirão das Neves é comum ainda se deparar com esgoto a céu aberto e muitas avenidas sanitárias sem a devida canalização. Nesse contexto, torna-se fundamental o conhecimento dos estudantes sobre os riscos à saúde que a falta de saneamento básico pode trazer. Além do fator social, a falta de saneamento impacta até mesmo na economia no município, uma vez que imóveis na região podem ser desvalorizados quando comparado a regiões que dispõem desse serviço público.

O saneamento básico inclui várias diretrizes, algumas delas são imediatamente perceptíveis ao cidadão, como, por exemplo, a coleta de lixo, o acesso à água potável e segura e o descarte de águas residuais. Nesse sentido, a avaliação social do saneamento é imediata. O que não é imediatamente perceptível, porém de igual importância, é o caminho que a água percorre do manancial onde é retirada, até seu descarte final depois de utilizada pela população. Assim, abre-se a porta para a necessidade do conhecimento científico que fundamenta essa proposta de pesquisa, visto que o tratamento de água e esgoto é uma fonte riquíssima para o

ensino de química e outras ciências. Nesta temática estão envolvidos conceitos de propriedades dos materiais, como solubilidade e densidade, ciclos biogeoquímicos da água e do nitrogênio, eletroquímica, além de estudos físicos e biológicos como o entendimento de interação entre cargas elétricas e ação de microorganismos. Não faltam opções para adequar o ensino de química a essa temática.

Neste trabalho, além do fator científico e tecnológico envolvido nas etapas de tratamento de água e esgoto, busca-se compreender o impacto do saneamento básico no dia a dia dos estudantes, uma vez que a ideia é estudar o impacto do saneamento básico no município de Ribeirão das Neves, onde residem a maioria dos estudantes.

1.1. A disciplina Saberes e Investigação da Natureza

Para tratar qualquer tema de estudo em sala de aula é preciso antes, consultar o Currículo Referência de Minas Gerais. Cada etapa escolar é direcionada por esse currículo que apresenta o plano de curso dividido em 4 bimestres. Para os conteúdos de formação geral básica, como português, inglês, matemática, química, física, biologia, história, geografia, filosofia, sociologia, artes e educação física, é fácil encontrar materiais de consulta e apoio, tais como livros, exercícios, artigos e sequências didáticas, já que esses conteúdos são estudados separadamente há muito tempo. O Novo Ensino Médio, ao introduzir os itinerários formativos, trouxe o desafio de implementar a interdisciplinaridade. Embora a interdisciplinaridade seja extremamente importante, sua aplicação é complicada em um sistema educacional com salas superlotadas, poucos recursos materiais e professores sobrecarregados física e mentalmente. Essa sobrecarga afeta a capacidade dos docentes de se atualizar por meio de cursos de formação continuada e de executar atividades interdisciplinares eficazes em sala de aula.

Para os conteúdos de itinerários formativos também existe um plano de curso com sugestões de subtemas a serem ministrados nas aulas, porém, não encontrei na internet, sequências didáticas gratuitas e de qualidade, sendo necessário, portanto, cada professor criar a sua própria sequência didática, o que vai exigir muita leitura e pesquisa e novas aprendizagens para o professor, que vai precisar buscar

conhecimento fora da sua área de formação. Eu, como professora de química, para desenvolver a sequência didática de Saberes e Investigação da Natureza, precisei estudar biologia, história, geografia, legislação e etc. A questão é que a realidade do professor da escola pública não permite tempo suficiente para essa finalidade. Daí a importância das sequências didáticas para esses novos conteúdos serem publicadas e acessíveis a estes professores.

Especificamente para o conteúdo de Saberes e Investigação da Natureza, o plano de curso com os temas e subtemas sugeridos são mostrados nos Quadros 2 e 3:

Quadro 2 - Temas da disciplina “Saberes e Investigação Natureza” separados por bimestre para o Segundo Ano do Ensino Médio

APROFUNDAMENTO NAS 4 ÁREAS			
EDUCAÇÃO PARA O DESENVOLVIMENTO DOS OBJETIVOS SUSTENTÁVEIS			
Saberes e Investigação da Natureza			
1º Bimestre	2º Bimestre	3º Bimestre	4º Bimestre
Múltiplos Olhares sobre água, saneamento e energia	Uma imersão sobre a água potável e saneamento no meu município	Inovação em prol de energia acessível e limpa	Projeto Empreendedor de Impacto Local

Fonte: Currículo referência de Minas Gerais, 2023. Disponível em: <https://drive.google.com/drive/folders/1Kr2Q37IkkFkPBDeldvGXPNCv93lutbSB>. Acesso em: 08 fev. 2023.

Quadro 3 - Detalhamento das sugestões de subtemas para cada bimestre

1º Bimestre - Saberes e Investigação da Natureza Múltiplos olhares sobre os ODS - Água Saneamento e Energia
<p>Sugestão de subtemas:</p> <ul style="list-style-type: none"> ➤ Agenda 2030 e os 17 Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS) ➤ O ciclo da água e sua distribuição em nível global e local ➤ Acesso equitativo à água potável segura a um preço acessível ➤ Matriz energética global, regional e local ➤ Impactos e problemas ambientais relacionados à produção, fornecimento e uso de energia

<p>2º Bimestre - Saberes e Investigação da Natureza Uma imersão sobre a água potável e saneamento no meu município</p>
<p>Sugestão de subtemas:</p> <ul style="list-style-type: none"> ➤ ODS 6 - Água Potável e Saneamento ➤ Política e planos nacionais, regionais e locais sobre água e saneamento ➤ Qualidade da água, poluição e despejo e lançamentos de produtos químicos e materiais perigosos ➤ Agentes poluidores da água e descarte inadequado de resíduos sólidos ➤ Parâmetros de qualidade da água, poluição da água, solo e ar ➤ Toxicidade e reatividade de substâncias químicas e poluição na água ➤ Tratamento de água e esgoto, impacto ambiental, político e social ➤ Saneamento adequado e equitativo ➤ A água como um bem global comum e o direito humano a ela ➤ Escassez de água e eficiência no uso da água
<p>3º Bimestre - Saberes e Investigação da Natureza Inovação em prol de energia acessível e limpa</p>
<p>Sugestão de subtemas:</p> <ul style="list-style-type: none"> ➤ ODS 7 - Energia Limpa e Sustentável ➤ Participação das energias limpas e renováveis na matriz energética ➤ Produção, oferta, demanda e uso de energia de diferentes países e demanda energética local ➤ Impactos e problemas ambientais relacionados à produção, fornecimento e uso de energia (por exemplo, mudanças climáticas) ➤ O papel dos setores público e privado na garantia do desenvolvimento de soluções de baixo carbono ➤ Infraestruturas e tecnologias para serviços de desenvolvimento sustentável
<p>4º Bimestre - Saberes e Investigação da Natureza PROJETO EMPREENDEDOR DE IMPACTO LOCAL</p>
<p>Neste bimestre, não haverá subtemas. O trabalho pedagógico será direcionado pelas etapas do Projeto, conforme é explicado no anexo deste documento, e pelas habilidades a seguir.</p>

Fonte: Currículo referência de Minas Gerais, 2023. Disponível em: <https://drive.google.com/drive/folders>. Acesso em: 08 fev. 2023.

A sequência didática proposta neste trabalho irá contemplar o 2º bimestre. No 2º bimestre os subtemas escolhidos foram: ODS 6 - Água potável e saneamento, qualidade da água, poluição e despejo e lançamentos de produtos químicos e materiais perigosos, parâmetros de qualidade da água, poluição da água, solo e ar, tratamento de água e esgoto, impacto ambiental, político e social, saneamento adequado e equitativo. Lembrando que, por se tratar de uma sugestão, o professor pode direcionar o estudo, dentro das sugestões, de acordo com o seu próprio entendimento, segundo o seu contexto escolar.

2. OBJETIVOS

2.1. Objetivo geral

Desenvolver uma sequência didática para o itinerário formativo “Saberes e Investigação da Natureza” com um olhar sobre água potável e saneamento básico no município de Ribeirão das Neves, que possa ser adaptada para outros municípios.

2.2. Objetivos específicos

- Fazer um levantamento da situação atual do saneamento básico no município de Ribeirão das Neves.
- Instruir os estudantes sobre a importância do saneamento básico no âmbito social e de saúde pública.
- Fomentar o senso crítico dos estudantes sobre seus direitos ao acesso à água potável e saneamento básico.
- Discutir e incentivar o uso consciente da água.
- Aplicar o conhecimento científico de química no estudo das etapas de tratamento de água e esgoto.
- Promoção de educação sanitária.

3. REFERENCIAL TEÓRICO

3.1. Desenvolvimento de uma sequência didática

A construção de uma sequência didática requer muito empenho e dedicação, visto que o ambiente escolar é muito dinâmico e imprevisível. Ao desenvolver uma sequência didática é preciso ter em mente o objetivo que se deseja alcançar e pensar nas melhores estratégias para fazê-lo acontecer.

Nesse sentido, entende-se que sequências didáticas, esclarecidas por Zabala (2014, pág. 24), são um conjunto de atividades ordenadas, estruturadas e articuladas para a realização de certos objetivos educacionais, que têm um princípio e um fim conhecidos tanto pelos professores como pelos alunos.

Embora seja trabalhoso, desenvolver uma sequência didática também pode facilitar o trabalho do professor da educação básica, uma vez que, depois de pronta, ela pode ser utilizada repetidas vezes. Além disso, durante cada nova utilização da sequência didática podem ser feitas atualizações, adaptações e melhorias, pois no dia a dia escolar sempre surgem questões novas a serem repensadas.

Ao longo da minha experiência em sala de aula, tenho percebido que o desenvolvimento de uma sequência didática precisa ser minuciosamente detalhado, ou seja, é importante atentar-se desde o conteúdo que será ministrado como também a organização espacial dos alunos na sala (se enfileirados, se em círculos, em grupos, a depender do objetivo que se espera alcançar).

A Base Nacional Comum Curricular (BNCC) é pautada no desenvolvimento de competências e habilidades, sendo assim, ao elaborar uma sequência didática é preciso selecionar atividades que vão de encontro às habilidades que se buscam desenvolver com o estudante. Nesse sentido, há um amparo baseado nas orientações na BNCC (2018, p.552)

Para que os estudantes aprofundem e ampliem suas reflexões a respeito dos contextos de produção e aplicação do conhecimento científico e tecnológico, as competências específicas e habilidades propostas para o Ensino Médio exploram situações-problema envolvendo melhoria da

qualidade de vida, segurança, sustentabilidade, diversidade étnica e cultural, entre outras. (BNCC, pág. 552, 2018).

Para diferentes habilidades é preciso diferentes atividades, tais como textos, experimentos, atividades lúdicas, investigação, atividades em grupo, atividades de leitura, de interpretação etc. Porém, não se pode perder o foco do objetivo que se deseja alcançar com a sequência didática proposta.

Embora o estudante de Ensino Médio tenha certa autonomia no processo de ensino e aprendizagem, a orientação do professor ainda é indispensável e este deve pensar em uma forma de relacionar o contexto social do estudante com o saber científico. Nesse sentido a abordagem em uma metodologia dialógica, pode ser muito eficiente, uma vez que leva em consideração a experiência de vida do estudante, cabendo ao professor refinar esse conhecimento e ajudar o estudante a relacioná-lo com o saber científico.

A interação com os estudantes ajuda a promover um ambiente propício para uma aprendizagem significativa. Segundo Mortimer (2018, pág. 19) uma abordagem é interativa e dialógica quando os envolvidos conseguem debater sobre o tema e todos os pontos de vista são considerados, sendo cientificamente corretos ou não. Nesse momento existe a oportunidade do professor ajudar o estudante a refletir e rever suas concepções alternativas e o estudante trazer à luz questões que o professor talvez não tenha se atentado no desenvolvimento de sua sequência didática.

Considerando que o tema deste trabalho é saneamento básico, uma aula dialógica faz todo sentido, uma vez que os estudantes vivenciam os impactos da falta de saneamento básico diariamente, e tem, portanto, muito a relatar sobre essa temática.

Desde a pré-escola, já se observa a existência de movimentos voltados à conscientização ambiental. Em escolas de educação infantil, destaca-se o Dia da Árvore e as celebrações das estações do ano. No ensino fundamental, ainda são promovidas intervenções sobre a preservação do meio ambiente e o descarte correto do lixo, entre outros temas. Contudo, nessa etapa escolar, discute-se pouco

sobre o papel do Estado na garantia do bem-estar social. O foco recai sobre a formação do indivíduo que se tornará cidadão no futuro.

No ensino médio, entretanto, é possível fomentar uma visão mais ampla sobre a sociedade e seus componentes. Nesse contexto, a abordagem CTS (Ciência, Tecnologia e Sociedade) contribui para uma compreensão mais plural dos aspectos que envolvem o saneamento básico. A partir desse enfoque, os alunos entendem desde a ciência e a tecnologia nos processos que garantem o serviço até as questões socioeconômicas e políticas que o regem, promovendo uma aprendizagem interdisciplinar. Pinheiro, Silveira e Bazzo (2007, p. 4) reforçam essa ideia, afirmando:

“Esse movimento tem se manifestado desde 1970, tendo sido base para construir currículos em vários países, em especial os de ciências, dando prioridade a uma alfabetização em ciência e tecnologia interligada ao contexto social.”

Na mesma publicação (PINHEIRO; SILVEIRA; BAZZO, 2007), os autores elucidam as características de uma formação educacional com enfoque CTS, destacando como objetivos principais deste trabalho: superar a segmentação do conhecimento e contextualizar o aprendizado em consonância com as demandas e necessidades da sociedade.

Percebe-se então, que a elaboração de uma sequência vai muito além de uma simples estruturação de atividades, mas precisa ser pensada como uma ferramenta de transformação social.

3.3. Saneamento básico no Brasil

A atualização do marco legal do saneamento básico, pela lei nº 14.026 de 15 de julho de 2020 atribuiu à Agência Nacional de Águas e Saneamento Básico (ANA) competência para editar normas de referência sobre o serviço de saneamento. Segundo a ANA (2020), saneamento básico é o conjunto de serviços públicos, infraestruturas e instalações operacionais de abastecimento de água potável, esgotamento sanitário, limpeza urbana e manejo de resíduos sólidos, drenagem e manejo de águas pluviais urbanas.

O saneamento básico está entre os 17 objetivos de desenvolvimento sustentável da Agenda 2030, proposto pela Organização das Nações Unidas. A Agenda 2030 é um plano de ação que tem como meta erradicar a pobreza e propiciar uma melhor qualidade de vida para todas as pessoas. As metas da agenda 2030 são acompanhadas pelos indicadores que permitem avaliar o progresso da proposta. A meta para o Brasil é a universalização ao acesso de serviços de abastecimento de água potável e coleta e tratamento de esgoto até o ano de 2033 (Lei nº 14.026/2020).

De acordo com dados divulgados pela Agência Nacional de Águas (ANA, 2021), o Brasil ainda enfrenta um grande desafio para alcançar as metas estabelecidas pelo marco legal do saneamento básico e pela Agenda 2030. Há um longo caminho a percorrer para universalizar o acesso aos serviços de abastecimento de água potável e coleta e tratamento de esgoto em todo o país até 2033, como previsto pela nova legislação.

Esses dados podem ser verificados no Quadro 4 mostrado abaixo:

Quadro 4 - Percentual de atendimento por indicador de saneamento básico no Brasil

Indicador	Percentual de atendimento
Índices de atendimento com rede	<ul style="list-style-type: none"> • 93,4% da população urbana é atendida com rede de abastecimento de água. • 63,2% da população urbana é atendida com rede de coleta de esgotos sanitários
Índice de tratamento de esgoto	<ul style="list-style-type: none"> • 50,8% do esgoto gerado no país é tratado
Cobertura de coleta de resíduos sólidos	<ul style="list-style-type: none"> • 98,7% da população urbana tem coleta domiciliar dos resíduos sólidos • 36,3% dos municípios brasileiros possuem coleta seletiva
Sistemas de drenagem urbana	<ul style="list-style-type: none"> • 45,3% dos municípios possuem sistema exclusivo para drenagem das águas pluviais urbanas • 4,6% dos municípios possuem algum tipo de tratamento para águas pluviais
Índice de perdas de água	<ul style="list-style-type: none"> • 40,1% da água potável disponibilizada é não contabilizada ou perdida na distribuição

Disposição final de Resíduos Sólidos Urbanos (RSU)	<ul style="list-style-type: none"> • 14,6% de RSU coletados são dispostos em lixões • O Brasil ainda possui 1.545 lixões ativos
--	---

Fonte: SNIS, 2020 (Adaptado). Disponível em: <https://www.ana.gov.br/saneamento> . Acesso em: 05 jul. 2023.

Ainda segundo a ANA, a região norte do Brasil é a mais precarizada, com apenas 13% da população com acesso ao serviço de esgotamento sanitário.

A questão do saneamento básico é crucial para a saúde pública em todas as suas dimensões. A disponibilidade de água potável e segura é fundamental para prevenir a disseminação de diversas doenças, incluindo cólera, diarreia e infecções causadas por metais pesados e patógenos. Além disso, o tratamento adequado de esgoto evita a contaminação de rios e oceanos. O manejo e disposição corretos de resíduos sólidos também são importantes para prevenir a contaminação do lençol freático e a infestação de animais sinantrópicos, como ratos, baratas, moscas e mosquitos, que podem transmitir várias doenças, incluindo a leptospirose (VENTURA; LOPES, 2017).

