

UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO DE JANEIRO  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENSINO DE QUÍMICA  
INSTITUTO DE QUÍMICA  
**MARCUS AURELIO GOMES DA ROCHA**

**RECURSOS HÍDRICOS:** dialogando com Freire em aulas de química para o  
segundo ano do ensino médio

**RIO DE JANEIRO**  
**2023**

Marcus Aurelio Gomes da Rocha

**RECURSOS HÍDRICOS:** dialogando com Freire em aulas de química para o  
segundo ano do ensino médio

Dissertação apresentada ao Programa Pós-Graduação em Ensino de Química (PEQUI), do Instituto de Química (IQ), da Universidade Federal do Rio de Janeiro (UFRJ), como parte dos requisitos necessários à obtenção do título de mestre em Ensino de Química.

**Orientadoras:** Profa. Dra. Priscila Tamiasso-Martinhon  
Profa. Dra. Célia Regina Sousa da Silva  
Profa. Dra. Maria de Lourdes da Silva

RIO DE JANEIRO

2023

MARCUS AURELIO GOMES DA ROCHA

**RECURSOS HÍDRICOS: dialogando com Freire em aulas de química para o segundo ano do ensino médio**

Dissertação apresentada ao Programa Pós-Graduação em Ensino de Química (PEQUI), do Instituto de Química (IQ), da Universidade Federal do Rio de Janeiro (UFRJ), como parte dos requisitos necessários à obtenção do título de mestre em Ensino de Química.

Aprovada em 01 de dezembro de 2023.

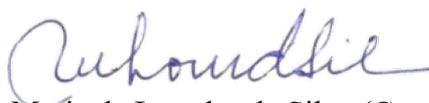
**BANCA EXAMINADORA**



Profa. Dra. Priscila Tamássio Martinhon (Orientadora)  
IQ – Universidade Federal do Rio de Janeiro



Profa. Dra. Célia Regina Sousa da Silva (Coorientadora)  
IQ – Universidade Federal do Rio de Janeiro



Profa. Dra. Maria de Lourdes da Silva (Coorientadora)  
IQ – Universidade do Estado do Rio de Janeiro



Profa. Dra. Jussara Lopes de Miranda  
IQ – Universidade Federal do Rio de Janeiro



Profa. Dra. Ana Cristina Simões Rosa  
ENSP – Fundação Oswaldo Cruz

RIO DE JANEIRO

2023

## CIP - Catalogação na Publicação

A927r Aurelio Gomes da Rocha, Marcus  
RECURSOS HÍDRICOS: dialogando com Freire em  
aulas de química para o segundo ano do ensino médio  
/ Marcus Aurelio Gomes da Rocha. -- Rio de Janeiro,  
2023.  
135 f.

Orientadora: Priscila Tamiasso-Martinhon.  
Coorientador: Célia Regina Sousa da Silva e  
Maria de Lourdes da Silva.  
Dissertação (mestrado) - Universidade Federal do  
Rio de Janeiro, Instituto de Química, Programa de Pós  
Graduação em Ensino de Química, 2023.

1. Ensino de Química. 2. Abordagem Temática. 3.  
Recursos Hídricos. I. Tamiasso-Martinhon, Priscila,  
orient. II. Maria de Lourdes da Silva, Célia Regina  
Sousa da Silva e, coorient. III. Título.

*Dedico este trabalho a todos aqueles que contribuíram para minha formação, como cidadão e como profissional, mas principalmente ao meu avô Crélio e ao meu padrinho Délcio.*

## AGRADECIMENTOS

À Oxalá e a todos anjos e santos por estarem sempre presentes em minha vida.

À minha mãe Mirian Gomes da Rocha, mesmo sem ter cumprido nem a primeira etapa da educação básica, por acreditar que a educação é fundamental para uma vida digna.

Ao meu pai Clério Pereira da Rocha, por toda sua alegria e palavras acreditando que o pai é antes de mais nada nosso melhor amigo, um exemplo de determinação e luta, me apresentando conteúdo teóricos de química, mesmo sendo apenas um operário da indústria, fazia questão de ter conhecimento teórico.

À minha companheira Tamara de Oliveira Nascimento por seu amor e compreensão, entendendo que minha carga de trabalho e estudo impede que eu dedique mais tempo a família.

Ao meu avô Crélio Luiz da Rocha, um exemplo de trabalho duro, que mesmo depois de aposentado, continuou fazendo mutirão para levar água para a comunidade, formando assim minhas primeiras memórias do problema em que me dediquei a estudar nesta pesquisa.

Ao meu tio e padrinho Délcio Pereira da Rocha, mesmo sem uma educação formal, era um autodidata, e em sua oficina de ourivesaria, ainda na minha infância, me apresentou a arte da química na prática, realizando fundições, separação de metais por digestão ácida, o que eu viria a aprender formalmente como eletroquímica.

Aos meus alunos, colegas e direção do CIEP Brizolão 376 e Colégio Estadual Sargento Wolff, que me incentivam a continuar estudando a fim de colaborarmos para construção de um ensino melhor. Principalmente aos professores Marcelo Ribeiro Salles, Diogo Nascimento, Josias Pereira e a professora Jacira de Assis por me mostrarem que mesmo com uma carga horária excessiva a que os professores da educação básica são submetidos, é possível conquistar títulos acadêmicos nas melhores universidades do País.

As professoras Gabriela Salomão Pinho e Maria Celiana Pinheiro Lima por me motivarem na busca por um trabalho diferenciado na educação, e me incentivarem a retornar para a universidade após anos de distanciamento, acreditando que eu poderia evoluir profissionalmente.

Ao Programa de Pós-Graduação em Ensino de Química (PEQui) da Universidade Federal do Rio de Janeiro (UFRJ), por ter me dado a oportunidade de progredir em minha formação acadêmica.

Ao professor Joaquim Fernando Mendes da Silva, por ter me recebido com muito carinho quando retornei à universidade, por suas inúmeras contribuições em minha formação, e sempre valorizando meu trabalho na educação básica.