3.4. Saneamento básico em Ribeirão das Neves

Ribeirão das Neves é um município pertencente à região metropolitana de Belo Horizonte (Figura 1). Dados do Instituto Brasil de Geografia e Estatística (IBGE) apontam, até 2022, uma população residente de aproximadamente 330 mil pessoas, com área territorial de aproximadamente 155 mil km² (IBGE, censo demográfico, 2022)

Figura 1 - Mapa localizando Ribeirão das Neves

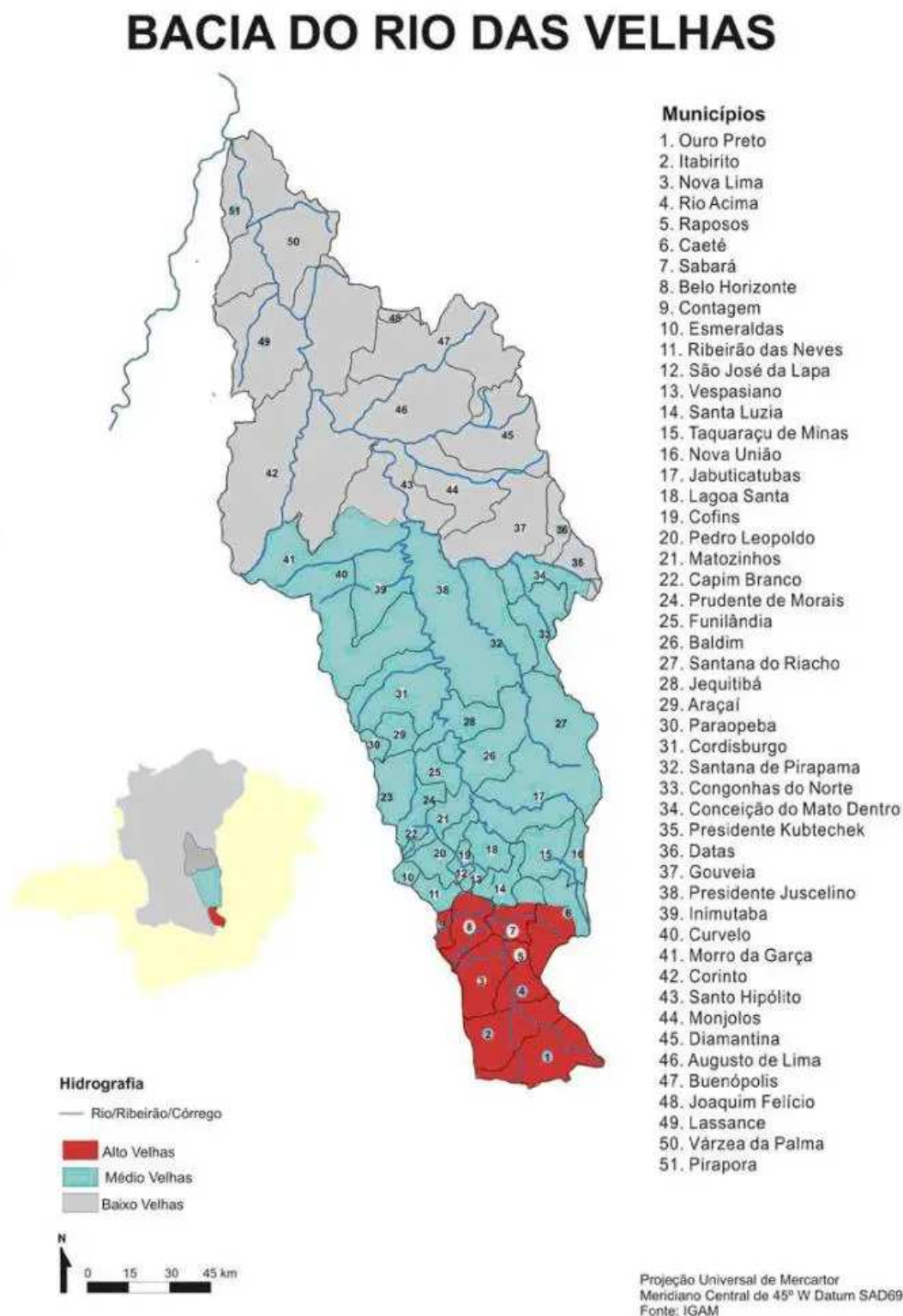


Fonte: Google maps (Adaptado). Disponível em: <https://www.google.com.br/maps> . Acesso em: 08 ago. 2023.

Ribeirão das Neves encontra-se inserida na bacia hidrográfica do Rio São Francisco, sub-bacia do Rio das Velhas e na micro-bacia do Ribeirão da Mata, em que ocupa 16,6% de seu território.

Na Figura 2 obtida na página do Comitê da Bacia Hidrográfica do Rio das Velhas (CBH Rio das Velhas), pode-se verificar que Ribeirão das Neves (número 11) se encontra no que se chama de Médio Velhas.

Figura 2 - Localização da bacia hidrográfica do município de Ribeirão das Neves



Fonte: CBH Rio das Velhas. Disponível em: <https://manuelzao.ufmg.br/mapa>. Acesso em: 06 mar. 2023.

O histórico do abastecimento de água na região sofreu influência do seu processo ocupacional que está descrito no Plano Municipal de Saneamento de Ribeirão das Neves. A ocupação mais densa em Ribeirão das Neves teve início na década de 1940, especialmente na região ao redor da Penitenciária Agrícola de Neves, e o abastecimento de água nessa época era feito de forma individual, por meio de poços e do próprio ribeirão. Somente no final dos anos 1950 foi estabelecido o primeiro sistema público de abastecimento, idealizado pelo Departamento Nacional de Endemias Rurais (DNERu) e pela Fundação de Serviço Especial de Saúde Pública (Fundação SESP).

Esse sistema possuía uma pequena represa para regularização de vazão e captava água a três quilômetros do centro urbano, sendo então tratada em uma estação com filtro lento de areia e cloração. No entanto, segundo Luiz Guadanini, ex-funcionário da prefeitura, algumas áreas continuaram sem rede de distribuição devido à baixa pressão na rede, e interrupções no fornecimento eram frequentes sempre que o filtro precisava de limpeza.

Esse modelo de tratamento simplificado mostrava-se ineficiente em mananciais com baixa proteção, pois exigia limpezas constantes, o que aumentava o consumo de água e gerava frequentes paradas no abastecimento. Com a extinção da Fundação SESP na década de 1970, que era o principal suporte técnico para prefeituras no saneamento básico, o governo federal criou o Plano Nacional de Saneamento (PLANASA), mudando o modelo de suporte no setor de abastecimento de água. O PLANASA propôs a criação de Companhias Estaduais de Saneamento, transferindo a responsabilidade do setor para os estados. Sem o apoio da Fundação SESP para operar o sistema de abastecimento da sede e dependendo do sistema de distribuição de Belo Horizonte na região de Justinópolis, a Prefeitura de Ribeirão das Neves iniciou o processo de concessão do serviço de abastecimento para a Companhia Estadual.

Em Minas Gerais, foi criada a Companhia de Saneamento de Minas Gerais (Copasa) para assumir esse serviço. Com os mananciais do município comprometidos pela ocupação, a Copasa adotou medidas paliativas, utilizando água de poços profundos para garantir a continuidade do sistema de abastecimento. Essa solução também permitiu atender as residências localizadas em áreas mais elevadas, onde o sistema anterior não conseguia fornecer água com pressão

adequada. O tratamento dessa água era realizado com cloração direta na rede, sem o uso de reservatórios ou tanques de contato. Apesar dessa expansão do sistema, ainda havia domicílios que utilizavam água de cisternas, uma prática inadequada em áreas urbanas devido à proximidade das fossas, o que aumentava o risco de contaminação (RIBEIRÃO DAS NEVES, 2016).

Com relação ao tratamento do esgoto gerado na região, o processo foi ainda mais lento do que o fornecimento de água tratada. A instalação da Penitenciária Agrícola de Neves em 1939 levou ao surgimento dos primeiros adensamentos populacionais em seu entorno, resultando em uma expansão urbana desordenada, com muitos casos de ocupação nas margens de cursos d'água. Naquela época, não havia registros de serviços de esgotamento sanitário realizados pela prefeitura, e os esgotos eram direcionados para "fossas negras", despejados a céu aberto ou lançados diretamente nos rios, agravando a insalubridade dos moradores que viviam nas proximidades.

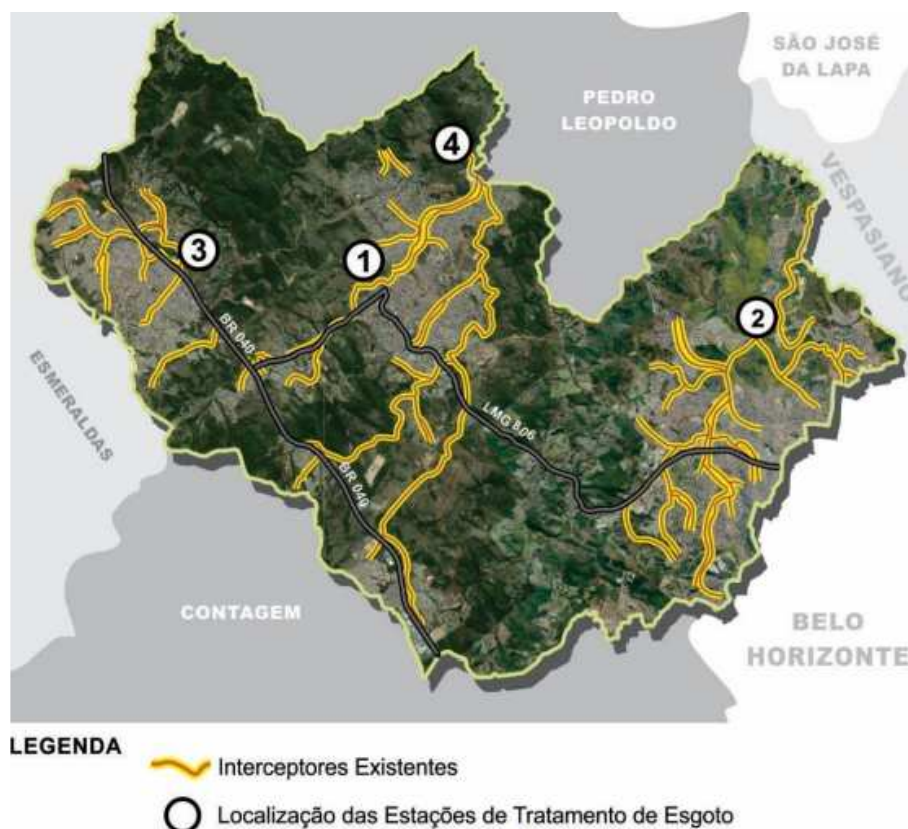
Em 1983, o serviço de esgotamento sanitário foi concedido à Copasa, através do primeiro termo aditivo ao contrato de concessão existente. No final da década de 1980, a primeira Estação de Tratamento de Esgoto (ETE) foi construída como parte do Sistema de Esgotamento Sanitário, interligada apenas ao sistema de coleta da sede municipal. Essa estação operava com baixo custo de manutenção e recursos humanos, realizando um tratamento preliminar seguido por uma lagoa facultativa (RIBEIRÃO DAS NEVES, 2016).

O uso predominante dos cursos d'água do município de Ribeirão das Neves é o recebimento de esgotos sanitários. É importante informar que 70% dos cursos d'água que passam pelo município estão contaminados pelo recebimento de esgoto doméstico, comprometendo desta forma, a qualidade de vida da população (CBH RIO DAS VELHAS, 2016).

Atualmente, Ribeirão das Neves conta com 4 ETEs. A última foi inaugurada em outubro de 2022, no bairro Santinho, atendendo a mais de 60 mil moradores da região. A construção de ETEs é um passo importante para a preservação dos cursos d'água, o tratamento dos esgotos na ETE Santinho contribuirá para a melhora da qualidade das águas do Ribeirão da Mata e, conseqüentemente, do Rio das Velhas (CBH, 2022). A seguir (Figura 3), podem ser verificadas as localizações das ETEs

SEDE, AREAIS, VENEZA e SANTINHO, identificadas pelos números 1, 2 ,3 e 4 respectivamente.

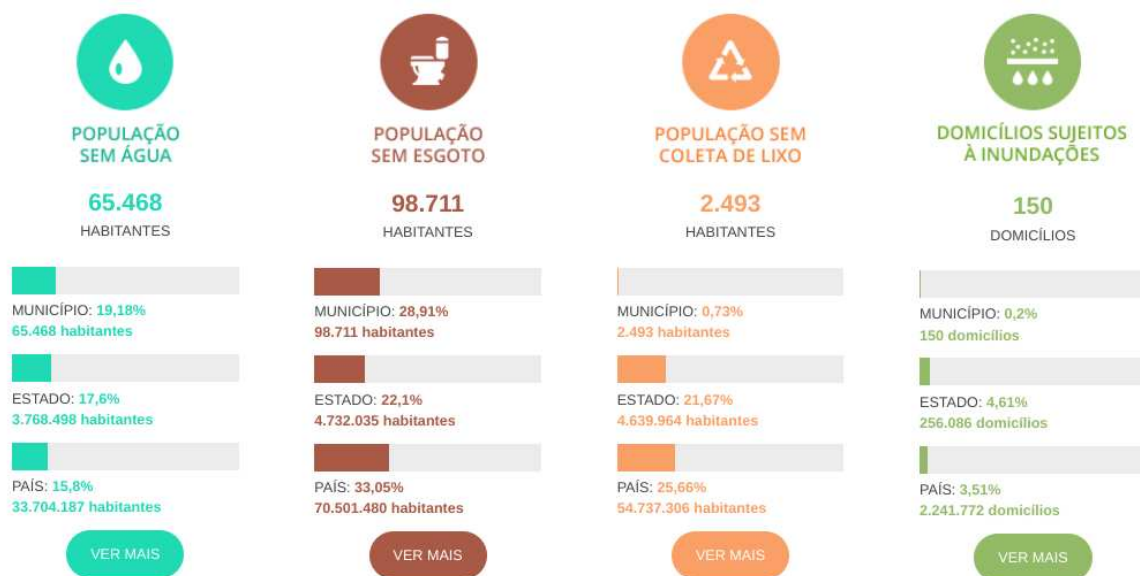
Figura 3 - Localização das Estações de Tratamento de Esgoto existentes



Fonte: Ribeirão das Neves, 2016. (adaptado)

Informações relevantes e detalhadas sobre a situação do saneamento básico podem ser consultadas no site do Instituto Água e Saneamento (IAS). Apesar de ser uma organização civil, o IAS cruza dados de diferentes órgãos governamentais, como a ANA e o IBGE, fornecendo um panorama geral bastante didático. A seguir, alguns indicadores referentes a Ribeirão das Neves. Pode-se verificar que a população de Ribeirão das Neves que não possui coleta de esgoto ainda é bastante alta, o equivalente a quase um terço da população (Quadro 5).

Quadro 5 - Dados do Instituto Água e Saneamento.



Fonte: SNIS 2021

Fonte: Site do IAS. Disponível em: <https://aguaesaneamento.shinyapps.io> . Acesso em: 03 mar. 2023.

4. METODOLOGIA

Trata-se de uma pesquisa qualitativa, envolvendo a participação ativa tanto do professor responsável quanto dos estudantes. Os resultados serão fornecidos com base nas observações realizadas em sala de aula durante a aplicação da sequência didática.

4.1. Desenvolvimento da sequência didática

Foram elaboradas dezoito aulas sobre o conteúdo de saneamento básico e previstas mais duas aulas para avaliações formais das disciplinas de formação geral básica, totalizando as 20 aulas que compõem um bimestre. As aulas foram organizadas pensando na diversidade de atividades e de habilidades a serem desenvolvidas pelos estudantes. Os instrumentos de avaliação nas disciplinas dos itinerários formativos não seguem uma estrutura formal, como provas objetivas. A pontuação atribuída aos estudantes varia entre 60 e 100 pontos, e a disciplina, por sua vez, não reprova o estudante. Essa abordagem visa valorizar o processo de aprendizado e incentivar a participação ativa dos alunos, reforçando o propósito de formação integral e desenvolvimento de competências e habilidades, ao invés de focar exclusivamente em resultados quantitativos. Nesse sentido, foram oportunizadas aos estudantes atividades de leitura e interpretação, discussões em grupo, atividades investigativas, atividades experimentais e análise de dados.

A sequência didática foi planejada com a seguinte organização:

1. Contexto histórico, político e econômico do saneamento
2. O ensino de química a partir do saneamento básico.
3. O saneamento básico a partir das residências dos estudantes

A sequência didática foi implementada nas aulas da disciplina “Saberes e Investigação da Natureza” em duas turmas do Segundo Ano do Ensino Médio em Ribeirão das Neves, MG. Esta proposta didática tem como objetivo melhorar o desempenho e engajamento dos estudantes, além de alinhar as atividades com os objetivos educacionais estabelecidos.

A análise dos resultados será realizada através das observações anotadas pelo professor após as aulas, referidas na literatura como notas de campo. Estas servem como um instrumento crucial para delimitar e manter o foco da pesquisa, evitando desvios da proposta inicial.

5. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Inicialmente serão discutidos os aspectos principais da sequência didática proposta. Em seguida, será discutida a possibilidade de adaptar a sequência didática proposta neste trabalho para ser utilizada em um Projeto Interdisciplinar. Por fim, serão discutidos os resultados obtidos através das observações do nível de engajamento dos estudantes durante a prática pedagógica, incluindo a análise de suas reações, participação nas atividades propostas, apropriação de conceitos científicos e interação entre eles e o conteúdo abordado, o que é particularmente importante em aulas dialógicas.

5.1. Desenvolvimento da sequência didática

O Quadro 6, mostrado a seguir, oferece uma visão resumida das aulas propostas ao longo do período, destacando de forma concisa os principais temas e tópicos abordados em cada encontro. Essa apresentação permite uma rápida compreensão da sequência didática e dos conteúdos trabalhados, facilitando a visualização do progresso ao longo do tempo. Para complementar essas informações, logo abaixo será apresentado um detalhamento mais aprofundado de algumas atividades realizadas em cada aula. Nesse detalhamento, serão descritos os conteúdos específicos explorados e as metodologias adotadas.

Quadro 6 - Aulas da sequência didática.

Aula	Tema da aula	Organização e recursos	Tópicos discutidos	Atividade proposta
Aula 1	Introdução ao saneamento básico	Aula dialógica Roda de conversa Garrafa com água sem rótulo.	Definição de saneamento básico e seus impactos.	Extraclasse Realizar registro fotográfico de lugares ou situações que evidenciam a presença ou a ausência do saneamento básico.
Aula 2	Histórico do saneamento	Reportagem impressa	Evolução do saneamento básico até os dias atuais	Dividir a classe em 5 grupos e entregar 1 capítulo da reportagem para cada grupo. Orientar a leitura e a seleção da data de acontecimentos marcantes do texto.
Aula 3	Histórico do saneamento	Reportagem impressa	Evolução do saneamento	Promover um seminário para a apresentação oral de cada capítulo. Elaborar no quadro branco, uma linha do tempo como registro da atividade.
Aula 4	Legislação	Computador ou smartphone com acesso a internet.	ODS 6	Exploração do site da Agência Nacional das Águas. Formulário do painel interativo da ANA.
Aula 5	Qualidade da água	Relatório de qualidade da água da Companhia de Saneamento de Minas Gerais COPASA - impresso	Portaria 2.914 de dezembro de 2011	Leitura e análise do relatório de qualidade da água. Divisão dos grupos de pesquisa das etapas de tratamento de água.
Aula 6	Tratamento de água	Computador ou smartphone com acesso a internet.	Etapas do tratamento	Destinar a aula para a pesquisa dos experimentos que serão apresentados posteriormente por cada grupo.
Aula 7	Tratamento de água	Laboratório ou pátio da escola. Materiais e reagentes.	Etapas do tratamento	Ensaio de reprodutibilidade dos experimentos escolhidos.
Aula 8	Tratamento de água	Laboratório ou pátio da escola. Materiais e reagentes. Projeto e notebook.	Etapas do tratamento	Apresentação dos grupos 1 e 2.
Aula 9	Tratamento de água	Laboratório ou pátio da escola. Materiais e reagentes. Projeto e notebook.	Etapas do tratamento	Apresentação dos grupos 3 e 4.

Aula	Tema da aula	Organização e recursos	Tópicos discutidos	Atividade proposta
Aula 10	Tratamento de água	Laboratório ou pátio da escola. Materiais e reagentes. Projektor e notebook. Folha de ofício (extraclasse)	Etapas do tratamento	Apresentação do grupo 5. Extraclasse: desenho da planta hidráulica residencial.
Aula 11	Educação sanitária	Desenho da planta hidráulica	Saneamento básico a partir das residências.	Aula dialógica sobre o destino de efluentes e resíduos sólidos.
Aula 12	Tratamento de esgoto	Projektor e notebook, caixa de som.	Etapas do tratamento de esgoto.	Vídeo do canal Manual do Mundo: Como é um supertunel de esgoto por dentro? (9min19s)
Aula 13	Indicadores municipais de saneamento	Computador ou smartphone com acesso a internet. Roteiro de pesquisa.	Diagnóstico do saneamento em Ribeirão das Neves	Pesquisa dos indicadores de saneamento do município.
Aula 14	Educação sanitária	Roteiro de pesquisa preenchido.	Saneamento básico como uma questão de saúde pública	Roda de conversa Aula dialógica Debater os impactos na saúde da falta de saneamento.
Aula 15	Filme	Projektor multimídia, notebook, caixa de som.		Filme: Saneamento básico (35 min)
Aula 16	Filme	Projektor multimídia, notebook, caixa de som.		Filme: Saneamento básico (35 min)
Aula 17	Filme	Projektor multimídia, notebook, caixa de som.		Filme saneamento básico (40 min)
Aula 18	Aula dialógica	Não se aplica	Similaridade das abordagens do filme com a vida real	Discussão em grupo sobre as impressões do filme.