Ao Grupo Interdisciplinar de Educação, Eletroquímica, Saúde, Ambiente e Arte (GIEESAA) e Grupo Interinstitucional e Multidisciplinar de Ensino, Pesquisa e Extensão em Ciências (GIMEnPEC) pelo suporte logístico, em especial aos amigos Igor Dessupoio, Hysdras Nascimento, Ramon da Conceição, Ariana Liporace e Taynara Brito que apoiaram principalmente na reta final.

Às minhas orientadoras Priscila Tamiasso-Martinhon, Célia Regina Sousa da Silva e Maria de Lourdes da Silva pelo carinho, compreensão e disponibilidade para me atender sempre que possível.

Ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) na luta pela manutenção do fomento da pesquisa científica e tecnológica e incentivar a formação de pesquisadores brasileiros, em um período de muitos ataques à ciência no âmbito nacional. Destacando a coragem dos 52 coordenadores da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior – Brasil (CAPES) que pediram demissão como repúdio a política que precarizou os programas de Pós-Graduação das universidades públicas em detrimento de interesses privados.

*“Só há duas opções nesta vida: se resignar ou se indignar. Eu não vou me resignar nunca”*

(Darcy Ribeiro)

## RESUMO

DA ROCHA, Marcus Aurelio Gomes. **RECURSOS HÍDRICOS:** dialogando com Freire em aulas de química do ensino médio. Rio de Janeiro, 2023. 134f., Dissertação (Programa Pós-Graduação em Ensino de Química - PEQUI) – Instituto de Química, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2023.

A presente pesquisa foi motivada pela vivência do autor diante do problema que aflige há décadas a população do município de Belford Roxo, localizado no estado do Rio de Janeiro, acerca da precariedade do serviço de abastecimento de água potável. Em relação ao cunho didático-pedagógico, a frente adotada é uma associação de atividades experimentais com uma abordagem temática capaz de promover uma aprendizagem de conteúdo específico da disciplina de química de maneira contextualizada, dentro de uma situação vivenciada pela comunidade escolar. O trabalho foi aplicado em uma escola da rede estadual do Rio de Janeiro, no Bairro do Lote XV, no município em questão, envolvendo três turmas do 2º ano do Ensino Médio, com um total de 80 alunos, durante o ano letivo de 2019. A metodologia adotada foi baseada na Abordagem Temática de Delizoicov, dividindo as intervenções pedagógicas em três etapas: problematização inicial, organização do conhecimento e aplicação do conhecimento. A primeira etapa foi baseada nos princípios de Freire, envolvendo consultas à comunidade escolar, análise de documentos da escola e inclusão dos estudantes na discussão. A segunda etapa seguiu fases de codificação, decodificação e redução temática, buscando compreender o problema da falta d'água local em um contexto global, com base em uma variedade de fontes de informação. Selecionamos os tópicos trabalhados baseado em um estudo envolvendo documentos fornecidos pela ONU, diversos dispositivos legais, com foco na resolução nº 357 de 2005 do Conselho Nacional do Meio Ambiente. A terceira etapa ocorreu no último bimestre de 2019, com atividades práticas em sala de aula que incluíram discussões, experimentação e elaboração de laudos físico-químicos, seguidas de avaliação das atividades através de questionários. Como produtos desta dissertação, foi confeccionado um livreto temático e elaborado uma maleta kit para realização de atividades experimentais envolvendo testes de salinidade, turbidez, sólidos totais dissolvidos, pH, dureza e amônia em amostras de água consumida pelos estudantes em suas residências. O material foi utilizado ao longo de cinco atividades, dentro de aulas de dois tempos, onde foi possível constatar uma grande motivação dos estudantes durante o processo de ensino e aprendizagem e ao seu final, quando produziram um laudo técnico sobre as amostras de água que analisaram.

**Palavras-chave:** Ensino de Química, Abordagem Temática, Recursos Hídricos.

## ABSTRACT

DA ROCHA, Marcus Aurelio Gomes. **WATER RESOURCES:** talking to Freire in high school chemistry classes. Rio de Janeiro, 2023. 134p. Dissertation (Programa Pós-Graduação em Ensino de Química – PEQUI) – Institute of Chemistry, Federal University of Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2023.

The present research was motivated by the author's experience with the longstanding issue afflicting the population of Belford Roxo municipality, located in the state of Rio de Janeiro, regarding the precariousness of the drinking water supply service. In terms of its didactic-pedagogical approach, the strategy adopted combines experimental activities with a thematic approach capable of promoting contextualized learning of specific chemistry content within a situation experienced by the school community. The study was conducted at a public school in the Lote XV neighborhood of the aforementioned municipality, involving three 2nd-year classes of High School, totaling 80 students, during the 2019 school year. The methodology adopted was based on Delizoicov's Thematic Approach, dividing pedagogical interventions into three stages: initial problematization, organization of knowledge, and application of knowledge. The first stage was based on Freire's principles, involving consultations with the school community, analysis of school documents, and student involvement in discussions. The second stage followed phases of coding, decoding, and thematic reduction, seeking to understand the local water shortage problem in a global context, based on a variety of information sources. We selected the topics based on a study involving documents provided by the UN, various legal instruments, focusing on Resolution No. 357 of 2005 from the National Council for the Environment. The third stage took place in the last bimester of 2019, with practical classroom activities including discussions, experimentation, and preparation of physical-chemical reports, followed by evaluation of the activities through questionnaires. As products of this dissertation, a thematic booklet was produced and a kit case was developed for carrying out experimental activities involving tests for salinity, turbidity, total dissolved solids, pH, hardness, and ammonia in water samples consumed by students in their homes. The material was used over five activities, within two-class periods, where a high level of student motivation was observed during the teaching and learning process and at its conclusion, when they produced a technical report on the water samples they analyzed.

**Keywords:** Teaching Chemistry, Thematic Approach, Water Resources.

## PRELÚDIO

Nasci em 30 de abril de 1976 na cidade de Paracambi, no estado do Rio de Janeiro (RJ) e aos quatro anos me mudei para Belford Roxo. Nesta cidade concluí meu primeiro ciclo do Ensino Fundamental. Na época, 1º ao 4º ano, todo em escola pública. Devido à violência na cidade, minha família chegou a se mudar três vezes em um mesmo ano, e precisei trocar de escola várias vezes no mesmo ano letivo. Ainda no Ensino Fundamental já possuía o desejo de estudar ciências, como na década de 1990 não existiam cursos técnicos públicos de química na região, realizei meu curso técnico de química na extinta Escola Técnica Belford Roxo.

Após alguns anos trabalhando como técnico em química decidi fazer o curso de Licenciatura em Química, ingressei no curso de licenciatura em química em 2000 na Universidade Federal do Rio de Janeiro (UFRJ) que foi concluído em 2008. Desde então, sou Professor Docente I na Rede Estadual de Educação do Rio de Janeiro (SEEDUC-RJ). Além disso, atuei como professor supervisor do Programa Institucional de Bolsas de Iniciação à Docência (PIBID) no Instituto Federal do Rio de Janeiro (IFRJ), Campus Duque de Caxias, com a oportunidade de participar da elaboração de atividades lúdicas e experimentais para formação crítica do aluno. Em nosso grupo, já foram produzidos e apresentados trabalhos nos mais importantes eventos nacionais sobre ensino de química, tais como eventos promovidos pela Sociedade Brasileira de Química (SBQ), no Congresso Brasileiro de Química (CBQ) e na Rede Rio, mais especificamente o Encontro Regional de Ensino de Química (EREQ) e no Encontro Nacional de Ensino de Química (ENEQ). Convém citar que um dos espaços mais utilizados foi a horta escolar, que gerou o trabalho “Experimentação num espaço alternativo: contextualizando o pH através da análise do solo da horta escolar” apresentado no 55º CBQ.

Na minha trajetória, venho buscando desenvolver, metodologias de ensino para unir teoria e prática, onde realizei projetos sobre a escassez de recursos hídricos e sobre o consumo de recursos energéticos, com a participação dos alunos em diversas feiras de ciências, culminando no recebimento do certificado de destaque ao incentivo à tecnologia e ciência oferecido pela Associação de Incentivo à Tecnologia e Ciência (ABRITEC), com o trabalho de construção e automação do sistema de irrigação para hortas escolares apresentado na Feira Brasileira de Ciência e Engenharia da Universidade de São Paulo (FEBRACE). Meu último trabalho, encontra-se em andamento que é um clube de ciências implantado no CIEP Brizolão Cláudio Coutinho, localizado na cidade de Belford Roxo, RJ. No clube de ciências promovemos encontros para desenvolvimento de projetos e estudos de ciências, que culminou na construção de uma mini geladeira, utilizando placas termelétricas com aplicação de conceitos de

termoquímica. Esse último projeto foi utilizado como tema de conclusão do curso de especialização em ensino de química nesta ilustre instituição.

Diante dessas considerações, observei a possibilidade de fortalecer minha formação buscando alcançar excelência profissional em uma área de importante repercussão para a sociedade atual e futura. Nesse contexto, propomos trabalhar em um projeto que vai além de nossa formação acadêmica, pois nosso tema de pesquisa é um projeto de vida, uma vez que envolve um problema que aflige nossa comunidade desde que formei minhas primeiras memórias na infância. Além disso, pretendo utilizar minha posição como professor da educação básica para incentivar o desenvolvimento do pensamento crítico em nossa comunidade diante de problemas sociais que poderiam ser resolvidos com um pouco mais de empenho por parte de nossos representantes políticos.

## LISTA DE FIGURAS

	página
Figura 1 - Principais sistemas de abastecimento público de água do Rio de Janeiro.....	64
Figura 2 - Sistemas interligados de abastecimento da Metrópole do Rio de Janeiro.....	65
Figura 3 - Gráfico com informações sobre a titulação acadêmica dos docentes consultados.....	90
Figura 4 - Gráfico com disciplinas de atuação dos docentes.....	90
Figura 5 - Gráfico com tempo de atuação na escola.....	91
Figura 6 - Gráfico com a identificação dos municípios onde os docentes residem.....	91
Figura 7 - Gráfico com a percepção dos professores sobre a falta de água nas escolas em que trabalham.....	92
Figura 8 - Gráfico com a percepção sobre a falta de água onde residem.....	92
Figura 9 - Gráfico sobre a importância de atividades contextualizadas e experimentais para melhoria da aprendizagem.....	93
Figura 10 - Mapa sobre a acessibilidade hídrica da população consultada.....	96
Figura 11 - Gráfico com o mapeamento da escassez hídrica nas comunidades locais.....	99
Figura 12 - Gráfico com tipo de fonte de utilizada para obter água e suas aplicações diárias.....	100
Figura 13 - Fotografia da maleta kit, mini laboratório para análise de água.....	109

Figura 14 - Registro fotográfico do início da atividade 1.....	113
Figura 15 - Registro fotográfico da apresentação dos resultados da pesquisa sobre acessibilidade hídrica.....	114
Figura 16 - Registro fotográfico da análise de salinidade à esquerda e turbidez à direita.....	116
Figura 17 - Registro fotográfico da realização da análise de dureza, partindo da leitura do roteiro.....	117
Figura 18 - Registro fotográfico da produção dos laudos.....	118

## LISTA DE QUADROS

	página
Quadro 1 - Atendimento com rede de água pelo Sistema Guandu/Lajes/Acari, evolução 2000-2020 por município.....	66
Quadro 2 - Dados das dissertações selecionadas.....	71
Quadro 3 - Como cidadão e como professor, você considera que os temas saneamento básico e recursos hídricos têm algum impacto na formação crítica dos estudantes ou na realidade deles? Contextualize a resposta.....	94
Quadro 4 - Apontamentos que possivelmente contribuíram para a realização de um trabalho contextualizado em relação ao tema.....	95
Quadro 5 - Respostas sobre a importância da abordagem dos recursos hídricos na escola.....	100
Quadro 6 - Informações específicas que os participantes gostariam de receber com a abordagem do tema.....	101
Quadro 7 - Questionamento sobre quais disciplinas poderiam trabalhar com o tema.....	102
Quadro 8 - Esquema da sequência das etapas trabalhadas na legitimação do tema até a produção do material didático.....	105
Quadro 9 - Definições contidas no artigo 2, capítulo 1.....	106
Quadro 10 - Relação do conteúdo estabelecido pelo currículo mínimo dentro do contexto do projeto.....	111
Quadro 11 - Respostas dos estudantes sobre o uso de outros temas seguindo a metodologia apresentada.....	120
Quadro 12 - Respostas sobre o desejo do uso da abordagem temática em outras disciplinas.....	120