Fonte: A autora.

Estava prevista uma visita técnica à Estação de Tratamento de Esgoto do bairro Santinho, que fica próxima à escola, para ser inserida na sequência didática; no entanto, devido a motivos administrativos, a visita não pôde ser realizada."

5.1.1. Contexto histórico, político e econômico do saneamento

Para abordar o contexto histórico do saneamento, foi utilizada uma reportagem do jornal online "Folha de São Paulo", publicada em 11 de fevereiro de 2023, que pode ser consultada no Apêndice A. A escolha desta reportagem se justifica por sua abrangente cobertura do desenvolvimento do saneamento básico desde o século XVIII até os dias atuais, com destaque especial para Belo Horizonte. A reportagem expõe como a cidade, apesar de ser planejada, negligenciou o saneamento, o que tem impacto direto sobre os moradores de Ribeirão das Neves. Este município, considerado um "dormitório", tem grande parte de sua população deslocando-se diariamente para Belo Horizonte para trabalhar. Assim, sempre que chove mais do que o esperado, os moradores de Ribeirão das Neves enfrentam dificuldades para retornar para casa ao fim do dia.

Com o enfoque CTS, a reportagem ilustra como os interesses políticos moldaram historicamente a disponibilização do saneamento básico no Brasil, refletindo desigualdades entre as classes sociais. Desde a época colonial, com os rudimentares 'tigres' para descarte de águas servidas, até as políticas de saneamento implementadas nos governos de Vargas, no período militar e na administração atual. Fica claro como decisões políticas e econômicas influenciaram o acesso à infraestrutura de saneamento de forma desigual, perpetuando condições desfavoráveis para as classes menos privilegiadas.

Além disso, a reportagem é organizada em capítulos curtos, o que é particularmente útil, dado que o tempo efetivo de aula é de aproximadamente 40 minutos. Esta estrutura facilita a utilização do material dentro do tempo disponível, garantindo que os principais pontos sejam abordados de maneira eficiente.

Os estudantes foram organizados em cinco grupos e cada grupo ficou encarregado da leitura de um capítulo. Na aula seguinte, após a leitura e discussão em grupo, os estudantes apresentaram o conteúdo de cada capítulo na forma de seminários. Além da apresentação, os estudantes foram orientados a registrar no quadro branco as datas e eventos mais importantes de cada capítulo, gerando uma linha do tempo que, ao final, teve a contribuição dos cinco grupos.

A definição atual de saneamento básico foi trazida aos estudantes em uma aula dialógica de introdução ao conteúdo da disciplina e posteriormente reforçada

usando como meio a exploração do site da Agência Nacional das Águas (ANA). Abaixo se encontra o código QR que dá acesso ao site da ANA (Figura 4).

Figura 4 - Código QR de acesso ao site da Agência Nacional das Águas e Saneamento Básico.

AGÊNCIA NACIONAL DAS ÁGUAS E
SANEAMENTO BÁSICO



Fonte: A autora.

Link de acesso: <https://www.gov.br/ana/pt-br>

Em um segundo momento, foi realizada uma análise de dados por meio do painel interativo da Ana. O painel interativo da ANA se mostrou uma ferramenta muito interessante uma vez que podemos comparar diferentes regiões no que diz respeito ao saneamento e levantar questões que justifiquem os dados. Por exemplo, quando se compara Acre e Minas Gerais, os dados mostram que em 2006, enquanto Minas Gerais tinha mais de 90% da proporção da população que utiliza serviços de água potável geridos de forma segura, o estado do Acre tinha pouco mais de 50%. O questionamento desse dado pode ser um ponto de partida para a visão do saneamento básico também pelo viés político e socioeconômico, trazendo a interdisciplinaridade e outras áreas do conhecimento, uma vez que saneamento básico é uma questão de cidadania. Abaixo se encontra o código QR que dá acesso ao painel interativo da ANA (Figura 5).

Figura 5 - Código QR para acesso ao painel interativo da Agência Nacional das Águas



Fonte: A autora.

Link de acesso: <https://app.powerbi.com/view>

O painel interativo traz um panorama de todos os indicadores de saneamento correspondentes à ODS 6. Na tela inicial, já é configurado para aparecer o indicador da meta 6.4 (Aumentar substancialmente a eficiência no uso da água em todos os setores), mas todos os outros podem ser acessados ao clicar no ícone da casinha, mostrado no canto inferior da Figura 6, que ilustra a tela do painel interativo da ANA.

Figura 6 - Tela do painel interativo da ANA.



Fonte: Agência Nacional de Água e Saneamento. Disponível em: <https://app.powerbi.com/view> .
Acesso em: 15 mar. 2023.

Segue um exemplo de análise que pode ser realizada com os estudantes ao selecionar o objetivo 6.1. No filtro, foram selecionados os estados do Acre e Minas Gerais, o que gerou um gráfico de barras comparativo desde o ano de 2006 até 2019 (Figura 7). Embora o período de análise esteja defasado em 5 anos, o uso do painel é relevante para a aprendizagem de coleta de informação por meio de diferentes gráficos, como de barra, de linha e análise de mapas. Além disso, essa atividade proporciona uma oportunidade de analisar dados com criticidade. Com a mediação do professor, os estudantes têm a chance de fazer novas buscas e comparar os dados de 2019 com os atuais.

Figura 7 - Tela comparativa entre Estados da meta 6.1 do painel interativo da ANA.



Fonte: Agência Nacional de Água e Saneamento. Disponível em: <https://app.powerbi.com/view>. Acesso em: 15 mar. 2023.

Para averiguar a aprendizagem dos estudantes, a proposta foi finalizada com a utilização de um questionário no modelo *Google Forms*®. Para responder ao formulário, os estudantes consultaram o painel interativo que divulga os resultados para os “Objetivos de Desenvolvimento Sustentável da Agenda 2030”, cujo acesso pode ser feito pelo código QR da Figura 8.

Figura 8 - Código QR de acesso ao formulário de questões sobre o painel interativo.

Formulário
Painel Interativo da ANA



Fonte: A autora.

Link de acesso: <https://docs.google.com/forms>

As questões abordadas no formulário foram de caráter analítico e descritivo. Como exemplo, a Figura 9 apresenta uma questão presente no formulário.

Figura 9 - Questão do formulário sobre o painel interativo da ANA.

Qual percentual da meta foi cumprida em cada região geográfica (Centro-Oeste, Sudeste, Nordeste, Sul e Norte), até 2019, segundo a ANA?



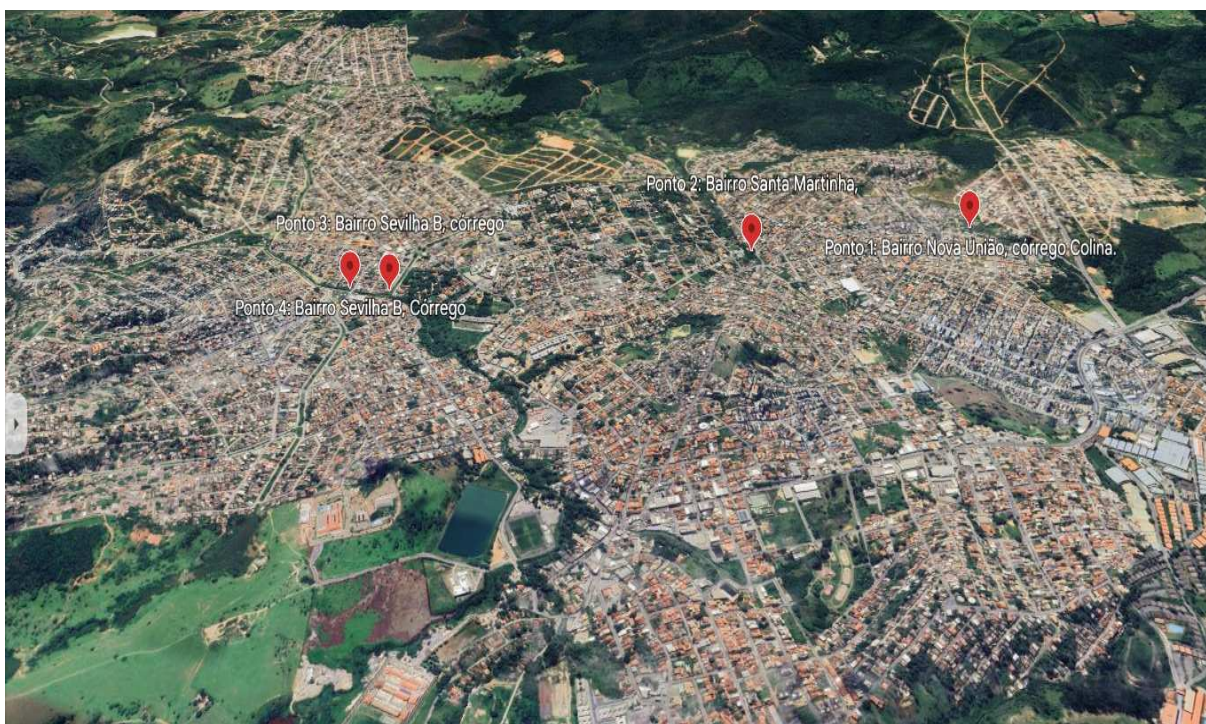
Fonte: A autora

5.1.2. O saneamento básico a partir da residência dos estudantes

É comum termos a ideia de que o saneamento básico só ocorre da porta para fora de nossas residências. Os serviços de coleta de lixo e disponibilidade de água tratada são os mais evidentes quando se trata da percepção da população sobre o saneamento básico. A coleta de lixo, pelo incômodo visual e mau cheiro, e, a disponibilidade de água, pois compromete as tarefas mais corriqueiras do dia a dia, como preparar um café. Esta etapa da sequência didática visou ampliar esse conceito minimalista e imediato do saneamento.

No mapa a seguir, ilustrado na Figura 10, podem se verificar alguns pontos onde os córregos de Ribeirão das Neves recebem o esgoto sanitário que vem diretamente das residências sem nenhum tratamento prévio e a seguir o registro in loco de cada ponto.

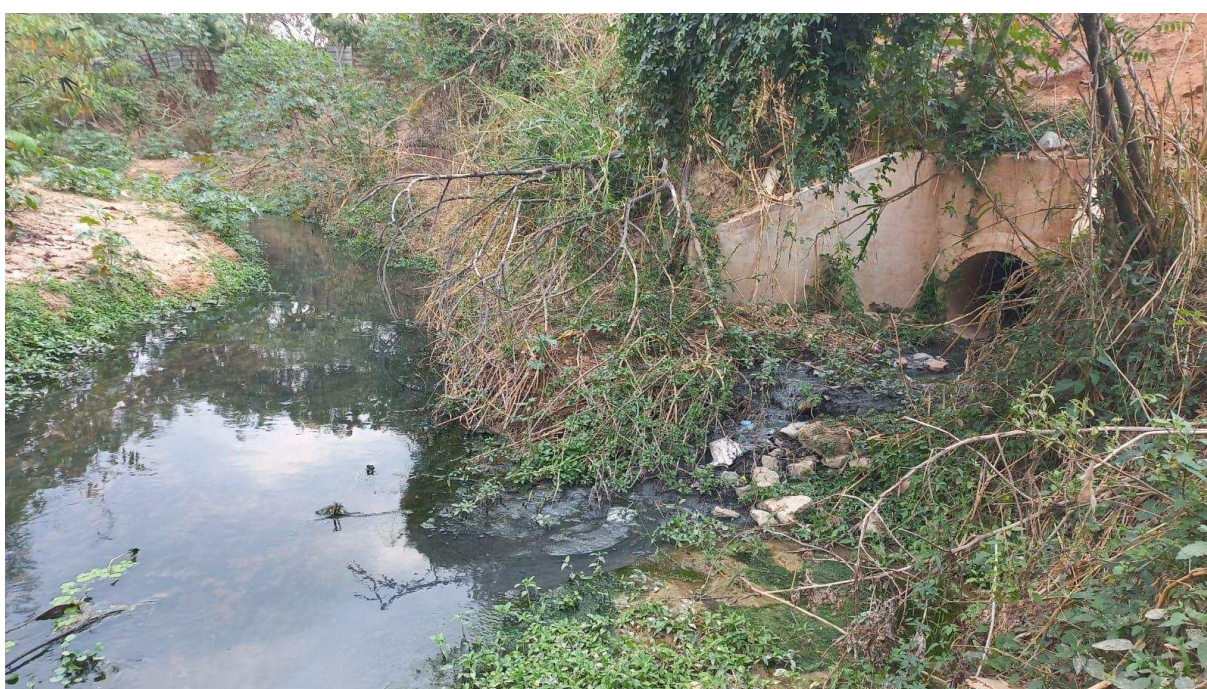
Figura 10 - Mapa da região central de Ribeirão das Neves



Fonte: Google maps. Disponível em: <https://earth.google.com/web> . Acesso em: 08 fev. 2023.

O primeiro e o segundo ponto de amostragem estão localizados ao longo do córrego Colina. O primeiro ponto, situado próximo ao bairro Nova União, é caracterizado pela descarga de esgoto doméstico proveniente das residências dessa área (Figura 11). Já o segundo ponto, localizado mais adiante no percurso do córrego, está associado ao recebimento de esgoto das casas do bairro Santa Martinha (Figura 12). As imagens a seguir foram registradas *in loco*, capturando as condições observadas em cada um desses pontos específicos ao longo do córrego Colina.

Figura 11 - Córrego Colina, bairro Nova União, Ribeirão das Neves.



Fonte: Arquivo pessoal da autora.

Figura 12 - Córrego Colina, bairro Santa Martinha, Ribeirão das Neves.



Fonte: Arquivo pessoal da autora.

A principal bacia hidrográfica do município de Ribeirão das Neves é a do "Ribeirão das Neves", que atua como o principal curso d'água da região. Todos os córregos da área, como o Córrego Café e o Córrego Cacique, desembocam nele, tornando-o o principal receptor do esgoto doméstico gerado no município. O mapa a seguir identifica os pontos 3 e 4, que correspondem aos locais de interesse. As três imagens subsequentes capturam o esgoto residencial fluindo para um córrego menor, ainda sem nome oficial, que, por sua vez, deságua no Ribeirão das Neves. Um detalhe notável é que, na altura do bairro Sevilha A, o Ribeirão das Neves passa por uma sessão canalizada, conforme registrado nas imagens *in loco*, mostradas nas Figuras 13-16.

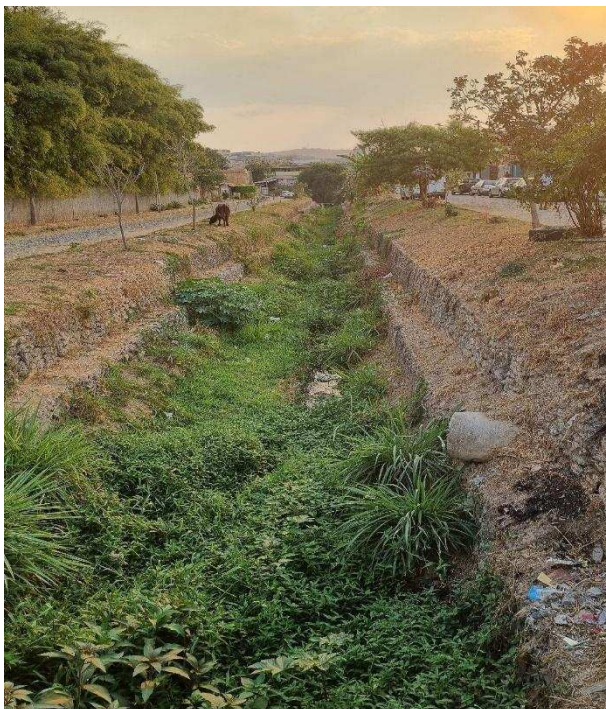
Figura 13 - Avenida Minas Gerais, bairro Sevilha A, Ribeirão das Neves.



Fonte: Arquivo pessoal da autora.

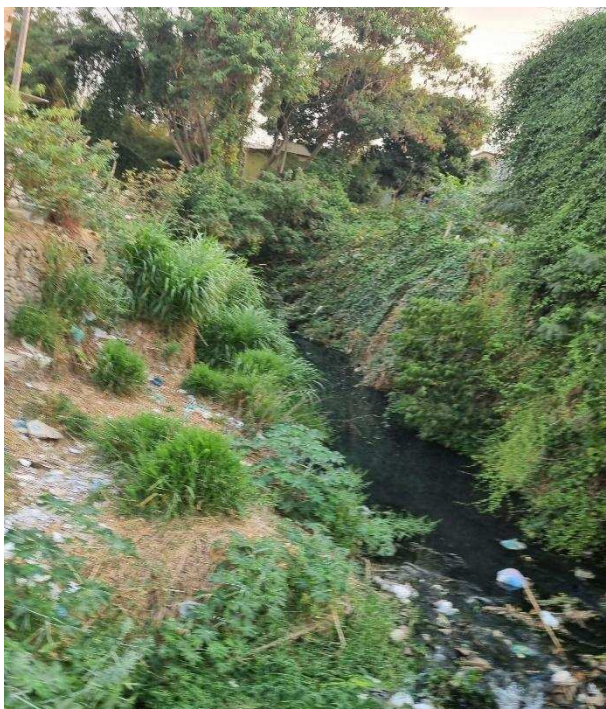
A bacia hidrográfica do Ribeirão das Neves encontra-se ao final da Avenida Minas Gerais, marcando o término dessa via e a transição para a área onde o curso d'água se torna uma característica marcante da paisagem local.

Figura 14 - Avenida Minas Gerais, bairro Sevilha B, Ribeirão das Neves



Fonte: Arquivo pessoal da autora.

Figura 15 - Ribeirão das Neves que fica ao final da avenida Minas Gerais



Fonte: Arquivo pessoal da autora.

Figura 16 - Ribeirão das Neves, bairro Sevilha A, Ribeirão das Neves.



Fonte: Arquivo pessoal da autora.

A qualidade do esgoto que geramos em nossas residências irá impactar diretamente os custos para o seu tratamento. Nesse sentido, a reflexão proposta aos estudantes corresponde à separação do esgoto gerado nas residências e o seu destino (se em fossas ou direto em córregos ou se o mesmo é coletado para o devido tratamento).

Foi solicitado aos estudantes que desenhasssem uma planta baixa de sua residência, indicando as passagens de água da cozinha, banheiros, áreas de serviço e água da chuva que caem dentro da residência e, também, o destino final de todo afluente que é gerado dentro da residência.