## LISTA DE SIGLAS E ABREVIATURAS

ABRH	- Associação Brasileira de Recursos Hídricos
ABRITEC	- Associação de Incentivo à Tecnologia e Ciência
ANA	- Agência Nacional das Águas
ANEEL	- Agência Nacional de Energia Elétrica
CAPES	- Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior
CBQ	- Congresso Brasileiro de Química
CEAA	- Contas Econômicas ambientais da Água
CEDAE	- Companhia Estadual de Águas e Esgoto
CF	- Constituição Federal
CONAMA	- Conselho Nacional do Meio Ambiente
CNBB	- Confederação Nacional dos Bispos do Brasil
CTS	- Ciência, Tecnologia e Sociedade
EDTA	- Ácido etilenodiamino tetra-acético
ENEQ	- Encontro Nacional de Ensino de Química
EREQ	- Encontro Regional de Ensino de Química
ETA	- Estação de Tratamento de Água
FEBRACE	- Feira Brasileira de Ciência e Engenharia da Universidade de São Paulo

GIZGmbH	-	Cooperação Alemã para o desenvolvimento sustentável por meio da Deutsche Gesellschaft für Internationale Zusammenarbeit
IBGE	-	Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
IFRJ	-	Instituto Federal do Rio de Janeiro
INEA	-	Instituto Estadual do Ambiente
MMA	-	Ministério do Meio Ambiente
ONG	-	Organização Não Governamental
ONU	-	Organização das Nações Unidas
ONS	-	Operador Nacional do Sistema Elétrico
PCN+	-	Orientações Educacionais Complementares aos Parâmetros Curriculares
PEQui	-	Programa de Pós-Graduação em Ensino de Química
PEQUIS	-	Projeto de Ensino de Química e Sociedade
PLANSAB	-	Plano Nacional de Saneamento Básico
PMBR	-	Prefeitura Municipal de Belford Roxo
PNRH	-	Política Nacional de Recursos Hídricos
REBRIP	-	Rede Brasileira de Integração de Povos
REDUC	-	Refinaria Duque de Caxias
RMRJ	-	Região Metropolitana do Rio de Janeiro

Rio+20	- Conferência das Nações Unidas sobre Desenvolvimento Sustentável
SBQ	- Sociedade Brasileira de Química
SBIO	- Secretaria de Biodiversidade
SEEA-Water	- System of Environmental-Economic Accounts for Water
SD	- Sequência Didática
SEI	- Sequência de Ensino por Investigação
SEEDUC-RJ	- Secretaria Estadual de Educação do Rio de Janeiro
SINGREH	- Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos
SNIS	- Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento
SRHQ	- Secretaria de Recursos Hídricos e Qualidade Ambiental
UERJ	- Universidade do Estado do Rio de Janeiro
FEBF	- Faculdade de Educação da Baixada Fluminense
UFRJ	- Universidade Federal do Rio de Janeiro
UNICEF	- Fundo Internacional de Emergência das Nações Unidas para a Infância
UNSD	- Divisão de Estatística das Nações Unidas

## SUMÁRIO

	página
<b>1 INTRODUÇÃO.....</b>	<b>23</b>
1.1 JUSTIFICATIVA.....	25
1.2 OBJETIVOS.....	26
1.2.1 Objetivo Geral.....	26
1.2.2 Objetivos Específicos.....	26
<b>2 REFERENCIAIS EPISTEMOLÓGICOS.....</b>	<b>27</b>
2.1 TEORIA HUMANISTA EM DIÁLOGO COM A PERSPECTIVA FREIREANA.....	27
2.2 ENSINO DE QUÍMICA E DAS CIÊNCIAS PARA A CIDADANIA.....	30
2.3 O ENSINO DE QUÍMICA PODE SER MAIS POLÍTICO?.....	32
2.4 ABORDAGEM TEMÁTICA.....	35
<b>3 EM BUSCA DA ÉTICA E DOS DIREITOS SOCIAIS NOS DISCURSOS SOBRE RECURSOS HÍDRICOS.....</b>	<b>37</b>
3.1 A HEGEMONIA DO RACIONALISMO TÉCNICO SOBRE A GESTÃO PARTICIPATIVA.....	38
3.2 A IMPOSIÇÃO DO SABER CIENTÍFICOS <i>VERSUS</i> A MULTIPLICIDADE DE SABERES: DA DIFERENÇA À DESIGUALDADE.....	40
3.3 A ILUSÃO DA PARTICIPAÇÃO SOCIAL NA POLÍTICA NACIONAL DOS RECURSOS HÍDRICOS.....	43

3.4	OS OBJETIVOS DO DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL E OS RECURSOS HÍDRICOS.....	45
3.5	RECONHECIMENTO DO TEMA COMO SITUAÇÃO LIMITE VIVENCIADA NA COMUNIDADE.....	46
<b>4</b>	<b>O CONFLITO SOBRE RECURSOS HÍDRICOS.....</b>	<b>49</b>
4.1	OS DISPOSITIVOS LEGAIS E OS CONFLITOS NAS PRIORIDADES DE USO DAS ÁGUAS.....	50
4.2	O CUSTO DA URBANIZAÇÃO SOBRE FLUXO DAS ÁGUAS.....	54
4.3	COMPREENDENDO O PROBLEMA NO CONTEXTO URBANO.....	55
4.4	OS PRINCÍPIOS QUALITATIVOS COMO DEMANDA.....	57
4.5	INCONSISTÊNCIAS NOS DISPOSITIVOS LEGAIS E SEUS CONFLITOS.....	58
4.6	O PROBLEMA DA DISPONIBILIDADE NA REGIÃO.....	61
<b>5</b>	<b>METODOLOGIA.....</b>	<b>68</b>
5.1	PROBLEMATIZAÇÃO INICIAL.....	68
5.2	REVISÃO INTEGRATIVA.....	69
5.3	ANÁLISE E ORGANIZAÇÃO DO CONHECIMENTO.....	72
<b>5.3.1</b>	<b>Codificação e análise: escolha do tema como uma contradição local vivenciada pelos envolvidos dentro de um contexto global.....</b>	<b>72</b>
<b>5.3.2</b>	<b>Decodificação: legitimação dessas situações e sintetização em tema gerador.....</b>	<b>73</b>
<b>5.3.3</b>	<b>Redução temática: seleção dos conteúdos científicos para compreensão do tema e planejamento de ensino.....</b>	<b>73</b>