No que diz respeito à água que provém da cozinha das residências, é fundamental ter uma caixa de gordura. Nesta caixa ocorre a separação de eventuais resíduos sólidos (como restos de alimentos ou outros materiais menores que podem passar pela tubulação) e da gordura naturalmente gerada. A gordura, quando não separada, pode se acumular na tubulação de esgoto secundária, levando à obstrução e eventual entupimento. A caixa de gordura impede esse processo pois a gordura acumulada deve ser periodicamente retirada pelo morador ou algum

prestador de serviço e descartada no lixo, sendo destinada adequadamente aos aterros sanitários.

Após compreender o saneamento básico a partir da própria residência, os estudantes foram motivados a entender o saneamento básico do município de Ribeirão das Neves, tendo como base o Relatório de Qualidade da Água, que pode ser acessado pelo código QR da Figura 17 abaixo, disponibilizado no site da Companhia de Saneamento de Minas Gerais (COPASA), que é a prestadora responsável pelo serviço. Muitas informações relevantes são retiradas do Relatório, como a descrição do Sistema de Abastecimento de água, os parâmetros de qualidade da água, assim como os resultados das análises.

Figura 17 - Código QR de acesso ao Relatório de Qualidade da Água disponibilizado no site da COPASA.

RELATÓRIO DE QUALIDADE
COPASA



Fonte: A autora.

Link de acesso: <https://www2.copasa.com.br/servicos/relatorioqualidade/index.html>

5.1.3. O ensino de química a partir do saneamento básico

Todas as etapas do saneamento básico podem envolver o ensino de química propriamente dito, desde conceitos mais triviais, como as mudanças de fase da água ou mais complexos como as etapas de tratamento do esgoto. Para este trabalho o foco do ensino de química está nas etapas de tratamento de água e esgoto. A proposta englobou a realização de ensaios com materiais alternativos simulando as etapas de tratamento da água. Os estudantes foram divididos em cinco grupos e

cada grupo ficou responsável por apresentar um experimento que simulasse pelo menos uma etapa do tratamento de água que acontece nas estações. Foi feita uma pesquisa prévia das possibilidades, mas sem revelar aos estudantes, para o caso de algum grupo não conseguir encontrar seu próprio experimento. Uma vez escolhido o experimento a ser realizado, foram realizados testes a fim de avaliar a sua reprodutibilidade para, posteriormente, serem apresentados para toda a turma.

A divisão dos grupos foi realizada de acordo com o Quadro 7, ilustrado abaixo:

Quadro 7 - Organização dos grupos para apresentação de trabalho.

Grupos	Etapa de tratamento da água disponível no relatório da COPASA
Grupo 01	Etapa 1: Oxidação de metais
Grupo 02	Etapa 2: Oxidação da matéria orgânica
Grupo 03	Etapa 3: Coagulação
Grupo 04	Etapa 4: Floculação Etapa 5: Decantação Etapa 6: Filtração
Grupo 05	Etapa 7: Desinfecção Etapa 8: Correção do pH Etapa 9: Fluoretação

Fonte: A autora.

Para tratar a temática, tratamento de esgoto, dentro do tempo previsto, optou-se por dar visibilidade a esse conteúdo por meio de um vídeo do canal “Manual do Mundo”, intitulado “Como é um supertunel de esgoto por dentro?”. Nesse vídeo, a *Youtuber* Mariana Fulfaro, mostra a trajetória do esgotamento desde os túneis até a estação de tratamento de esgoto de São Paulo, evidenciando todas as etapas necessárias para o devido tratamento do esgoto até retornar aos cursos d’água.

5.1.4. Proposta da sequência didática como projeto interdisciplinar

Com as recentes mudanças no Novo Ensino Médio, cuja nova estrutura foi aprovada, ainda existem incertezas sobre quais disciplinas serão predominantes. Algumas disciplinas de formação geral básica terão de volta à carga horária anterior a aprovação da primeira versão do NEM e haverá a diminuição das aulas de itinerários formativos, tornando incerto a continuidade da disciplina “Saberes e Investigação da Natureza”. Segundo o Ministério da Educação, para o ano de 2025, as turmas que começaram o ano de 2024 sob a primeira versão do Novo Ensino Médio continuarão com essa configuração, concluindo essa etapa ao final de 2026. No ano letivo de 2025, as turmas do Segundo Ano poderão seguir a sequência didática atual para a disciplina de “Saberes e Investigação da Natureza”. Caso a disciplina não seja mais ofertada, há a possibilidade de adaptar essa sequência didática em um Projeto Interdisciplinar, envolvendo todas as disciplinas de formação geral básica: Português, Matemática, História, Geografia, Filosofia, Sociologia, Educação Física, Artes, Química, Física e Biologia e Inglês/Espanhol.

A seguir, o Quadro 8 exemplifica as possíveis temáticas que podem ser abordadas em cada uma dessas disciplinas e as competências e habilidades que se espera que sejam desenvolvidas pelos educandos.

Quadro 8 - Sugestão de tópicos para Projeto Interdisciplinar

Disciplina	Sugestão	Competência e habilidade
Português	Exibição do filme: “Saneamento, o básico”	<p>"Produzir textos em diferentes gêneros e formas discursivas, considerando a intencionalidade, a situação comunicativa e o tema, utilizando recursos verbais, visuais, sonoros e digitais de maneira crítica, criativa e ética, para se expressar e partilhar informações, experiências, ideias e sentimentos em diferentes contextos."</p> <p>"Produzir resumos, resenhas, críticas, textos opinativos e argumentativos, demonstrando domínio das normas padrão da língua e das estratégias de construção textual."</p>

Disciplina	Sugestão	Competência e habilidade
Matemática	Análise do Relatório da COPASA	<p>"Compreender e aplicar conceitos, procedimentos e atitudes relacionados à obtenção, sistematização e análise de dados quantitativos e qualitativos, para investigar fenômenos naturais, sociais e tecnológicos e tomar decisões com base em evidências."</p> <p>"Resolver e elaborar problemas que envolvam conversão de unidades de medida (comprimento, área, volume, massa, tempo, capacidade e temperatura) em sistemas de medida usuais."</p>
História	Leitura da reportagem do jornal "Folha de São Paulo"	<p>"Utilizar a oralidade em diferentes contextos e situações comunicativas, considerando as características dos gêneros orais e a relação entre os interlocutores, para expor e debater ideias e pontos de vista."</p> <p>"Planejar e apresentar seminários, palestras ou debates, utilizando diferentes recursos multimodais (como slides, vídeos, gráficos) e técnicas de exposição oral, considerando a organização das ideias e o público-alvo."</p>
Geografia	Exploração do Painel Interativo da ANA	<p>"Interpretar, analisar e comparar diferentes fontes de informações geográficas (textos, gráficos, tabelas, mapas, imagens, relatos orais e audiovisuais), para compreender as relações entre os elementos naturais e sociais que caracterizam o espaço geográfico."</p> <p>"Analisar criticamente os dados e indicadores sociais e ambientais, como saneamento básico, mortalidade, escolarização, entre outros, para compreender as desigualdades socioespaciais."</p>
Física	Elaboração da planta hidráulica	<p>"Aplicar conceitos de física para resolver problemas relacionados a fenômenos e sistemas que envolvem a dinâmica dos fluidos, como circulação de fluidos em tubulações, sistemas hidráulicos e pneumáticos."</p> <p>"Modelar e analisar sistemas hidráulicos e pneumáticos, considerando aspectos como pressão, vazão e resistência dos materiais, e representá-los graficamente em plantas e diagramas."</p>

Disciplina	Sugestão	Competência e habilidade
Química	Experimentos do tratamento de água	<p>"Investigar e compreender os processos e técnicas de tratamento da água e esgoto, analisando os impactos ambientais e a importância para a saúde pública e o desenvolvimento sustentável."</p> <p>"Realizar e interpretar experimentos e simulações que envolvam processos de tratamento de água, como coagulação, floculação, filtração e desinfecção, para entender a eficiência e a aplicação dessas técnicas."</p>
Biologia	Doenças decorrentes da falta de saneamento	<p>"Compreender as interações entre os seres vivos e o ambiente, identificando e analisando os impactos das condições ambientais e dos fatores socioeconômicos na saúde humana e na qualidade de vida."</p> <p>"Analisar e compreender os impactos da falta de saneamento básico na saúde pública, investigando a relação entre condições ambientais inadequadas e a ocorrência de doenças transmissíveis e infecciosas."</p>
Artes	Registro fotográfico e confecção de vídeo	<p>"Utilizar diferentes linguagens artísticas, como a fotografia e o vídeo, para expressar e comunicar ideias, investigar e refletir sobre questões sociais e ambientais, e criar narrativas visuais e audiovisuais."</p> <p>"Produzir vídeos que abordem temas sociais e ambientais, utilizando recursos visuais e sonoros para criar narrativas que provoquem reflexão e discussão sobre as condições de vida e a importância do saneamento básico."</p>
Educação física	Análise de reportagem sobre o rio Sena, nas olimpíadas que ocorreram na França em 2024.	<p>"Compreender e promover práticas de vida saudável, considerando a influência de fatores ambientais, como o saneamento, na saúde e no bem-estar físico e mental."</p> <p>"Promover e participar de atividades que abordem a relação entre ambiente, saúde e qualidade de vida, enfatizando a importância de um ambiente saudável para o desempenho físico e a saúde geral."</p>

Disciplina	Sugestão	Competência e habilidade
Sociologia	Estudo da legislação e dados do impacto do saneamento na esfera social e econômica.	"Analisar e compreender a relação entre estruturas sociais e políticas, como o impacto da legislação sobre o saneamento básico e as suas implicações para a saúde e qualidade de vida das comunidades." Analisar a legislação e políticas públicas sobre saneamento e seus impactos sociais.
Filosofia	Estudo da ODS 6	"Debater e argumentar sobre temas relacionados ao bem-estar coletivo, justiça social e direitos humanos, relacionando-os com as políticas de saneamento e suas implicações para a qualidade de vida."
Inglês/ Espanhol	Confecção de folder em diferentes línguas.	"Utilizar diferentes linguagens, incluindo a língua inglesa, para se expressar e compartilhar informações de forma clara e eficaz, adaptando o discurso ao público-alvo." "Empregar estratégias de leitura e compreensão em língua inglesa para pesquisar e coletar informações sobre saneamento, que serão utilizadas na criação do conteúdo do folder."

Fonte: A autora.

No formato proposto para a adaptação da sequência didática, cada professor precisaria reservar de 2 a 3 aulas para abordar a temática de saneamento, de maneira a não impactar significativamente o conteúdo curricular bimestral que já vem pré-definido pela Secretaria de Educação.

5.2.1. Aplicação da sequência didática em sala de aula

As aulas foram ministradas a duas turmas, ambas do Segundo Ano do Ensino Médio, denominadas como turma A e turma B. Para ilustrar a diferença entre as turmas, o Quadro 9 descreve as principais características observadas no decorrer da aplicação da sequência didática.

Quadro 9 - Observações durante a aplicação da sequência didática

Aspecto observado	Turma A	Turma B
Número de estudantes	22	20
Engajamento inicial	Baixo engajamento e pouca participação nas discussões.	Alto engajamento, participação ativa e questionadora.
Reações às atividades propostas	Realizam atividades sem entusiasmo, muitas vezes pela obrigação.	Faziam atividades com interesse e entusiasmo.
Interação entre estudantes	Interação mínima, pouca colaboração entre eles.	Alta interação, colaboração e troca de ideias constantes.
Exemplos e aplicações	Raramente fornecem exemplos práticos.	Frequentemente davam exemplos relacionados ao conteúdo.
Evolução ao longo do tempo	Ligeira melhora no engajamento, mas ainda limitada.	Mantiveram um alto nível de engajamento e participação, embora ao final da sequência parecessem cansados.
Desafios enfrentados	Dificuldade em estimular desafios e debates	Necessidade de gerenciar muitas perguntas e debates.

Fonte: A autora.

Durante as primeiras aulas, a Turma A questionou a relevância dos itinerários formativos, especificamente a disciplina de “Saberes e Investigação da Natureza”. Esses questionamentos provavelmente contribuíram para reduzir o interesse e o engajamento da turma durante o desenvolvimento das atividades. Foi necessário um trabalho de conscientização e argumentação sobre a importância dessa temática, não apenas para o ambiente escolar, mas também para a cidadania. Os estudantes demonstraram que, por não se tratar de uma disciplina de formação geral básica, como química, que possui provas formais, consideravam-na menos importante e, portanto, não se interessavam em realizar as atividades com comprometimento. Essa postura reflete o ainda predominante sistema educacional tradicional brasileiro, que avalia os estudantes principalmente pelas notas e os prepara para a realização

de provas. Como o itinerário formativo não permite a “reprovação” dos alunos, a existência do componente curricular pareceu, para eles, sem sentido

Já a Turma B, embora tenha feito o mesmo questionamento inicialmente, passou a realizar as atividades com compromisso depois de entenderem a proposta, tornando as aulas mais prazerosas e dinâmicas.

A sequência didática implementada contou com diversas propostas pedagógicas, incluindo rodas de conversa, leitura, apresentações de seminário, análise de dados, pesquisas, atividades experimentais e atividades investigativas. A maioria dessas atividades foi realizada em grupos de quatro estudantes.

A comparação entre atividades em grupo e individuais revelou que as atividades em grupo foram especialmente eficazes para aumentar o engajamento dos estudantes menos participativos. Durante as atividades em grupo, notou-se uma maior participação e envolvimento nas discussões, mesmo entre aqueles que, em outras circunstâncias, demonstravam menor interesse.

Em contraste, nas atividades individuais, como a análise do relatório da COPASA, a participação foi mais desigual. Observou-se que os estudantes sentados na frente da sala tendiam a ser mais participativos, enquanto outros, espalhados pela sala, muitas vezes pareciam desorientados e menos envolvidos.

Em dois momentos foram utilizados vídeos. Primeiro, para demonstrar o tratamento de esgoto e depois a exibição do filme “Saneamento básico, o filme”. O primeiro vídeo, do canal “Manual do Mundo” é um vídeo dinâmico com duração de nove minutos e dezenove segundos (9min:19s) e familiar aos estudantes, que já assistiram outros vídeos desse mesmo canal. Os estudantes assistiram ao vídeo com atenção e fizeram alguns questionamentos a respeito, sendo assim, este foi considerado um bom recurso didático para as aulas ministradas. Já a exibição do filme com duração de uma hora de cinquenta e dois minutos (1h52min) não se mostrou um recurso tão interessante. Duas hipóteses podem justificar o pouco engajamento observado, a dificuldade apresentada pelos estudantes de concentração em tarefas longas e o cansaço devido à rotina escolar. Com o avanço da tecnologia e o uso de telefones celulares, os estudantes estão adaptados a assistir vídeos curtos e muito dinâmicos, o que faz com que seja cada vez mais difícil prestar atenção em vídeos longos, como filmes, ainda mais como uma atividade escolar. Outro fator citado é o cansaço físico, pois com a adesão do Novo Ensino Médio, a jornada diária escolar passou de quatro horas de cinquenta minutos

(4h50min) para cinco horas e quarenta minutos (5h:40min) e o número de disciplinas passou de 11 para 21. Além disso, os estudantes das turmas que fizeram parte da pesquisa, estudam no regime de semi-internato e muitos moram longe da escola, isso faz com que precisem acordar muito cedo, ficando com menos disposição para as aulas finais do turno da tarde.

5.2.2. Resultados da pesquisa de experimentos para o tratamento da água

Depois de designada a etapa de tratamento que seria da responsabilidade de cada grupo de estudantes, estes foram levados ao laboratório de informática da escola para pesquisar um experimento que ilustrasse o tratamento. Para a etapa que não fosse possível ilustrar com experimentos, poderia ser utilizado um vídeo explicando o tratamento. Após a pesquisa, os estudantes realizaram os experimentos descritos a seguir:

- Ensaio realizado pelo grupo 1: Oxidação de metais

Para ilustrar a etapa de oxidação de metais realizada na Estação de Tratamento de Água (ETA), preparou-se uma amostra de água contendo ferro. Para simular essa amostra, utilizou-se um comprimido de sulfato ferroso, que foi macerado e solubilizado em água. Em seguida, realizou-se uma filtração simples. Após a filtração, adicionou-se água sanitária à amostra, observando-se a formação de um precipitado vermelho, indicando a presença de ferro na água. A amostra foi filtrada novamente para separar o ferro da água, e o procedimento de adição de água sanitária foi repetido até que não se observasse mais a formação de precipitado.

- Ensaio realizado pelo grupo 2: Oxidação da matéria orgânica

As duas turmas apresentaram muita dificuldade em encontrar experimentos para essa etapa. A turma B, realizou experimento demonstrando a oxidação da matéria orgânica com permanganato de potássio. As amostras de matéria orgânica foram cenoura, óleo de cozinha e etanol. A oxidação foi observada pela mudança de cor. A turma A não apresentou o experimento.

- Ensaio realizado pelo grupo 3: Coagulação

As duas turmas realizaram o mesmo ensaio, que foi a coagulação utilizando sulfato de alumínio, que teve como referência o artigo da revista Química Nova na

Escola “Da água turva a água clara, o papel do coagulante” (MAIA; OLIVEIRA; OSÓRIO, 2003). Ambas as turmas foram bem sucedidas ao demonstrar essa etapa.

- Ensaio realizado pelo grupo 4: Floculação, decantação e filtração.

Para demonstrar essa etapa, os estudantes montaram o tradicional filtro na garrafa pet com areia, brita, algodão e carvão ativado.

- Ensaio realizado pelo grupo 5: Desinfecção, correção do pH e fluoretação.

Para demonstrar os efeitos do pH, os estudantes optaram por montar uma escala de pH com materiais de fácil aquisição. Na turma A os estudantes não realizaram experimento de desinfecção e fluoretação. Na turma B, para ilustrar a desinfecção, os estudantes fizeram um experimento utilizando farinha de milho para verificar a presença de cloro residual na água da torneira.

Dentre todas as atividades propostas, a que claramente gerou maior engajamento, em ambas as turmas, foi a experimentação. Levar os estudantes ao laboratório de ciências da escola, onde puderam manusear as vidrarias disponíveis e realizar os experimentos, aumentou significativamente o interesse e comprometimento com as atividades. Esta foi também uma ótima oportunidade para reforçar a diferença entre água límpida e água potável. Após cada experimento em que a água se apresentava límpida (como, por exemplo, após a filtração) os estudantes eram questionados se a mesma poderia ser ingerida. No decorrer das atividades, eles passaram a responder com convicção que não se tratava da obtenção de água potável, demonstrando uma maior compreensão sobre a diferença entre limpidez e potabilidade e sobre a importância dos critérios de potabilidade discutidos na aula de análise do relatório da COPASA.

Outro destaque foi a atividade investigativa de construção da planta hidráulica de suas casas. Essa atividade não apenas envolveu os estudantes, mas também seus familiares. Vários alunos relataram que receberam a ajuda dos pais para realizar a tarefa, e alguns foram além da proposta, que inicialmente visava a construção à mão, elaborando a planta em programas de computador.

Estas duas atividades citadas acima, que obtiveram melhores resultados em relação à participação, estimularam o protagonismo dos estudantes em sala de aula. O sucesso de ambas as atividades dependeu quase que exclusivamente do empenho dos próprios estudantes. Apenas um grupo em cada turma precisou que o professor fizesse uma maior intervenção (entregando o roteiro de experimentação

pronto), enquanto os outros grupos conseguiram desenvolver a experimentação com bastante autonomia.