5.4	APLICAÇÃO DO CONHECIMENTO.....	75
5.4.1	Etapas do desenvolvimento em sala de aula.....	75
5.4.2	Avaliação das atividades.....	77
6	<b>RESULTADOS E DISCUSSÃO.....</b>	<b>78</b>
6.1	REVISÃO INTEGRATIVA DA LITERATURA.....	78
6.2	LEGITIMAÇÃO DO TEMA.....	89
6.2.1	<b>O diagnóstico local: O impacto da disponibilidade hídrica na RMRJ sobre a comunidade.....</b>	<b>97</b>
6.2.2	<b>Possíveis soluções locais.....</b>	<b>103</b>
6.3	A REDUÇÃO TEMÁTICA.....	104
6.3.1	Análise da legislação.....	104
6.3.2	Resumo da resolução n. 357, de 17 de março de 2005.....	106
6.3.3	Sobre o material didático teórico e a maleta kit para atividades experimentais.....	108
6.3.4	Curriculo mínimo, conteúdo abordado e contexto.....	110
6.3.5	Descrição e cronologia das atividades.....	111
6.3.6	Avaliação das atividades.....	118
7	<b>CONSIDERAÇÕES FINAIS.....</b>	<b>123</b>
8	<b>PERSPECTIVAS.....</b>	<b>124</b>
	<b>REFERÊNCIAS.....</b>	<b>125</b>

<b>APÊNDICE A -</b>	<b>QUESTIONÁRIO SOBRE ACESSIBILIDADE HÍDRICA</b>	<b>133</b>
<b>APÊNDICE B -</b>	<b>MATERIAL TEÓRICO SOBRE RECURSOS HÍDRICOS</b>	<b>134</b>
<b>APÊNDICE C -</b>	<b>QUESTIONÁRIO DE AVALIAÇÃO DAS ATIVIDADES.</b>	<b>135</b>

## 1 INTRODUÇÃO

A proposta do neoliberalismo para o problema dos gastos governamentais se alinha, geralmente, ao discurso de que é necessário reduzir investimentos para o bem-estar social (Chassot, 2016). Além disso, a ideia de privatizar bens públicos como alternativa para a saída de uma crise econômica vem sendo veiculada massivamente através das mídias, interferindo profundamente na opinião popular. Neste contexto, o ensino realizado em muitas escolas brasileiras vem sendo questionado. Tais debates tentam se legitimar a partir do baixo rendimento apontado pelos índices de avaliações em larga escala, nacionais e internacionais (Fialho; Mendonça, 2020). Contudo, este tipo de análise não dá conta de toda a complexidade dessa problemática e faz parte de um plano político para legitimar o desmonte da educação pública (Brito *et al.*, 2023; de Oliveira; Oliveira; Damasceno, 2023; Silva; Nascimento; Silva, 2023).

Nas entrelinhas desse posicionamento está o fato de que o ensino realizado nos espaços formais de aprendizagem ainda vem sendo carregado de valores dominantes, a serviço dos interesses puramente de mercado, em detrimento dos valores humanos (Santos, 2008). Essa abordagem na educação acaba sendo opressora, a medida em que reproduz uma ciência como um bem em si mesmo, a ser consumido e aceito sem questionamentos (Veras; Corrêa; Castro, 2019), daí a necessidade de se pensar novos papéis culturais e perspectivas educacionais (Santos, 1996). Como contraponto, tanto as pesquisas quanto a legislação têm apresentado estratégias de resistência docente, para superação dos desafios enfrentados, com propostas de ensino voltadas para a interdisciplinaridade, para a contextualização, e para a diversificação das atividades educativas (Maia, 2020).

No caso específico do ensino de química, alguns autores evidenciam que a prática pedagógica observada nesta disciplina geralmente se baseia em atividades descontextualizadas, dogmáticas e enciclopédicas, dificultando o desenvolvimento da curiosidade científica por parte dos estudantes (Zanon; Maldaner, 2015). Tal processo, quando associado somente à simbologia e linguagem específica da disciplina, com excesso de cálculos pouco intuitivos, tem promovido o desinteresse (discente e docente) daqueles que não enxergam utilidade nesse tipo de abordagem, contudo, alguns grupos de pesquisa vêm se dedicando a transformar este cenário (Oliveira e Miranda, 2023; Miranda *et al.*, 2022; Coelho *et al.*, 2020; Miranda *et al.*, 2018).

A escolha do tema surgiu espontaneamente da reflexão sobre uma série de problemas associados, em geral, ao abastecimento de água em regiões periféricas, e em específico, ao

município de Belford Roxo. Esta construção se deu a partir da análise de documentos oficiais sobre os recursos hídricos - como a Resolução nº 357 de 2005 do Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA) - e dos discursos que surgem em torno dos mesmos. Estas provocações perpassam a reflexão sobre questões importantes que devem ser abordadas durante o ensino de química (Brasil, 2005). A identificação de um conjunto de divergências e incoerências entre documentos oficiais, textos não-governamentais ou inseridos em um mesmo documento, pavimentou questionamentos se a origem dessas inconsistências ideológicas é intencional. Em outras palavras, se tais inconsistências estavam presentes no texto original, ou se surgiu da interpretação do texto/documento original durante a criação de documentos secundários.