6. CONCLUSÕES

Preparar e aplicar uma sequência didática constitui uma oportunidade extremamente enriquecedora para estudantes e professores, embora também seja bastante trabalhosa. A diversidade de itinerários formativos proposta pelo Novo Ensino Médio acaba por desgastar o professor, dado que a continuidade da disciplina no ano subsequente é incerta. A sequência didática proposta neste trabalho foi idealizada para ser aplicada nas aulas da disciplina "Saberes e Investigação da Natureza" do Segundo Ano do Ensino Médio. No entanto, a mesma pode ser adaptada e trabalhada como um Projeto Interdisciplinar mediada pelo professor de uma disciplina de formação geral básica.

As atividades de construção de uma planta baixa e de experimentação para simular as etapas de tratamento da água foram aquelas que despertaram maior interesse e participação dos estudantes.

A interação familiar que ocorreu quando os estudantes buscaram ajuda para desenhar as plantas baixas de suas casas tem o potencial de trazer benefícios tanto para os estudantes como para sua família. Para o estudante, essa interação pode melhorar seu desempenho acadêmico e sua motivação para aprender e concluir os estudos.

Durante as atividades de experimentação, os estudantes demonstraram motivação para utilizar o laboratório da escola e adquiriram uma melhor compreensão sobre a diferença entre limpidez e potabilidade. Nestas atividades os estudantes puderam aplicar conceitos teóricos estudados nas aulas de Química e formular ideias relacionadas ao tema. A habilidade para o trabalho em grupo foi também explorada nestas aulas.

De uma maneira geral, a sequência didática "Uma imersão sobre água potável e saneamento no município de Ribeirão das Neves" auxiliou na discussão e na compreensão da importância do saneamento básico na cidade de Ribeirão das Neves. Como seu conteúdo pode ser adaptado para outras cidades, espero que este

trabalho possa auxiliar os professores que lecionarão a disciplina "Saberes e Investigação da Natureza" ou que desejarem realizar atividades interdisciplinares em outras disciplinas.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Agência Nacional de Águas e Saneamento Básico. Saneamento. Disponível em: <https://www.gov.br/ana/pt-br/assuntos/saneamento>. Acesso em: 19 jun. 2024.

Almeida, A. B. B. de, Lima, M. R. P. de, Santos, Y. T. da C., Moreira, Y. W. N., & Silva, P. B. de A. (2019). **Concentração de ferro e manganês em águas de abastecimento no município de Crato, Ceará: caracterização e proposta de tratamento.** *Águas Subterrâneas*, 33(2). <https://doi.org/10.14295/ras.v33i2.29520>

CASTRO, R. S e, SARON, A. **Alternativa caseira para a quantificação do teor de cloro livre em água de abastecimento.** In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA SANITÁRIA E AMBIENTAL – ABES, 30., 2019, Natal. *Anais...* Rio de Janeiro: ABES, 2019. Disponível em: https://abes-dn.org.br/anais eletronicos/45_Download/TrabalhosCompletosPDF/VII-010.pdf. Acesso em: 12 mar. 2023.

CIÊNCIA FRANCA. **Tratamento da água. Experimento: teste do cloro na água.** 2020. Disponível em: <https://www.youtube.com/watch?v=yWZ-SD3eMVY>. Acesso em: 02 ago. 2024.

COMPANHIA DE SANEAMENTO DE MINAS GERAIS. **Relatório de qualidade da água.** Disponível em: <https://www2.COPASA.com.br/servicos/RelatorioQualidade/index.html>. Acesso em: 19 jun. 2024.

COTTON, F. A.; WILKINSON, G., GAUS, P. L. **Basic Inorganic Chemistry.** 3. ed. New York: John Wiley & Sons, 1995.

CUNHA, M. B. da; LIMA, F. O. **A saga do repolho roxo no ensino de química.** *Química Nova na Escola*, São Paulo, v. 43, n. 3, p. 295-304, ago. 2022. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.21577/0104-8899.20160281>. Acesso em: 16 mar. 2023.

DUARTE, M. de S., & de SOUZA, J. C. R. (2022). **O FILTRO DE ÁGUA CASEIRO COMO POTENCIALIZADOR DO ENSINO DE CIÊNCIAS.** *Revista Ciências & Ideias ISSN: 2176-1477*, 13(2), 169–180. Disponível em <https://doi.org/10.22407/2176-1477/2022.v13i2.1891>. Acesso em: 10 mar. 2023.

GOUVEIA-MATOS, J. A. de M. **Mudanças nas cores dos extratos de flores e do repolho roxo.** *Química Nova na Escola*, n. 10, p. 6-10, 1999. Disponível em: <http://qnesc.sbq.org.br/online/qnesc10/conceito.pdf>. Acesso em: 14 ago. 2024.

INSTITUTO DE ÁGUA E SANEAMENTO. Regionalização dos Estados. Instituto de Água e Saneamento, 2024. Disponível em: <https://aguaesaneamento.shinyapps.io/regionalizacao-estados/#section-cobertura>. Acesso em: 05 ago. 2024.

MAIA, A. de S., OLIVEIRA, W. de, OSÓRIO, V. K. L. **Da água turva à água clara: o papel do coagulante**. Química Nova na Escola, n. 18, p. 49-51, 2003.

MAMADOU, F.; MBACKÉ, S. F., MOUSSA, D. EI H.; OUSMANE, T. A., FALL, M. A., GUËYE, D. M. C. **Iron in Water: Study of Iron Removal Kinetics in Chemically Reconstituted Waters: Application to Groundwater of South Pout (PS2 Site)**. *International Journal of Scientific Research and Reviews*, v. 11, n. 3, p. 45-58, 2022. ISSN 2164-277X.

MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO. Novo Ensino Médio: Perguntas e Respostas. Disponível em: <http://portal.mec.gov.br/component/content/article?id=40361>. Acesso em: 19 jun. 2024.

MORTIMER, E. F.; SILVA, P. S. (orgs.). **Elaborando sequências didáticas para o ensino de química: projeto de pesquisa e intervenção em escola de educação básica relacionando a solução de problemas na educação pública**. Belo Horizonte: FAPEMIG, 2018.

MORUZZI, R. B., REALI, M. A. P. **Oxidação e remoção de ferro e manganês em águas para fins de abastecimento público ou industrial – uma abordagem geral**. *Revista de Engenharia e Tecnologia*, Ponta Grossa, v. 4, n. 1, p. 29-43, 2012.

PINHEIRO, N. A. M.; SILVEIRA, R. M. C. F.; BAZZO, W. A.. **Ciência, Tecnologia e Sociedade: a relevância do enfoque CTS para o contexto do Ensino Médio**. *Ciência & Educação (Bauru)*, v. 13, n. 1, p. 71–84, jan. 2007.

SILVA, D. H. E. da. **EXPERIMENTAÇÃO NO ENSINO DE QUÍMICA E USO DAS COMPETÊNCIAS SOCIOEMOCIONAIS**. Trabalho de Conclusão de Curso. Santo André, Universidade ABC, 2021.

PAINEL SANEAMENTO. Evolução da localidade. Disponível em: <https://www.painelsaneamento.org.br/localidade/evolucao?id=315460>. Acesso em: 05 ago. 2024.

PROJETO MANUELZÃO. Mapa Interativo. Disponível em: <https://manuelzao.ufmg.br/mapa/>. Acesso em: 19 jun. 2024.

RIBEIRÃO DAS NEVES. Secretaria de Meio Ambiente e Saneamento. Plano Municipal de Saneamento Básico. Ribeirão das Neves: Prefeitura Municipal de Ribeirão das Neves, 2016. Disponível em <https://ribeiraodasneves.mg.gov.br/servicos-meio-ambiente/>. Acesso em 20 abr. 2023.

Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento. Disponível em: <https://www.gov.br/mdr/pt-br/assuntos/saneamento/snis/painel>. Acesso em: 19 jun. 2024.

VENTURA, G. K. A., LOPES, F. A. **Infraestrutura de saneamento básico e incidência de doenças associadas: uma análise comparativa entre Belo Horizonte e Ribeirão das Neves - Minas Gerais**. *Caderno de Geografia*, v. 27, n. 51, p. 123-138, 2017.

ZABALA, A., FARNÉS, N., LLORENS, R. **A prática educativa: como ensinar.** Porto Alegre: Artmed, 2007.

APÊNDICE A - PRODUTO EDUCACIONAL



SEQUENCIA DIDÁTICA:

UMA IMERSÃO SOBRE ÁGUA POTÁVEL E
SANEAMENTO NO MUNICÍPIO DE RIBEIRÃO
DAS NEVES

JOÍCE CHAVES MATIAS

ORIENTADORA: VANIA CARNEIRO

2024



UFV

Universidade Federal
de Viçosa





Sequência Didática:

Uma imersão sobre água potável e saneamento no município de Ribeirão das Neves

Apresentação

Este produto educacional trata-se de uma sequência didática que conta com 20 aulas, o que corresponde ao número de aulas de um bimestre da disciplina “Saberes e Investigação da Natureza”, tendo como público-alvo turmas do Segundo Ano do Ensino Médio.

A disciplina “Saberes e Investigação da Natureza”, lecionada para o Segundo ano do Ensino Médio, tem como tema de estudo energia, água e saneamento. Esse tema é relevante para toda a sociedade, e, em especial, para o Município de Ribeirão das Neves, região metropolitana de Belo Horizonte, Minas Gerais. Em alguns bairros de Ribeirão das Neves ainda existe esgoto a céu aberto e muitas avenidas sanitárias sem a devida canalização. Nesse contexto, torna-se fundamental o conhecimento dos estudantes sobre os riscos à saúde que a falta de saneamento básico pode trazer. Além do fator social, a falta de saneamento impacta até mesmo na economia no município, uma vez que imóveis na região podem ser desvalorizados quando comparado a regiões que dispõem desse serviço público.

Neste trabalho, além do fator científico e tecnológico envolvido nas etapas de tratamento de água e esgoto, busca-se compreender o impacto do saneamento básico no dia a dia dos estudantes, uma vez que a ideia é estudar o impacto do saneamento básico no município de Ribeirão das Neves, onde residem a maioria dos estudantes

Planejamento das aulas

No Quadro A1 pode ser encontrado um planejamento resumido de todas as aulas e, a seguir, um planejamento detalhado de cada aula.

Quadro A1 – Planejamento das aulas

Aula	Tema da aula	Organização e recursos	Tópicos discutidos	Atividade proposta
Aula 1	Introdução ao saneamento básico	Aula dialógica Roda de conversa Garrafa com água sem rótulo.	Definição de saneamento básico e seus impactos.	Extraclasse Realizar registro fotográfico de lugares ou situações que evidenciam a presença ou a ausência do saneamento básico.
Aula 2	Histórico do saneamento	Reportagem impressa	Evolução do saneamento básico até os dias atuais	Dividir a classe em 5 grupos e entregar 1 capítulo da reportagem para cada grupo. Orientar a leitura e a seleção da data de acontecimentos marcantes do texto.
Aula 3	Histórico do saneamento	Reportagem impressa	Evolução do saneamento	Promover um seminário para a apresentação oral de cada capítulo. Elaborar no quadro branco, uma linha do tempo como registro da atividade.
Aula 4	Legislação	Computador ou smartphone com acesso a internet.	ODS 6	Exploração do site da Agência Nacional das Águas. Formulário do painel interativo da ANA.
Aula 5	Qualidade da água	Relatório de qualidade da água da COPASA - impresso	Portaria 2.914 de dezembro de 2011	Leitura e análise do relatório de qualidade da água. Divisão dos grupos de pesquisa das etapas de tratamento de água.
Aula 6	Tratamento de água	Computador ou smartphone com acesso a internet.	Etapas do tratamento	Destinar a aula para a pesquisa dos experimentos que serão apresentados posteriormente por cada grupo.
Aula 7	Tratamento de água	Laboratório ou pátio da escola. Materiais e reagentes.	Etapas do tratamento	Ensaio de reprodutibilidade dos experimentos escolhidos.
Aula 8	Tratamento de água	Laboratório ou pátio da escola. Materiais e reagentes. Projeto e notebook.	Etapas do tratamento	Apresentação dos grupos 1 e 2.

Aula	Tema da aula	Organização e recursos	Tópicos discutidos	Atividade proposta
Aula 9	Tratamento de água	Laboratório ou pátio da escola. Materiais reagentes. Projetor e notebook.	Etapas do tratamento	Apresentação dos grupos 3 e 4.
Aula 10	Tratamento de água	Laboratório ou pátio da escola. Materiais reagentes. Projetor e notebook. Folha de ofício (extraclasse)	Etapas do tratamento	Apresentação do grupo 5. Extraclasse: desenho da planta hidráulica residencial.

Aula 11	Educação sanitária	Desenho da planta hidráulica	Saneamento básico a partir das residências.	Aula dialógica sobre o destino de efluentes e resíduos sólidos.
Aula 12	Tratamento de esgoto	Projetor e notebook, caixa de som.	Etapas do tratamento de esgoto.	Vídeo do canal Manual do Mundo: Como é um supertunel de esgoto por dentro? (9:19)
Aula 13	Indicadores municipais de saneamento	Computador ou smartphone com acesso a internet. Roteiro de pesquisa.	Diagnóstico do saneamento em Ribeirão das Neves	Pesquisa dos indicadores de saneamento do município.
Aula 14	Educação sanitária	Roteiro de pesquisa preenchido.	Saneamento básico como uma questão de saúde pública	Roda de conversa Aula dialógica Debater os impactos na saúde da falta de saneamento.
Aula 15	Filme	Projetor multimídia, notebook, caixa de som.		Filme: Saneamento básico (35 minutos)
Aula 16	Filme	Projetor multimídia, notebook, caixa de som.		Filme: Saneamento básico (35 minutos)
Aula 17	Filme	Projetor multimídia, notebook, caixa de som.		Filme saneamento básico (40 minutos)

Aula	Tema da aula	Organização e recursos	Tópicos discutidos	Atividade proposta
Aula 18	Aula dialógica		Similaridade das abordagens do filme com a vida real	Discussão em grupo
Aula 19	-			Avaliação formal
Aula 20				Avaliação formal

Fonte: A autora.

Aula 01 - Introdução ao saneamento básico

- Aula dialógica
- Recursos: Garrafa de água de 500 ml, transparente e sem rótulo, com água limpa dentro, quadro e pincel.

1º momento: Mostrando a garrafa de água aos estudantes questione: como saber se essa água é apropriada para beber? Ouvir as respostas dos estudantes e anotar no quadro as principais ideias que surgem.

Outras perguntas que podem ser feitas:

- a) Vocês já pararam para pensar no que acontece com a água que usamos para tomar banho, lavar louça ou escovar os dentes depois que ela vai pelo ralo?
- b) Imaginem uma cidade sem coleta de lixo regular. Como seria o cenário? Quais seriam os problemas que isso traria para a saúde das pessoas e para o meio ambiente?
- c) Na sua região tem esgoto a céu aberto?

- Atividade extraclasse

Realizar registros fotográficos da região de moradia e locais próximos, que comprovem a situação de saneamento. Foto de córregos, lixões, bota-fora, lagoas, mananciais, etc. Na inviabilidade do registro in loco, podem ser obtidas por meio de imagens do *Google Earth*®. Encaminhar o registro para o e-mail do professor (posteriormente será utilizada em projetos e na aula 18).

Professor,

O saneamento básico é o conjunto de serviços públicos de abastecimento de água potável, de esgotamento sanitário, de limpeza urbana e manejo de resíduos sólidos urbanos e de drenagem e manejo de águas pluviais urbanas.

Sugestão de leitura: As Águas do Planeta Terra, Revista Química Nova na Escola.

As águas do planeta Terra. QNESC



Link de acesso: <https://qnesc.sbq.org.br/online/cadernos/01/aguas.pdf>

Aula 02 - Histórico do saneamento

- Recurso didático: Reportagem impressa, 1 capítulo por folha.

Dividir a turma em 5 grupos, entregar uma cópia impressa de cada capítulo da reportagem da Folha de São Paulo.

Orientar os estudantes a ler o capítulo, identificando no texto possíveis termos desconhecidos e buscando seus significados e fazer um registro das datas mais importantes. Na aula seguinte os estudantes irão apresentar para a turma, no modelo de seminário o capítulo que recebeu e colocar na linha do tempo, que vai estar no quadro branco, a data e o acontecimento que foi marcante.

Professor,

Se encontra no código QR abaixo, cada capítulo separado para edições que se fizerem necessárias (como cabeçalho da escola) e impressão.

Reportagem do jornal Folha de
São Paulo



Link de acesso: <https://docs.google.com/document/d>

Quadro A2 - Texto da reportagem do jornal Folha de São Paulo.

FOLHA DE S.PAULO

Publicada em 11 de fevereiro de 2023.

A aprovação do marco legal do saneamento básico, em 2020, e os debates sobre o tema que devem ocorrer nos próximos meses, sob o governo Lula, colocam em evidência as iniciativas neste campo ao longo da história do país.

Com base nas informações e análises de oito especialistas — alguns da academia, outros da iniciativa privada —, a Folha reconta a história de um serviço que ainda não consegue levar água potável a 14% da população — o que deixa o Brasil na 85ª posição em um ranking de 137 países — e deixa ainda sem esgoto 51% dos brasileiros — o que nos leva ao 76º lugar entre 129 países.

CAPÍTULO 1 - OS TIGRES DAS ÁGUAS SERVIDAS

Nos núcleos urbanos do período colonial, uma das obrigações dos escravizados era buscar água limpa nos rios e levá-la em talhas ou jarros para os seus senhores. Também cabia a eles recolher nas casas as "águas servidas", como o esgoto era chamado na época, e despejá-las longe dali.

"Os dejetos domésticos eram depositados em barris armazenados nos fundos das casas e dos comércios. Ou em valas abertas ou cobertas por lajedos, embora proibidos pela fiscalização. Os escravos negros desobedientes e a população branca desempregada [...] eram 'punidos' com a função de transportar, quase sempre à noite, esses tonéis de dejetos para as áreas de descarte", escrevem Aspásia Camargo e Márcio Santa Rosa sobre o Rio de Janeiro no livro "A Epopeia do Saneamento".

No século 18, a cidade acompanhou a construção da maior obra de engenharia vista até então na colônia. Concluído em 1723, o Aqueduto da Carioca levava água do Morro do Desterro (atual Santa Teresa) para o centro do Rio. Bem mais tarde, aquela estrutura passou a ser conhecida como Arcos da Lapa.

Naquele período, localidades como Rio e São Paulo ganhavam suas primeiras redes de chafarizes, dando aos seus moradores acesso mais fácil à água potável. Em outras cidades, como Salvador, essas fontes só começaram a ser construídas ao longo dos anos 1800.

"Não existiam mecanismos de bombeamento, como temos hoje. Por isso, buscava-se a melhor solução para que as águas fossem dos pontos mais altos para os mais baixos, fazendo derivações nos chafarizes", explica Edison Carlos, presidente do Instituto Aegea, braço socioambiental do Grupo Aegea, uma das principais companhias privadas de saneamento no Brasil.

A infraestrutura hídrica vivia uma fase de renovação, mas a carga de trabalho pouco mudava. Ainda eram os escravizados que carregavam água para as casas, agora retiradas dos chafarizes, e davam um jeito de se livrar dos dejetos, despejando-os em rios ou em valas.