O diálogo com o pedagogo Paulo Freire, que caracteriza e dá título ao trabalho, interagiu com os pressupostos do psicólogo Carl Rogers, do sociólogo português Boaventura de Souza Santos e do educador Attico Inacio Chassot. As ideias preconizadas por Carl Rogers (1985, 1973), Santos (1996), Freire (2016) e Chassot (2016) convergem à medida em que se alicerçam em práticas transformadoras como alternativa para o ensino tradicional.

Freire (2016) discorre sobre a transformação da curiosidade ingênua em curiosidade crítica durante a formação do educando, que está além do simples adestramento, se opondo a ideologia fatalista imposta pelo neoliberalismo de que a natureza não pode ser modificada. Rogers (1985, 1973) traz à tona que o potencial discente ao aprendizado, que é algo intrínseco ao educando, floresce à medida em que o docente constrói com seu aluno situações/problemas de vida em um clima de autonomia, liberdade e expressão de sentimentos. Boaventura de Souza Santos (1996) critica o uso do paradigma dominante da ciência moderna pelas ciências sociais, uma vez que por tais pressupostos, a única maneira de descrever e quantificar o mundo é através do determinismo mecanicista, pontuando, entretanto, que as ações humanas são subjetivas e não podem ser descritas dogmaticamente por métodos quantitativos. Chassot (2016) explana que uma parte da humanidade chegou ao novo milênio sem saber escrever seu nome ou ler um livro, principalmente na América Latina, fazendo com que grande parte dessas pessoas cheguem à idade adulta sem uma compreensão apropriada dos fenômenos científicos.

A partir do diálogo de Freire com os três autores supracitados, foi possível propor um recurso educacional, estruturado na e para a práxis docente, em que o ensino de química utilizando a temática “recursos hídricos”, amparada na percepção da qualidade da água presente nas residências e na escola dos envolvidos, visa uma educação para as humanidades. Assim, o presente trabalho compartilha reflexões acerca do emprego da temática “recursos hídricos” como eixo suleador para um ensino de química contextualizado. O recurso educacional elaborado e implementado envolveu o emprego de análises químicas da água como ferramenta

de ensino. A proposta procurou tecer conhecimentos úteis ao cotidiano discente, a partir da realidade geográfica a que este pertence, preconizando uma aprendizagem articulada com o dia a dia do aluno, envolvendo um problema real tanto a nível global como local. A intenção foi estimular o interesse dos estudantes pelas ciências da natureza, ao mesmo tempo em que o incentiva ao exercício da cidadania.

Esta perspectiva está voltada para a superação de dificuldades cotidianas, e para o cumprimento da lei, não somente em contextos locais, mas sim em contextos globais desde que devidamente interpretada. Ou seja, as propostas compartilhadas neste trabalho buscam auxiliar a aprendizagem de conceitos relativos às ciências da natureza, durante a construção de habilidades capazes de relacionar os saberes escolares ao cotidiano. Nesta perspectiva, os alunos tornam-se autores no processo de ensino e aprendizagem, a partir da produção de laudos próprios de qualidade para a água consumida por eles. É possível também que os laudos sirvam como um medidor da efetividade da proposta.

## 1.1 JUSTIFICATIVA

Ao longo de sua história, a humanidade recorreu à natureza para obtenção de materiais úteis ao seu dia a dia. Devido aos modelos econômicos, o modo de produção e a política de consumo adotada nos últimos séculos, a urgência das questões ambientais tornou-se elemento da temática mundial. O estilo de vida predatório e ultra neoliberalista empregado por diversas sociedades ao redor do mundo, vem aumentando os impactos negativos sobre o meio ambiente, contribuindo para uma diminuição na qualidade de vida da população (Cruz; Melo; Marques, 2016). Os recursos hídricos destacam-se entre os vários sistemas impactados por tais ações, uma vez que a água é fundamental à vida, justificando a importância de um ensino que possibilite uma leitura crítica de mundo (CNBB, 2004).

Diante do desafio persistente que assola há décadas a população do município de Belford Roxo, relacionado à precariedade no serviço de abastecimento de "água potável", foi pensado e estruturado um projeto que não apenas contribua para o avanço das pesquisas sobre a escassez hídrica, mas que também aprofunde o entendimento das causas subjacentes ao problema e apresente soluções viáveis dentro de nossa realidade. A escolha do tema surgiu da identificação do problema crônico da falta de água no município de Belford Roxo e o emprego da temática escolhida aparece como uma alternativa para um ensino de química que possa ser transformador. A relevância deste trabalho consiste no desenvolvimento de práticas

pedagógicas voltadas para uma educação onde os sujeitos, que se encontram oprimidos por um sistema disciplinador, possam se posicionar criticamente diante de um sistema de poder.

## 1.2 OBJETIVOS

Os objetivos deste trabalho foram divididos em geral e específicos para facilitar a compreensão da metodologia utilizada e sua finalidade.

### 1.2.1 Objetivo Geral

Compartilhar reflexões sobre o emprego da temática “recursos hídricos”, durante a implementação em uma escola localizada no município de Belford Roxo, de um recurso educacional desenvolvido a partir de uma proposta contextualizada para o ensino de química, no segundo ano do ensino médio, utilizando a Resolução nº 357 de 2005 do CONAMA como um referencial para estruturar essa abordagem.

### 1.2.2 Objetivos Específicos

- a) realizar uma revisão integrativa sobre a temática proposta;
- b) elaborar e implementar um recurso educacional que possibilite trabalhar a temática proposta em uma perspectiva humanística;
- c) selecionar um conjunto de equipamentos de baixo custo, que possibilite realizar análises químicas de água, para compor uma maleta que configure um mini laboratório portátil, para realização de aulas experimentais.