Levados em tonéis, os excrementos muitas vezes tinham substâncias como a amônia, que, ao respingar sobre as peles negras, deixavam marcas brancas. Por conta da formação dessas manchas, mulheres e homens incumbidos desse serviço pesado passaram a ser chamados de "tigres" ou "tigrados". Lugares como São Paulo e Recife mantiveram esse tipo de trabalho até os anos 1880.

Evidentemente, as populações dessas cidades conviviam com mosquitos e mau cheiro, especialmente nas áreas portuárias. Em passagem por Salvador em 1832, na expedição do Beagle, Charles Darwin ficou maravilhado com a paisagem, mas registrou no seu diário o fedor da Cidade Baixa.

CAPÍTULO 2 - O IMPERADOR SANITARISTA

Até aqui, estamos tratando de uma espécie de pré-história desse tema, na visão de estudiosos como Denise Tedeschi, historiadora especializada na vida urbana do Brasil nos séculos 18 e 19. É só em meados do 19 que, segundo ela, podemos efetivamente falar em saneamento básico no Brasil.

Naquele momento, o país enfrentava novas condições, que exigiam respostas do poder público: as cidades se adensavam; as exportações se intensificavam, um avanço que obrigava os portos a respeitar condições mínimas de higiene; e, principalmente, surtos de doenças, como febre amarela, tornavam-se cada vez mais frequentes.

"Os engenheiros do século 19 começaram a pensar no trânsito das águas para preservar a salubridade dos centros urbanos. A relação entre fornecer e eliminar água passou, então, a ser um assunto central para esses especialistas", diz Tedeschi.

É nesse contexto que dom Pedro 2º tomou uma decisão relevante para o Rio, então capital. Para entender a visão pioneira do monarca, é preciso saber um pouco o que se passava em Londres.

Péssimas condições de higiene, com vias públicas fétidas, impulsionaram surtos de cólera, que provocaram ondas de mortes na capital britânica, sobretudo a partir da década de 1830. Graças às ações de líderes como Edwin Chadwick e às descobertas de médicos como John Snow, Londres conseguiu fazer uma ampla reforma sanitária, que incluía medidas como a abertura de largos e extensos canais subterrâneos, conectados a modernas estações de tratamento de esgoto.

Nas palavras de Aspásia Camargo, socióloga que atuou como secretária-executiva do Ministério do Meio Ambiente no governo FHC, essa é "a revolução que rege a passagem da barbárie para a civilização".

Por conta da perspicácia do imperador, o Rio se tornou, segundo ela, uma das primeiras cidades fora do Reino Unido a adotar essas inovações da engenharia. "Dom Pedro 2º foi um imperador sanitariano. Prometeu que faria uma grande mudança nessa área e cumpriu a promessa", afirma.

Sob o reinado dele, o governo fechou contrato com a City, empresa inglesa de capital privado, e iniciou em 1850 os preparativos para uma reformulação da infraestrutura da cidade. O primeiro sistema de esgotamento sanitário completo foi inaugurado no bairro da Glória 14 anos depois.

Nessa seara, portanto, o Brasil conseguiu se aproximar do Reino Unido àquela altura. Mas a distância entre eles só se acentuou nas décadas seguintes. O ranking de esgoto tratado elaborado pela OMS em parceria com a Unicef mostra os britânicos na 11ª posição, muito à frente do 76º lugar que nós, brasileiros, ocupamos. Ou seja, não sabemos tirar proveito do pioneirismo de Pedro 2º.

A City se manteve à frente dessas operações no Rio de 1857 a 1947. Em São Paulo, essa evolução ocorreu de modo diferente.

Segundo o censo de 1872, a capital paulista tinha 31 mil habitantes, que representavam apenas 11% da população do Rio, com 275 mil. Embora as dimensões fossem bem diferentes, algumas situações das duas cidades se assemelhavam e testavam a paciência da opinião pública, como mostra um registro de outubro de 1862.

"O remédio para este estado de cousas não pôde ser addido. Chegou a vez de clamar bem alto que o povo exige agua [grafia da época]", publicou o jornal Correio Paulistano.

Assim como o Rio na segunda metade do século 19, São Paulo se viu obrigada a suplantiar a rede de chafarizes. O governo paulista incentivou acionistas brasileiros e estrangeiros a se unir em torno da criação de uma empresa de saneamento e, em 1877, nasceu a Companhia Cantareira de Águas e Esgotos.

A inauguração de reservatórios como o da Consolação, em 1881, inspirou otimismo entre os paulistanos, mas logo vieram as queixas de abastecimento insuficiente e baixa qualidade da água. A iniciativa privada, que se saía razoavelmente bem no Rio, era vista como uma decepção em São Paulo.

Engenheiros influentes como Antônio Francisco de Paula Souza (mais tarde fundador da Escola Politécnica) e Ramos de Azevedo passaram a defender que a empresa fosse encampada pelo governo, lembra Cristina de Campos, professora do Instituto de Geociências da Unicamp e autora do livro "Ferrovias e Saneamento em São Paulo".

Paula Souza defendia que esse fosse um trabalho sob responsabilidade do estado. "A iniciativa privada não levaria esses projetos adiante porque construir redes de água e esgoto não traria retorno financeiro", diz ela. "É curioso comparar aquela realidade com os dias de hoje. Atualmente, esse é um negócio muito lucrativo, a água, infelizmente, virou uma mercadoria. Mas naquele final de século 19, não era interessante sob esse ponto de vista."

Em 1892, o governo assumiu a Companhia Cantareira, reembolsando os seus acionistas. A capital paulista teria, a partir de então, a Repartição de Águas e Esgotos (RAE), que durou mais de 50 anos.

Na virada do século 19 para o 20, o Brasil pôde contar com uma geração de médicos notáveis, como Oswaldo Cruz, no Rio, e Emílio Ribas, em São Paulo. Não satisfeitos com suas descobertas científicas, eles se dedicavam a conscientizar a população em relação às medidas para combater as epidemias.

Como se viu posteriormente, o alerta deles não foi suficiente para que o país enfrentasse sua precariedade sanitária com o rigor necessário.

CAPÍTULO 3 - A CIDADE PLANEJADA QUE DESPREZOU O SANEAMENTO

Belo Horizonte é um caso de desatenção histórica em relação ao abastecimento de água e, principalmente, à coleta e ao tratamento de esgoto. Sendo uma cidade planejada, as deficiências nessas áreas certamente poderiam ter sido evitadas.

No final do século 19, o governo de Minas Gerais decidiu construir uma nova capital para substituir Ouro Preto e, diante de cinco opções colocadas à mesa, o Congresso estadual escolheu a região onde havia um arraial chamado Curral del Rei. Pesou nessa definição, entre outros fatores, a rica bacia hidrográfica do entorno, o que é uma triste ironia.

Em fevereiro de 1894, começaram as obras, sob o comando da Comissão Construtora da Nova Capital (CCNC). Entre os envolvidos na execução do projeto, chamou a atenção a opinião dissonante de Saturnino de Brito, que mais tarde se consagraria como o patrono da engenharia sanitária brasileira.

"Saturnino discordava da opção pelo traçado de linhas retas, que ignorava os leitos dos rios. Para ele, a cidade deveria ser concebida justamente a partir dos seus rios", lembra Denise Tedeschi, autora do livro "Águas Urbanas - As Formas de Apropriação das Águas nas Minas".

Prevaleceu, contudo, a concepção de Aarão Reis, chefe do CCNC, para quem as ruas deveriam se sobrepor aos cursos d'água da região, como o ribeirão Arrudas e seus afluentes. Esse ponto de vista implicaria retificação de leitos num primeiro momento e, ao longo das décadas seguintes, a canalização dos rios.

As enchentes que se tornaram parte do cotidiano da capital mineira demonstram que Brito tinha razão.

Havia ainda outros entraves nessa fase de construção. Algumas tubulações destinadas ao escoamento do esgoto vinham da Inglaterra e demoravam até três meses para chegar a Belo Horizonte. Como a meta era erguer a capital em quatro anos, os mineiros assistiram a uma corrida contra o tempo, que teve, entre outras consequências, a suspensão de obras em andamento.

Correria e improviso cobraram seu preço. Quando inaugurada, em 1897, a cidade não tinha grandes galerias de esgoto, apenas encanamentos menores, de custo mais baixo, segundo Tedeschi.

Nesse período inicial, Belo Horizonte priorizou o fornecimento de água ao tratamento de esgoto, como, aliás, tem sido comum nas decisões no Brasil ao longo da história. São dois os pontos principais que explicam esse caminho, dizem especialistas. Além de o custo do abastecimento ser, em geral, mais baixo, as pessoas se sentem mais lesadas quando falta água ou quando ela chega à casa com qualidade ruim.

"Quando não há água, a família se sente prejudicada. Sem coleta e tratamento de esgoto, o prejuízo é da coletividade, não é da natureza individual", comenta o engenheiro civil Jerson Kelman, doutor em hidrologia e recursos hídricos.

No entanto, mesmo o abastecimento de água ficou aquém das expectativas dos moradores da nova capital mineira nesses primeiros anos. Apenas as áreas onde viviam altos funcionários públicos, como os desembargadores, tinham água encanada.

Deu-se, então, o que Tedeschi chama de "segregação hídrica". O novo sistema de águas não chegava, por exemplo, aos bairros onde viviam os pedreiros que tinham construído Belo Horizonte, ainda dependentes dos chafarizes.

Os rios que ainda não tinham sido canalizados viraram lixo urbano, conta a historiadora, criando uma "situação terrível para uma capital que se prometia salubre". O descaso de políticos e engenheiros com o saneamento resultou em um fardo para Belo Horizonte ao longo do século 20 e ainda nestes anos mais recentes.

O saneamento não é prioridade para as elites políticas, esse é o nosso grande problema. Preferem investir em habitação, em transporte, em energia. E por quê? Porque o saneamento é uma área muito complexa, que depende de uma governança integrativa. Se desprezarmos suas diferentes dimensões, teremos um resultado empobrecedor.

Aspásia Camargo

co-autora do livro "A Epopeia do Saneamento" e ex-presidente do Ipea (Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada)

CAPÍTULO 4 - O PLANO DOS MILITARES

A era Getúlio Vargas representou um retrocesso para o saneamento básico no país, segundo Aspásia Camargo.

Nas décadas anteriores, a chamada República Velha, predominavam nesse setor as companhias ligadas aos municípios e as empresas privadas. "Quando chegou ao poder em 1930, Getúlio deixou claro que não queria conviver com o privatismo da época. Essa visão foi desastrosa porque atrapalhou a expansão do saneamento. Ele parou o setor privado, e o setor público não disse a que veio", afirma a socióloga.

A partir de 1956, Juscelino Kubitschek trilhou caminho semelhante ao do líder gaúcho, destinando papel coadjuvante ao setor, observa Aspásia. "O desenvolvimentismo estava muito mais associado às iniciativas ligadas ao transporte e à energia", diz ela.

A década de 1960 se aproximava do fim quando a ditadura militar baixou um decreto criando o Plano Nacional de Saneamento (Planasa). Temas como abastecimento de água e coleta de esgoto ganhavam uma atenção do Executivo federal como jamais havia acontecido no período republicano.

"O Planasa foi a primeira grande política voltada ao saneamento no Brasil. Existiam, até então, principalmente companhias municipais, que foram se especializando na distribuição da água, nos sistemas de esgoto, mas ainda em volumes pequenos", diz Edison Carlos, do Instituto Aegea.

Coordenado pelo BNH (Banco Nacional da Habitação), o Planasa estimulou fortemente a criação das Companhias Estaduais de Saneamento Básico (CESBs), para as quais destinava recursos para implantação ou melhoria de sistemas de água e esgoto. Assim, surgiram empresas como a paulista Sabesp, a mineira COPASA e a catarinense Casan.

De acordo com Kelman, presidente da Sabesp de 2015 a 2018, o governo federal acertou "ao definir que o serviço de saneamento precisaria ter escala". O Planasa incentivava a regionalização da prestação de serviços, deixando de lado a ideia do município como unidade de concessão. "A partir daí, houve grande melhora na cobertura de água potável, mas nem tanto no tratamento de esgoto", diz o engenheiro.

O programa funcionou bem enquanto a ditadura militar teve capacidade de investimento, financiando as empresas estaduais. "O modelo se esfarelou a partir da década de 1980", recorda-se Rogério Tavares, vice-presidente de relações institucionais da Aegea.

Um dos objetivos do Planasa era atender 50% da população urbana do país com esgoto até 1980, como lembra Luana Pretto, presidente do Instituto Trata Brasil. Dados de 11 anos depois indicavam o país ainda longe dessa meta, com apenas 35%.

Ao ser extinto nos anos 1990, o plano deixou legados bem-sucedidos, como a companhia paranaense Sanepar, e outros longe da excelência, como a fluminense Cedae. "Além da falta de investimentos, a Cedae sofreu com a ingerência política", diz o engenheiro civil Márcio Santa Rosa sobre a empresa que foi concedida, em grande parte, à iniciativa privada no ano retrasado.

Temos no Brasil muito conhecimento científico para avançar com o saneamento, isso nunca faltou. O que falta é vontade política

Márcio Santa Rosa

coautor de "A Epopeia do Saneamento"

CAPÍTULO 5 - E AGORA?

O país deu um passo relevante em 2007, no segundo mandato de Luiz Inácio Lula da Silva (PT), com a lei que ampliou o rol de serviços dentro do que se entende como saneamento básico. Até então, falava-se em coleta e tratamento de esgoto, além de abastecimento de água. Desde então, drenagem, limpeza urbana e manejo de resíduos sólidos foram incorporados ao pacote.

Essa lei também contribuiu para aprimorar a regulação do setor. Não houve, contudo, um crescimento expressivo no atendimento à população desde então.

O mais recente episódio dessa história de séculos é o marco regulatório de 2020, que começou a ser gestado sob a administração de Michel Temer (MDB) e foi aprovado no governo de Jair Bolsonaro (PL).

A medida abriu caminho para uma participação maior de empresas privadas. Um aspecto essencial nesse sentido foi o rompimento dos chamados "contratos de programa", que permitiam que empresas estaduais de saneamento fossem contratadas por prefeituras sem licitação.

Luana Pretto avalia de modo positivo o novo marco. "São medidas que abrem a possibilidade para mais alternativas de investimento. Se o trabalho da companhia estadual está dando certo, excelente! Deve ser mantida [pela prefeitura responsável pela contratação]. Mas e os casos em que a empresa não consegue avançar rumo à universalização dos serviços? É preciso ter um plano B", afirma a presidente do Instituto Trata Brasil.

Ela recorre a dados de 2021 para estender sua argumentação. "Naquele ano, a Sabesp investiu R\$ 126 por habitante enquanto a média do Brasil foi R\$ 82. No Acre, por exemplo, foram R\$ 5. Em algumas regiões, há empresas sem dinheiro para promover essa universalização."

Jerson Kelman pensa de modo semelhante. Segundo ele, o novo marco "não obriga que a empresa de saneamento seja privada, mas permite que ela seja privada". Para ele, a natureza da empresa —pública ou privada— não deveria ser a principal preocupação, e sim se ela funciona bem ou não.

Não há, porém, consenso em torno do tema. Professor titular do departamento de engenharia sanitária e ambiental da Universidade Federal de Minas Gerais (UFMG), Leo Heller está entre os especialistas que criticam enfaticamente o novo modelo.

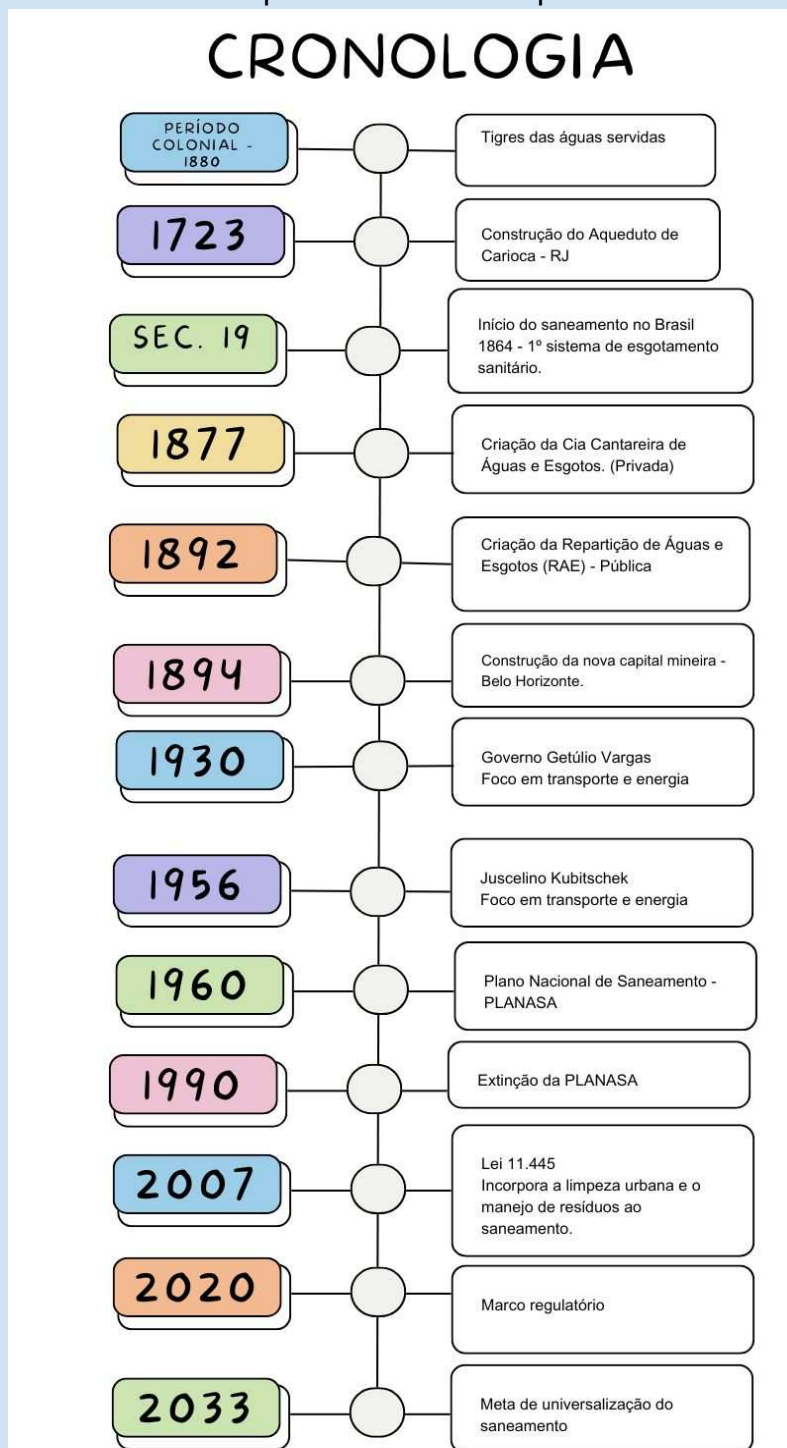
"[Essa medida] abre espaço para uma ampla participação privada, principalmente naqueles municípios com maior atratividade econômica", disse Heller à rádio da UFMG. Para ele, que também é pesquisador da Fiocruz, restará às empresas públicas as localidades que não interessam ao setor privado.