## 2 REFERENCIAIS EPISTEMOLÓGICOS

A reflexão sobre a presença do paradigma da modernidade que emerge nos discursos sobre os recursos hídricos, permanece gerando uma série de conflitos ideológicos e legais, impactando no direito fundamental do cidadão por uma vida digna (Oliveira, 2022; Silva, 2014). Nesse contexto, o diálogo com Freire (2016), alinhados às epistemes desenvolvidas por Rogers (1985, 1973), Santos (1996) e Chassot (2016), pode direcionar intervenções pedagógicas que possibilitem uma educação mais humanista e politizada. Os quatro, em algum nível, defendem a formação discente de um indivíduo crítico, na luta por uma educação transformadora, voltada para produção do inconformismo e contra a banalização do sofrimento humano.

### 2.1 TEORIA HUMANISTA EM DIÁLOGO COM A PERSPECTIVA FREIREANA

A partir da teoria de Rogers (1973, 1985) – que ressalta a importância das relações interpessoais na construção da personalidade do indivíduo, bem como em sua leitura de realidade e em sua habilidade de operar como ser integrado – serão resgatadas em Freire (2016, 1987) as perspectivas humanistas.

Na obra *Pedagogia da Autonomia*, o pedagogo Paulo Freire (2016, 1987) discute a formação do educando para além do simples adestramento, se opondo à ideologia fatalista imposta pelo neoliberalismo, onde o cidadão se posiciona como um observador não neutro diante das injustiças do mundo. Através de uma ética, que não está restrita a uma ordem mundial, que se apresenta o sofrimento das classes menos favorecidas como natural e inevitável. A abordagem freireana apresenta uma proposta de educação crítica para a construção de um processo de ensino e aprendizagem ético, onde o educando participa da construção do conhecimento, com base em uma reflexão crítica sobre o mundo, e não se limita apenas à aquisição de conteúdo (Santos, 2002). Este aspecto dialoga com a análise de Rogers (1985) de que a aprendizagem se dá a partir das relações estabelecidas com o outro, pois é pelo contato que se educa, nesse contexto o docente deve ser um educador-facilitador, uma pessoa realmente presente para seus alunos.

O educador democrático deve reforçar a capacidade crítica e a curiosidade do educando, assim, a prática docente não deve se esgotar em um tratamento superficial do conteúdo ou objeto, devendo se alongar o máximo possível em situações de aprendizagem crítica, exigindo tanto do educador quanto do educando, uma presença criativa, inquieta, instigante e persistente.

O educador deixa de agir como um repetidor de frases e ideias prontas, memorizador e domesticador de textos, incapaz de relacionar as informações acadêmicas, científicas e cotidianas com a realidade local, regional ou global (Freire, 2016).

Nessa perspectiva, durante a prática educativa, o aluno precisa ser ator do seu processo de aprendizagem, refletindo, questionando e fazendo escolhas (Rogers, 1985). Conseqüentemente, a atividade docente deve ser exercida em um ambiente de pesquisa, onde os conteúdos devam ser problematizados, transformando o conhecimento em um processo contínuo e não em algo consolidado. Os conteúdos disciplinares devem ser vistos como um saber dinâmico, e não como uma atividade cumulativa, que Freire (2016) chamou de educação bancária. Os docentes e discentes devem estar sempre propensos a modificarem seus pensamentos e a reconhecerem que possuem esse direito.

Freire (2016) entende que dentro desse processo, o professor deve buscar uma relação de confiança com os estudantes, exigindo uma certa coerência entre comportamento e discurso, pois é nesse ambiente que os estudantes se sentem mais confortáveis para apresentarem suas argumentações, e construir pensamentos. É nesse momento que surge a questão da construção da identidade sociocultural (Rogers, 1985, 1973). Uma vez que a experiência histórica, social e política, não ocorre fora do conflito entre forças que impõem obstáculos para que o estudante se compreenda como sujeito, lembrando que o puro treinamento e o pragmatismo estreitos não nos permitem isso.

Freire (2016) tem como princípio, a consciência de que somos seres inacabados, e esse é o ponto de partida para uma educação transformadora. Ele alerta para a necessidade de tomarmos consciência de que estamos sempre condicionados por nossa realidade, mas se o mundo é inacabado e a realidade está em permanente transformação, um dos papéis da educação é a superação de barreiras, e não da submissão perante uma realidade pretensamente imutável.

A partir do diálogo entre Rogers (1985, 1973) e Freire (2016, 1987), a presença do homem no mundo não se faz no isolamento e isenta da influência de forças sociais. Para além disso, não é possível abrir mão de responsabilidades, uma vez que as ações humanas são ditadas unicamente pela sociedade, independente de vontade própria. Ambos sustentam que um conjunto de condições materiais, econômicas, sociais, políticas, culturais e ideológicas impõem barreiras para a formação humana enquanto sujeito crítico, entretanto, tais barreiras não são intransponíveis. Assim sendo, a realidade é o resultado de decisões, disputas, negociações e conquistas históricas construídas e reproduzidas por sujeitos igualmente históricos e de suas relações interpessoais.

Freire (2016) apresenta a importância de se firmar uma oposição à ideologia reacionária de dominação que impõe uma visão fatalista do mundo como se o papel da escola fosse estabelecer o local predeterminado das pessoas na ordem social. Nesse cenário, os sujeitos devem se sentir encorajados a se posicionarem “contra toda a força do discurso fatalista neoliberal, pragmático e reacionário” (Freire, 2016, p. 54).

Na perspectiva humanizadora de Paulo Freire, os conteúdos escolares devem ser o ponto de partida para que o estudante aprimore sua percepção do mundo. Mulheres e homens, seres históricos e culturais, nos humanizamos quando a curiosidade nos leva a ultrapassar os limites do condicionamento social, sendo esse tipo de postura, um dos princípios da produção de conhecimento. Entretanto, a escola com uma ideologia conservadora e neoliberal não quer propriamente educar, quer disciplinar o aluno como um ser obediente, treinado para não contestar o saber de qualquer autoridade, o objetivo é formar mão de obra obediente e passiva que vai aceitar e reproduzir a ordem social.

Segundo Freire (2016), não importa a área científica, aprende-se tão mais eficazmente quanto melhor é construída a autonomia. Nesse sentido, além dos conteúdos a serem aprendidos e ensinados, a prática educativa deve exibir uma dinâmica de desmascaramento de uma ideologia dominante no mundo. Ainda de acordo com Freire (2016), não há dúvidas que do ponto de vista das classes que dominam o poder, a política, e outras instituições sociais, é conveniente que as práticas, os discursos, ou as ideologias que orientam a educação, sejam imobilizadoras e ocultadoras de verdades.