Em 2033, o ano apontado pelo novo marco como meta de universalização do saneamento, saberemos se as medidas se converteram em boa notícia, como a iniciativa pioneira de dom Pedro 2º, ou se acumulamos mais um fiasco, como no planejamento do sistema de esgoto de Belo Horizonte. Será, então, outra a história a ser contada.

Aula 03 - Histórico do saneamento

Apresentação do seminário sobre a reportagem do jornal “Folha de São Paulo” e construção da linha do tempo do saneamento básico.

Professor,
Abaixo se encontra um modelo para a linha do tempo.



Aula 04 - Legislação

- Recurso didático: computador ou smartphone com acesso a internet.

Professor,

A Lei Nº 14.026 de 15 de julho de 2020 atualiza o marco legal do saneamento básico e altera a [Lei nº 9.984](#), de 17 de julho de 2000, para atribuir à Agência Nacional de Águas e Saneamento Básico (ANA) competência para editar normas de referência sobre o serviço de saneamento.

1º momento: Visita ao site da Agência Nacional das Águas e Saneamento.

Professor,

Explore com os estudantes informações importantes sobre o site. Na aba “Assuntos” há um tópico específico sobre saneamento básico, por exemplo. Na aba “Centrais de conteúdo > Publicações > ODS 6” é possível introduzir o tema Objetivos de Desenvolvimento Sustentável que será mais explorado no painel interativo.

AGÊNCIA NACIONAL DAS ÁGUAS E
SANEAMENTO BÁSICO



Link de acesso: <https://www.gov.br/ana/pt-br>

2º momento: Análise dos indicadores da ODS 6 por meio do painel interativo.

Professor,

Juntamente com os estudantes, acesse o painel interativo e oriente sobre a coleta de informações. Retorne ao início do painel, e leia cada indicador que faz parte da ODS 6. Clique no indicador 6.1, discuta a meta e como o Brasil evoluiu ao longo dos anos para atendê-la.

Você pode também fazer a comparação entre as unidades de federação, em filtros, selecione por exemplo, Acre e Minas Gerais e verifique o gráfico gerado do indicador. Discuta os resultados.

Você pode fazer o mesmo para os outros indicadores que achar relevante.

PAINEL INTERATIVO
AGÊNCIA NACIONAL DAS ÁGUAS



Link de acesso: <https://app.powerbi.com/view>

3º momento: Verificação da aprendizagem

Professor,

Após a exposição, o aluno preencherá um questionário no Google Forms sobre os dados do painel interativo e os debates ocorridos em sala, para avaliar sua compreensão.

Formulário
Painel Interativo da ANA



Link de acesso: <https://forms.gle/Cy3hMqqYYLyjpkZ76>

Aula 05 - Qualidade da água

- Recurso: Relatório de qualidade da água da COPASA - impresso

Professor,

Se sua cidade não for atendida pela COPASA, será necessário buscar a entidade responsável pelo tratamento de água.

Se for atendida, acesse o site e faça a impressão do relatório de qualidade de água da sua cidade ou município.

Leia com os estudantes o relatório e os indicadores.

RELATÓRIO DE QUALIDADE
COPASA



Link de acesso: <https://www2.copasa.com.br/servicos/relatorioqualidade/index.html>

Figura A1 – Relatório da qualidade da água em Ribeirão das Neves de 2023



DESCRIÇÃO DO SISTEMA

O sistema de abastecimento de água de Ribeirão das Neves começou a ser operado pela Copasa em dezembro de 1975, sendo feito de forma integrada, a partir do sistema integrado da Região Metropolitana de Belo Horizonte (Sistema Rio das Velhas e Sistema Paraopeba). O tratamento da água é do tipo convencional. Atualmente, a vazão média distribuída à população é de 752,0 litros por segundo e a água produzida é distribuída através de 1.054.219 metros de redes de distribuição, para uma população de 276.988 habitantes.

PROTEÇÃO DOS MANANCIAIS

O Sistema Integrado da Bacia do Paraopeba é composto pelos sistemas Serra Azul, localizado em Juatuba; Rio Manso, em Brumadinho; e Várzea das Flores, em Betim. Esses mananciais estão protegidos por decretos estaduais que permitem, inclusive, a preservação de espécies da fauna e flora, muitas delas ameaçadas de extinção. O constante monitoramento dessas áreas, por parte dos técnicos da Copasa, possibilita a adoção de medidas que garantem a qualidade e quantidade das suas águas.

ETAPAS DO TRATAMENTO DA SUA ÁGUA

- 1- Oxidação/Metais - Esta etapa consiste na oxidação do ferro e manganês solúvel que se apresentam dissolvidos na água bruta. Para isto, aplica-se cloro ou um produto similar, pois eles tornam estes metais insolúveis na água, permitindo, assim, que eles sejam removidos nas etapas seguintes do tratamento.
- 2- Oxidação/Matéria Orgânica - Eventualmente, a água bruta captada apresenta algum tipo de matéria orgânica, havendo a necessidade de oxidação desta matéria. Neste caso, aplica-se o permanganato de potássio ou outro produto similar, que tem a função de reduzir este material para a forma inorgânica, permitindo assim, sua remoção nas outras etapas do tratamento.
- 3- Coagulação - É a formação de pequenos coágulos pelo agrupamento de partículas de sujeira em suspensão na água bruta, a partir da aplicação de produtos como Sulfato de Alumínio ou Cloreto Férrico. Em alguns casos, também é necessário corrigir o pH da água bruta, com a aplicação de cal.
- 4- Floculação - É a formação de flocos de sujeira, a partir da movimentação da água em tanques específicos dentro da Estação de Tratamento de Água - ETA. Quando misturados, esses flocos ficam maiores e mais pesados, facilitando a sua remoção.
- 5- Decantação - Nesta etapa, os flocos formados na etapa de floculação, acumulam-se no fundo dos tanques, pela ação da gravidade, separando-se da água.
- 6- Filtração - O filtro é constituído de um meio poroso granular, normalmente areia e antracito, de uma ou mais camadas, instalado sobre um sistema de drenagem, capaz de reter e remover as menores impurezas ainda presentes na água e não removidas nas etapas anteriores.
- 7- Desinfecção - A adição de cloro na água é feita antes da saída da estação de tratamento, para eliminar os organismos nocivos à saúde, garantindo também, a qualidade da água nas redes de distribuição e nos reservatórios domiciliares.

Dados da água distribuída referentes ao período: 01/2023 a 12/2023 - Portaria GM/MS nº 888/2021							
Nº de amostras							
Parâmetro da Qualidade	Unidade	Nº de Análises Requeridas	Nº de Análises Realizadas	Nº de Amostras fora dos padrões	Nº de Amostras dentro dos padrões	Valor Médio	Limites conforme legislação
Cloro Residual Livre	mg/L Cl	2040	2174	1	2173	1,48	0,2 a 5,0
Coliformes Totais	P/A	2040	2172	20	2152	99,08	Obs.
Cor Aparente	UH	1564	2174	14	2160	5,27	15
<i>Escherichia coli</i>	P/A	2040	2172	1	2171	99,95	Obs.
Turbidez	uT	2040	2174	29	2145	0,86	5

Observações:
 Para os parâmetros *Coliformes totais* e *Escherichia coli*, os valores médios não se aplicam. Está sendo apresentado o percentual de ausência.
Escherichia coli: Ausência em 100 mL.

Coliformes totais: O valor apresentado refere-se ao percentual de amostras que atende aos padrões de potabilidade no período, segundo o disposto na portaria:

- Sistemas ou soluções alternativas coletivas que abastecem menos de 20.000 habitantes: Apenas uma amostra, entre as amostras examinadas no mês pelo responsável pelo sistema ou por solução alternativa coletiva de abastecimento de água, poderá apresentar resultado positivo.
- Sistemas ou soluções alternativas coletivas que abastecem a partir de 20.000 habitantes: Ausência em 100 mL em 95% das amostras examinadas no mês pelo responsável pelo sistema ou por solução alternativa coletiva de abastecimento de água.

Este relatório também se encontra disponível no site www.copasa.com.br

Fonte: Site da COPASA. Disponível em: <https://www2.copasa.com.br/servicos> . Acesso em: 16 mar. 2023.

Professor, divida a sala em 5 grupos para a realização dos ensaios de tratamento de água que serão realizados nas aulas seguintes.

Grupo 1: Oxidação de metais

Grupo 2: Oxidação da matéria orgânica

Grupo 3: Coagulação e floculação

Grupo 4: Decantação e filtração

Grupo 5: Desinfecção, fluoretação e correção do pH

A proposta da atividade é que cada grupo apresente um pequeno ensaio de uma das etapas de tratamento da água que acontece nas estações de tratamento convencionais.

1. Pesquisar sobre a etapa de tratamento e responder às seguintes questões para criar uma apresentação para a turma:
 - 1.1. Qual a etapa de tratamento analisada e a finalidade desse tratamento?
 - 1.2. Qual a etapa que antecede esse tratamento? Qual sua finalidade?
 - 1.3. Qual a etapa posterior a esse processo?
 - 1.4. Como esse tratamento é realizado na ETA?
 - 1.5. Quais reagentes usados nessa etapa?
 - 1.6. Quais equipamentos usados nessa etapa?
 - 1.7. Quais as reações químicas envolvidas nessa etapa?
 - 1.8. Como é realizado o procedimento na ETA?
 - 1.9. Elaborar um ensaio, com materiais alternativos, que imite o processo feito na ETA.
 - 1.10. Se não for possível realizar o ensaio, poderá ser usado um vídeo autoral ou não, para demonstrar essa etapa.

2. Sobre a apresentação

- 2.1. Criar uma apresentação em mídia digital (powerpoint, canva, prezi...)
- 2.2. Colocar a referência da pesquisa, de acordo com as normas da ABNT, ao final da apresentação.
- 2.3. O grupo terá 15 minutos para apresentar o trabalho e o ensaio elaborado, explicando as reações químicas envolvidas.
- 2.3. Todos os integrantes do grupo deverão estudar sobre o tema, pois serão arguidos aleatoriamente.
- 2.4. As etapas do ensaio são complementares, sendo assim a sequência de apresentações será a sequência das etapas em que a água passa na ETA.

Aula 06 - Tratamento de água

- Recurso: computador ou smartphone com acesso à internet, artigos impressos pelo professor (plano B).

Nessa aula os estudantes irão realizar a pesquisa sobre a etapa de tratamento a qual o grupo ficou responsável, listar os materiais necessários e junto com o professor verificar a viabilidade do experimento. Caso algum grupo não consiga encontrar um experimento seguem sugestões de experimentos, mas primeiro deixe que o grupo busque a solução antes de entregá-la.

Cada grupo deverá juntamente com o professor verificar os materiais que já existem na escola e o que eles precisarão se organizar e trazer para a próxima aula.

A seguir é possível conferir as propostas de atividades experimentais que exemplificam o tratamento de água:

Oxidação do ferro

Materiais e reagentes:

- comprimido de sulfato ferroso
- água sanitária (hipoclorito de sódio)
- água da torneira
- gral e pistilo (ou socador de alho)
- bastão de vidro (ou colher descartável)
- funil de filtração (ou funil de plástico)
- suporte universal com argola (ou suporte de coar café)
- papel de filtro (ou papel de filtro de café 103)
- 3 béqueres de 100 mL (ou copos de vidro transparente)
- vidro conta gotas ou pipeta de Pasteur ou seringa sem agulha

Procedimento:

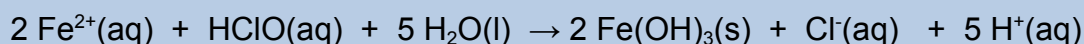
Para simular a oxidação de ferro na estação de tratamento, prepare uma amostra de água que tenha uma quantidade de ferro superior à permitida. Para isso, macere 1 comprimido de sulfato ferroso utilizando o gral e o pistilo. Após macerar, transfira o pó resultante para um béquer e solubilize em 100 mL de água de torneira, agitando com o bastão de vidro. Em seguida, realize a filtração da amostra, certificando-se de que a água esteja límpida, essa é a amostra de água que passará pelo processo de oxidação.

Encha uma seringa sem agulha com água sanitária e transfira para um frasco conta-gotas. Transfira 50 mL da amostra de água contendo ferro para um béquer limpo e seco, em seguida, adicione gota a gota a água sanitária, sob agitação. Será observada a formação de um precipitado avermelhado.

Após observada a formação do precipitado, realize uma nova filtração separando o precipitado avermelhado da água. Goteje mais água sanitária ao filtrado até não ser mais possível observar a formação de precipitado, indicando que todo o ferro presente na amostra foi removido.

Explicação:

O ferro presente no comprimido de sulfato de ferroso encontra-se no estado de oxidação 2+. Após maceração, diluição em água e filtração será obtida uma solução límpida contendo cátions solúveis de Fe(II), que apresentam coloração esverdeada, apesar de que em soluções muito diluídas a coloração seja difícil de ser observada. Ao acrescentar água sanitária, ocorre a oxidação do Fe(II) ao Fe(III) que apresenta coloração avermelhada e que, subsequentemente, forma um precipitado de hidróxido de ferro(III) insolúvel em água. Após a precipitação, o composto de ferro(III) pode ser removido da água por meio de filtração simples. A equação química que descreve a reação de oxidação do ferro(II) está apresentada abaixo:



Referências: MORUZZI, Rodrigo Braga; REALI, Marco Antonio Penalva. Oxidação e remoção de ferro e manganês em águas para fins de abastecimento público ou industrial – uma abordagem geral. *Revista de Engenharia e Tecnologia*, Ponta Grossa, v. 4, n. 1, p. 29-43, 2012.

Oxidação do manganês

Materiais e reagentes:

- sulfato de manganês
- água sanitária (hipoclorito de sódio)
- água da torneira
- balança analítica (ou balança de bolso)
- bastão de vidro (ou colher descartável)
- funil de filtração (ou funil de plástico)

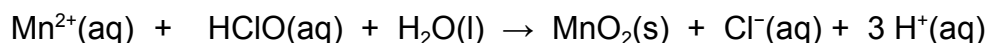
- suporte universal com argola (ou suporte de coar café)
- papel de filtro (ou papel de filtro de café)
- 3 béqueres de 100 mL (ou copos de vidro transparente)
- vidro conta-gotas ou pipeta Pasteur ou vidro vazio de adoçante

Procedimento:

Prepare uma solução de sulfato de manganês pesando 5 mg do reagente e adicionando 100 mL de água destilada (ou água de torneira). Transfira 50 mL da solução para um béquer e adicione gota a gota, água sanitária. Será observada a formação de um precipitado marrom que deverá ser separado da água por meio de filtração simples. Repita o processo empregando o filtrado até que não se observe mais a formação de precipitado, indicando que todo o manganês foi retirado da amostra.

Explicação:

O manganês presente no sulfato de manganês, está sob a forma de Mn(II), que é solúvel em água, formando uma solução incolor. Ao acrescentar água sanitária, ocorre a oxidação do Mn(II) a Mn(IV) que forma dióxido de manganês, uma espécie que apresenta coloração de marrom escuro e que é insolúvel em água. Após a formação do precipitado, o dióxido de manganês pode ser removido da água por meio de filtração simples. A equação química que descreve a reação de oxidação do manganês(II) ao manganês(IV) está apresentada abaixo:



Referências: MORUZZI, Rodrigo Braga; REALI, Marco Antonio Penalva. Oxidação e remoção de ferro e manganês em águas para fins de abastecimento público ou industrial – uma abordagem geral. *Revista de Engenharia e Tecnologia*, Ponta Grossa, v. 4, n. 1, p. 29-43, 2012.

Oxidação da matéria orgânica

Materiais e reagentes:

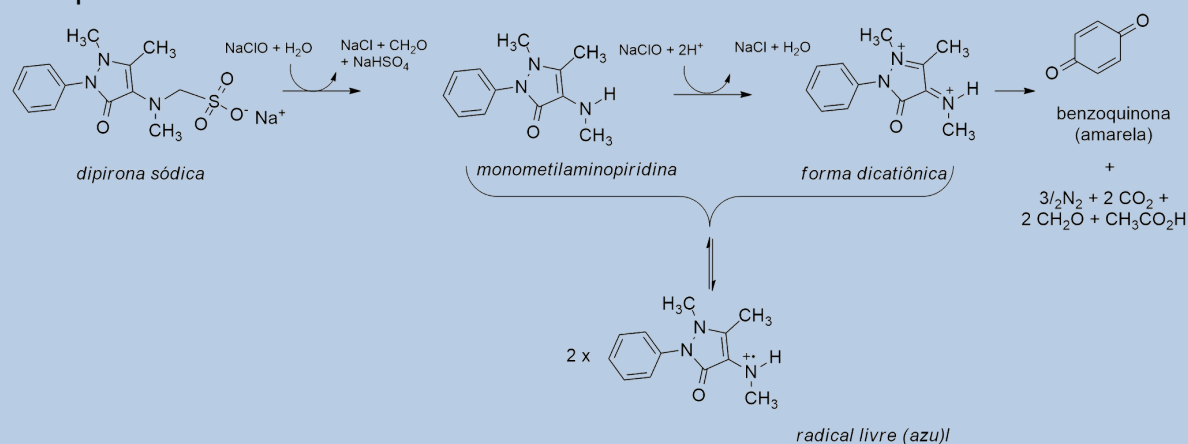
- Dipirona sódica em gotas;
- Água sanitária (hipoclorito de sódio);
- Água;
- Recipiente transparente

Procedimento:

Em um recipiente, adicione aproximadamente 250 mL de água. Adicione de cinco a dez gotas de dipirona na água. Por fim, coloque cerca de 30 mL de água sanitária e observe o que acontece.

Explicação:

A coloração da solução muda de maneira bem evidente para azul escuro e, posteriormente, para amarelo. Inicialmente a dipirona sódica é oxidada por hipoclorito de sódio, formando a monometilaminopirina que sofre nova oxidação dando origem a uma forma dicatiônica. Esta última é novamente oxidada dando origem à benzoquinona (amarela) e outras espécies. Durante a reação, uma oxirredução reversível entre a monometilaminopirina e a forma dicatiônica leva ao radical livre de coloração azul intensa. Mas, à medida que a forma dicatiônica é oxidada, o equilíbrio é deslocado no sentido do consumo do radical, levando ao desaparecimento da cor azul.



Professor(a), este experimento ilustra de forma particular a oxidação da matéria orgânica. Retomar, então, o relatório da Copasa enfatizando que a função dessa etapa é a transformação da matéria orgânica em moléculas menores que serão posteriormente removidas da água, pois a água que chega até a estação de tratamento carrega matéria orgânica de vários tipos, como carboidratos, proteínas e gorduras. Na reação descrita acima percebe-se a formação de moléculas menores ao final do processo de oxidação.

Referência:

SILVA, Diego Henrique Eloi da. EXPERIMENTAÇÃO NO ENSINO DE QUÍMICA E USO DAS COMPETÊNCIAS SOCIOEMOCIONAIS. Trabalho de Conclusão de Curso. Santo André, Universidade ABC, 2021.

Coagulação e floculação

Materiais e reagentes:

- 2 béqueres de 1000 mL (ou jarros transparentes de boca larga)
- 1 bastão de vidro (ou espeto de madeira para churrasco)
- 2 funis
- 2 papéis de filtro qualitativos (ou filtro de papel para coar café)
- 2 béqueres de 600 mL (ou copos de vidro)
- 1 pipeta de 1 mL (ou seringa descartável)

- 1 proveta de 50 mL (ou copinho de café descartável)
- Água a ser clarificada, obtida dispersando terra em água da torneira e filtrando em papel qualitativo (visando evitar acidentes e/ou contaminações, não se recomenda o emprego de água turva natural de rio ou represa)
- Água de cal (solução 0,02 mol/L de Ca(OH)_2 , vide preparação em Química Nova na Escola n.10, p. 52)
- Solução de sulfato de alumínio (0,9 mol/L de Al) ou de alumínio de potássio (0,18 mol/L de Al)
- Retroprojektor

Procedimento:

Coloque a água a ser clarificada, que simula uma água de represa, nos dois béqueres de 1 L até cerca da metade de sua capacidade e disponha os mesmos sobre um retroprojektor ligado, para serem iluminados de baixo para cima. Reserve um dos béqueres para comparação e adicione ao outro 1 mL de solução de sulfato de alumínio ou, alternativamente, 5 mL de solução de alumínio. Agite e em seguida acrescente aos poucos 50 mL de água de cal. Agite brandamente e deixe em repouso, observando os dois sistemas. Após cerca de 15 minutos, filtre separadamente os conteúdos dos dois béqueres e compare os dois filtrados, iluminados no retroprojektor.

Explicação:

Segundo Maia, Oliveira e Osório (2003, p. 49), “A química da coagulação é relativamente complexa, conforme discutido por Grassi (2001) e Singley (1998). As partículas coloidais de argilominerais, presentes em águas naturais turvas, apresentam cargas negativas e se repelem. Para serem removidas, essas impurezas coloidais devem se aglomerar previamente à decantação e à filtração. O termo coagulação refere-se à desestabilização dos colóides, provocada por agente químico adicionado, enquanto a floculação é o processo em que a agitação lenta proporciona condições para as partículas se aglutinarem, produzindo flocos suficientemente grandes.”

Referências: MAIA, Alessandra de Souza; OLIVEIRA, Wanda de; OSÓRIO, Viktoria Klara Lakatos. Da água turva à água clara: o papel do coagulante. Química Nova na Escola, n. 18, p. 49-51, 2003.

Decantação e filtração

Materiais e reagentes:

- Utilizar a amostra que foi obtida pelo grupo anterior para demonstrar a decantação.
- garrafa PET transparente
- algodão
- areia

- brita grande
- brita pequena
- carvão ativado (carvão de churrasco triturado)
- tesoura
- terra (para preparar uma amostra a ser filtrada)

Procedimento:

Faça vários furos na tampa da garrafa para permitir a passagem da água. Corte a garrafa a cerca de 1/3 a partir do bico e encaixe a parte superior cortada de cabeça para baixo dentro do corpo da garrafa, formando um funil. Com a garrafa tampada, monte o filtro na seguinte ordem: comece com uma camada de algodão no fundo, seguida por uma camada de brita grande, depois uma camada de brita pequena, uma camada de areia, e, em seguida, uma camada de carvão ativado. Para otimizar a filtração, adicione uma última camada de areia sobre o carvão ativado. Utilize uma amostra de água turva, como água misturada com terra, para testar a eficácia do filtro.

Explicação:

A brita e a areia permitem a remoção de partículas sólidas. O carvão ativado tem ação adsorvente, contribuindo para a desodorização e descoloração da água.

Referências: Duarte, M. de S., & de Souza, J. C. R. (2022). O FILTRO DE ÁGUA CASEIRO COMO POTENCIALIZADOR DO ENSINO DE CIÊNCIAS. *Revista Ciências & Ideias* ISSN: 2176-1477, 13(2), 169–180.
<https://doi.org/10.22407/2176-1477/2022.v13i2.1891>

Desinfecção

O experimento de desinfecção tem o intuito de mostrar que a água de abastecimento é tratada com agente desinfetante.

Materiais e reagentes:

- 2 béqueres de 250 mL (copo americano)
- bastão de vidro
- água destilada
- água de torneira
- vinagre
- iodeto de potássio
- farinha de milho

Procedimento:

Coloque 100 mL de água destilada em um béquer e 100 mL de água da torneira em outro béquer. Em seguida, acidifique as duas amostras com um pouco de vinagre. Acrescente algumas gotas da solução de iodeto de potássio em ambas

as amostras de água. Por último, acrescente um pouco de farinha de milho nas duas amostras e agite.

Explicação:

Se a água da torneira contiver cloro (Cl_2), a amostra adquirirá uma coloração azulada. A reação de oxirredução entre o cloro molecular e o iodeto leva a formação de ânions cloreto e iodo molecular. O iodo molecular, por sua vez, forma um complexo azul-escuro juntamente com o amido presente na farinha de milho. A realização do experimento com água destilada servirá como um controle negativo, visto que não será observada a formação do complexo azul nesta amostra.

Formação do iodo molecular: $\text{Cl}_2(\text{aq}) + 2 \text{KI}(\text{aq}) \rightarrow 2 \text{KCl}(\text{aq}) + \text{I}_2(\text{aq})$

Reação de complexação: $\text{I}_2 + \text{Amido} \rightarrow \text{Complexo azul-escuro}$

Referências: **CASTRO, Rodrigo Semião e; SARON, Alexandre.** Alternativa caseira para a quantificação do teor de cloro livre em água de abastecimento. In: **CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA SANITÁRIA E AMBIENTAL – ABES**, 30., 2019, Natal. *Anais...* Rio de Janeiro: ABES, 2019. Disponível em: https://abes-dn.org.br/anaiseletronicos/45_Download/TrabalhosCompletosPDF/VII-010.pdf. Acesso em: 12 mar. 2023.

Correção do pH

Materiais e reagentes:

- repolho roxo
- água da torneira
- ebulidor e bécquer de 1 litro (para ferver o repolho) ou liquidificador.
- tubos de ensaio (copos descartáveis transparente)
- ácido muriático (pH ~1)
- suco de limão (pH ~2)
- suco de laranja (pH ~3-4)
- vinagre (pH ~3)
- refrigerante (pH ~3-4)
- leite (pH ~6-7)
- detergente (pH ~7-8)
- sabão em barra (pH ~9-10)
- bicarbonato de sódio (pH ~8-9)
- amônia (pH ~11-12)
- água sanitária (pH ~11-12)
- soda cáustica (pH ~13-14) - manusear com cuidado.

Procedimento para a preparação da solução indicadora:

Opção 1: Ferva as folhas de repolho roxo em água por alguns minutos. Em seguida, filtre a mistura, separando o líquido roxo das folhas.

Opção 2: Bata as folhas de repolho roxo no liquidificador com água. Após a mistura ficar homogênea, filtre a mistura para separar o líquido das partes sólidas.

Experimento:

1. Numere os copos conforme a lista de substâncias a serem testadas, organizando-os de acordo com o pH aproximado.
2. Adicione um pouco de cada substância em seu respectivo copo. Se a substância for sólida, dissolva-a em uma pequena quantidade de água antes de prosseguir.
3. Acrescente algumas gotas da solução de repolho roxo a cada copo e observe as mudanças de cor. As diferentes cores formadas representarão uma escala de pH.
4. Após determinar a escala, adicione o suco de repolho roxo a uma amostra de água da torneira para verificar o pH desta. Observe a cor e compare com a escala previamente criada.
5. Para enriquecer a discussão, você pode criar uma amostra de água com pH alterado, adicionando ácido muriático ou amônia, por exemplo. Em seguida, ajuste o pH da amostra e observe a mudança de cor resultante.
6. Se a escola possuir fitas de pH ou um pHmetro digital, utilize-os para complementar o experimento e reforçar o conceito de pH com maior precisão.

Explicação:

O repolho roxo contém antocianinas que são pigmentos capazes de sofrer mudanças de cor com pequenas variações de pH do meio. Por conta disso, o extrato de repolho roxo pode ser usado para a confecção de uma escala de pH e para a detecção do pH de diversas amostras. As antocianinas apresentam coloração avermelhada em meios ácidos, roxa em meio neutro e esverdeada em meios básicos.

Referências: CUNHA, Márcia B. da; LIMA, Fernanda O. A saga do repolho roxo no ensino de química. *Química Nova na Escola*, São Paulo, v. 43, n. 3, p. 295-304, ago. 2022. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.21577/0104-8899.20160281>. Acesso em: 16 mar. 2023.

Fluoretação

Não foi encontrado na literatura, análise de fluoreto utilizando-se materiais alternativos. Recomenda-se portanto a aquisição de um colorímetro digital para a análise.

Aula 07 - Etapas do tratamento da água

- Recurso: cada grupo deverá trazer o material para realizar o ensaio do tratamento e o professor deverá separar o que tiver na escola (reagentes e vidrarias)

Essa aula deve ser destinada aos testes para verificar se o experimento escolhido vai dar certo para a apresentação.

Aula 08 - Etapas do tratamento da água

- Recurso: projetor multimídia, computador com acesso a internet, caixa de som, sala apropriada para apresentação.

Se todos os grupos conseguirem realizar seus ensaios e tiverem resultados satisfatórios em seus experimentos, essa aula será destinada para a apresentação dos grupos 1 e 2, caso contrário, destine a aula para novos testes e pesquisa.

Aula 09 - Etapas do tratamento da água

- Recurso: projetor multimídia, computador com acesso a internet, caixa de som, sala apropriada para apresentação.

Apresentação dos grupos 3 e 4.

Aula 10 - Etapas do tratamento da água

- Recurso: projetor multimídia, computador com acesso a internet, caixa de som, sala apropriada para apresentação, folha de ofício para atividade extraclasse.

Apresentação do grupo 5 e fechamento do tópico de tratamento de água.

Atividade extraclasse

Explicar aos estudantes como é feita uma planta simples de hidráulica residencial. Fazer um exemplo no quadro.

Entregar aos estudantes uma folha de ofício e pedir que desenhem a planta hidráulica da casa onde moram, indicando principalmente, onde a água chega e depois de utilizada qual seu destino, além de verificarem, se houver, caixas de passagem, de gordura e destino da água da chuva.

Aula 11 - Educação sanitária

- Recurso: desenho da planta hidráulica residencial.

Aula dialógica sobre o destino de efluentes e resíduos sólidos e seus impactos sociais e no tratamento de esgoto.

Professor,

Para iniciar a discussão, você pode pedir a um estudante que reproduza a planta hidráulica de sua residência no quadro e a partir daí discutir a necessidade de cada item na planta e o destino do efluente gerado. Verificar com outro estudante, se a planta hidráulica é diferente e utilizar como exemplo.

Aula 12 - Tratamento de esgoto

- Recurso: projetor multimídia, computador com acesso a internet, caixa de som, sala apropriada.

Retomar as discussões da aula anterior e em seguida apresentar o vídeo do manual do mundo sobre o tratamento de esgoto (9:19).

COMO É um SUPERTÚNEL de
ESGOTO por DENTRO? #Boravê!



Link de acesso: https://www.youtube.com/watch?v=E3I74m_fQqA

Professor,

Sugestão de leitura: Artigo da revista Química Nova na Escola, Tratando nossos esgotos: processos que imitam a natureza.

Tratando nossos esgotos:
processos que imitam a
natureza. QNESC



Link de acesso: <https://qnesc.sbg.org.br/online/cadernos/01/esgotos.pdf>

Aula 13 - Indicadores municipais de saneamento

- Recurso didático: computador ou smartphone com acesso a internet.

Pesquisa na internet sobre os indicadores de saneamento do município e relatório.

Pesquisar o percentual da população atendida pelos serviços de saneamento: acesso à água potável, coleta e destino de resíduos sólidos, coleta seletiva, drenagem de águas pluviais, tratamento de água e tratamento de esgoto.

Aula 14 - Educação sanitária

- Relatório dos indicadores de saneamento básico do município.

A proposta para essa aula é a discussão dos indicadores do saneamento básico municipal e seu impacto social, econômico e de saúde.

Aula 15 - Filme

- Recurso: projetor multimídia, computador com acesso a internet, caixa de som, sala apropriada.

Apresentação do filme “Saneamento básico, O Filme” (110 minutos)

SANEAMENTO BÁSICO, O FILME



Link de acesso: <https://www.youtube.com/watch?v=CuPjODnuQ7Y>

Aula 16 - Filme

- Recurso: projetor multimídia, computador com acesso a internet, caixa de som, sala apropriada.

Continuação da apresentação do filme.

Aula 17 - Filme

- Recurso: projetor multimídia, computador com acesso a internet, caixa de som, sala apropriada.

Continuação da apresentação do filme.

Aula 18

Aula dialógica para debater as questões apresentadas no filme.

Sugestão: Retomar as imagens obtidas da atividade extraclasse que foi orientada na Aula 1. Escolher uma situação específica de uma região familiar para os estudantes, como um local de depósito inadequado de lixo, esgoto a céu aberto ou outra questão de saneamento que exija a intervenção de órgãos municipais e da comunidade. Após a escolha da situação, os alunos simularão uma reunião como se fossem uma associação comunitária, semelhante à que foi apresentada no filme, com o objetivo de discutir e planejar uma intervenção para resolver o problema.

Para tornar esse momento mais interativo, cada estudante poderá assumir um papel, como representante da comunidade, membro de algum setor da prefeitura ou até mesmo o vizinho que está sempre por dentro das novidades do bairro. Essa dinâmica estimulará a participação ativa e a empatia, permitindo que os alunos explorem diferentes perspectivas e proponham soluções criativas e colaborativas.

Aula 19

Aula reservada para avaliações formais e outros eventos escolares.

Aula 20

Aula reservada para avaliações formais e outros eventos escolares.

Proposta da sequência didática como projeto interdisciplinar

Com as recentes mudanças no Novo Ensino Médio, cuja nova estrutura foi aprovada, ainda existem incertezas sobre quais disciplinas serão predominantes devido ao aumento na carga horária dos conteúdos de formação geral básica e a diminuição das aulas de itinerários formativos. No ano letivo de 2025, as turmas do Segundo Ano poderão seguir a sequência didática atual para a disciplina de “Saberes e Investigação da Natureza”. No entanto, caso a disciplina não seja mais ofertada, há a possibilidade de adaptar essa sequência didática em um Projeto Interdisciplinar, envolvendo todas as disciplinas de formação geral básica: Português, Matemática, História, Geografia, Filosofia, Sociologia, Educação Física, Artes, Química, Física e Biologia e Inglês/Espanhol.

A seguir, um quadro exemplifica as possíveis temáticas que podem ser abordadas em cada uma dessas disciplinas.

Quadro A3 - Sugestão de tópicos para Projeto Interdisciplinar

Disciplina	Sugestão	Habilidades e competências
Português	Exibição do filme: "Saneamento, o básico"	<p>"Produzir textos em diferentes gêneros e formas discursivas, considerando a intencionalidade, a situação comunicativa e o tema, utilizando recursos verbais, visuais, sonoros e digitais de maneira crítica, criativa e ética, para se expressar e partilhar informações, experiências, ideias e sentimentos em diferentes contextos."</p> <p>"Produzir resumos, resenhas, críticas, textos opinativos e argumentativos, demonstrando domínio das normas padrão da língua e das estratégias de construção textual."</p>
Matemática	Análise do Relatório da COPASA	<p>"Compreender e aplicar conceitos, procedimentos e atitudes relacionados à obtenção, sistematização e análise de dados quantitativos e qualitativos, para investigar fenômenos naturais, sociais e tecnológicos e tomar decisões com base em evidências."</p> <p>"Resolver e elaborar problemas que envolvam conversão de unidades de medida (comprimento, área, volume, massa, tempo, capacidade e temperatura) em sistemas de medida usuais."</p>
História	Leitura da reportagem do jornal "Folha de São Paulo"	<p>"Utilizar a oralidade em diferentes contextos e situações comunicativas, considerando as características dos gêneros orais e a relação entre os interlocutores, para expor e debater ideias e pontos de vista."</p> <p>"Planejar e apresentar seminários, palestras ou debates, utilizando diferentes recursos multimodais (como slides, vídeos, gráficos) e técnicas de exposição oral, considerando a organização das ideias e o público-alvo."</p>
Geografia	Exploração do Painel Interativo da ANA	<p>"Interpretar, analisar e comparar diferentes fontes de informações geográficas (textos, gráficos, tabelas, mapas, imagens, relatos orais e audiovisuais), para compreender as relações entre os elementos naturais e sociais que caracterizam o espaço geográfico."</p> <p>"Analisar criticamente os dados e indicadores sociais e ambientais, como saneamento básico, mortalidade, escolarização, entre outros, para compreender as desigualdades socioespaciais."</p>

Disciplina	Sugestão	Habilidades e competências
Física	Elaboração da planta hidráulica	<p>"Aplicar conceitos de física para resolver problemas relacionados a fenômenos e sistemas que envolvem a dinâmica dos fluidos, como circulação de fluidos em tubulações, sistemas hidráulicos e pneumáticos."</p> <p>"Modelar e analisar sistemas hidráulicos e pneumáticos, considerando aspectos como pressão, vazão e resistência dos materiais, e representá-los graficamente em plantas e diagramas."</p>
Química	Experimentos do tratamento de água	<p>"Investigar e compreender os processos e técnicas de tratamento da água e esgoto, analisando os impactos ambientais e a importância para a saúde pública e o desenvolvimento sustentável."</p> <p>"Realizar e interpretar experimentos e simulações que envolvam processos de tratamento de água, como coagulação, floculação, filtração e desinfecção, para entender a eficiência e a aplicação dessas técnicas."</p>
Biologia	Doenças decorrentes da falta de saneamento	<p>"Compreender as interações entre os seres vivos e o ambiente, identificando e analisando os impactos das condições ambientais e dos fatores socioeconômicos na saúde humana e na qualidade de vida."</p> <p>"Analisar e compreender os impactos da falta de saneamento básico na saúde pública, investigando a relação entre condições ambientais inadequadas e a ocorrência de doenças transmissíveis e infecciosas."</p>
Artes	Registro fotográfico e confecção de vídeo	<p>"Utilizar diferentes linguagens artísticas, como a fotografia e o vídeo, para expressar e comunicar ideias, investigar e refletir sobre questões sociais e ambientais, e criar narrativas visuais e audiovisuais."</p> <p>"Produzir vídeos que abordem temas sociais e ambientais, utilizando recursos visuais e sonoros para criar narrativas que provoquem reflexão e discussão sobre as condições de vida e a importância do saneamento básico."</p>

Disciplina	Sugestão	Habilidades e competências
Educação física	Análise de reportagem sobre o rio Sena, nas olimpíadas que ocorreram na França em 2024.	<p>"Compreender e promover práticas de vida saudável, considerando a influência de fatores ambientais, como o saneamento, na saúde e no bem-estar físico e mental."</p> <p>"Promover e participar de atividades que abordem a relação entre ambiente, saúde e qualidade de vida, enfatizando a importância de um ambiente saudável para o desempenho físico e a saúde geral."</p>
Sociologia	Estudo da legislação e dados do impacto do saneamento na Educação.	<p>"Analisar e compreender a relação entre estruturas sociais e políticas, como o impacto da legislação sobre o saneamento básico e as suas implicações para a saúde e qualidade de vida das comunidades."</p> <p>Analisar a legislação e políticas públicas sobre saneamento e seus impactos sociais.</p>
Filosofia	Estudo da ODS 6	<p>"Debater e argumentar sobre temas relacionados ao bem-estar coletivo, justiça social e direitos humanos, relacionando-os com as políticas de saneamento e suas implicações para a qualidade de vida."</p>

Fonte: A autora.