Nesse sentido, os estudos de Paulo Freire apontam para o trabalho de Karl Marx sobre a necessidade da radicalidade na luta em defesa dos interesses humanos. Freire (2016) repete enfaticamente, que nada justifica a submissão das necessidades humanas aos interesses de mercado, nenhum avanço da ciência ou da tecnologia, pode legitimar uma ordem social onde somente uma minoria desfruta de oportunidades e direitos plenos, onde a maioria não tem acesso a direitos básicos, tratando a fome e a miséria como uma fatalidade de final de século. Assim, a proposta de uma educação humanista é se opor à ideologia fatalista, hegemônica nas escolas, que colocam os interesses de mercado acima do valor humano. Portanto, não há escolha para o docente progressista, a não ser lutar em favor da liberdade, contra o autoritarismo, a ditadura ou dominação econômica de classes sociais.

## 2.2 ENSINO DE QUÍMICA E DAS CIÊNCIAS PARA A CIDADANIA

Alguns autores defendem não existir dúvidas sobre a necessidade de mudanças no modelo de educação que serve como transmissor da dominação e reproduzidor de injustiças de classe. De acordo com Chassot (2016), os processos de aprendizagem estão diante de novos tempos, contudo, a chegada ao século 21 se dá em uma situação paradoxal. Esta reporta uma divisão entre ciência pura e aplicada cada vez mais estreita, complexa e dependente de questões sociais e epistêmicas. Ele também ressalta que a história do ensino de química no Brasil tem apontado para uma completa inutilidade, decorrente da forma como vem sendo realizada na educação básica

Chassot (2016) argumenta que o reflexo do ensino de química - enciclopédico e fragmentado - é a exclusão discente, marcada por elevados índices de abandono e reprovação nas redes públicas. Frente ao questionamento de “por quê ensinamos ciências no ensino médio?”, o autor faz uma provocação afirmando que o ensino “que atualmente encontramos, não é para que tenhamos homens e mulheres capazes de ler melhor o mundo onde vivem e compreender as transformações que ocorrem no planeta” (Chassot, 2016, p. 26). Ele argumenta que os conteúdos curriculares são extremamente específicos e incompreensíveis para a grande maioria das pessoas, sendo desnecessários ao cotidiano do aluno. Sua análise defende que alguns tópicos poderiam ser removidos do currículo do ensino médio, sem prejuízo para uma formação pautada na cidadania.

Para o ensino de química, Chassot (2016) defende a busca por alternativas que ofereçam uma alfabetização científica, com ênfase na formação de cidadãos mais críticos. Segundo este autor, a partir dessa estratégia é possível vislumbrar a possibilidade de mudança curricular, na tentativa de superar a forma de ensino que tem ajudado a consolidar ideologicamente a submissão da ciência aos interesses de mercado na busca de lucro. Ele defende um currículo destinado à formação integral do cidadão, capaz de compreender as rápidas transformações do mundo moderno através de um pensamento crítico, entendendo que a opção mais desejada é a da transformação, que almeja uma dimensão mais política para o ensino de química. Segundo esse autor:

Uma alternativa de mudança que poderia ser direcionadora de um ensino que busque cada vez mais propiciar que a ciência seja um instrumento de leitura da realidade e facilitadora da aquisição de uma visão crítica da mesma e, assim, possa contribuir para modificá-la para melhor, onde esteja presente uma continuada preocupação com a formação de cidadãs e cidadãos críticos (Chassot, 2016, p. 143).

A discussão sobre o papel da natureza da ciência na educação científica e, em particular, na formação de uma cidadania para a participação na tomada de decisões não é nova (Praia;

Gil-Pérez; Vilches, 2007; AIKENHEAD, 1996). Tão pouco é recente a crítica ao conteúdo curricular (Chassot, 2016). Contudo, mesmo que exista essa necessidade de mudança, é necessário destacar que, não se trata de simplificar ou de reduzir conteúdos, mas sim ressignificá-los socialmente, de forma que possam ser agentes de transformação social em um processo de educação que resgate o papel da cidadania (Santos, 2007).

Pautado nessas reflexões emerge um certo consenso de que em um país de dimensões continentais, cuja realidade cultural, ambiental e socioeconômica é tão variada, o professor deveria ter garantida a autonomia para decidir qual será a melhor forma de desenvolver suas práticas pedagógicas, apesar dos dilemas e contradições inerentes a essa temática (Oliveira, 2020; Pereira; Oliveira, 2014; Marcondes; Moraes, 2013). É com essa premissa que alguns pesquisadores defendem a necessidade de empregar metodologias de ensino para o exercício da cidadania (Rocha *et al.*, 2017; Miranda *et al.*, 2022; Miranda *et al.*, 2018).

À luz dos pressupostos de Paulo Freire (2016, 1987), muitos autores defendem um ensino de química que permita leituras de mundo enriquecida por compreensões e ações transformadoras da realidade, em uma perspectiva com múltiplas formas socioculturais de empregar, mobilizar e produzir conhecimentos. Diante do argumento apresentado, a educação deve ser voltada para a preocupação com a formação da cidadania, e os professores devem apresentar abertamente um posicionamento político, e um comportamento ético que seja condizente com o seu discurso em sala de aula (AIKENHEAD, 2000).

Contudo, é bastante comum a difusão de ideias defendendo um ensino de química que supere a tradição de conteúdos isolados e descontextualizados, que caracterizam a maioria das propostas curriculares consolidadas e presentes nos livros didáticos mais utilizados (Rocha *et al.*, 2017; Miranda *et al.*, 2022; Miranda *et al.*, 2018).

De acordo com Zanon e Maldaner (2015), é necessário um aprofundamento crítico em temáticas da realidade social. Especificamente falando do ensino de química na educação básica, estes autores compartilham o entendimento de que o ato pedagógico, político por natureza, ainda é visto com uma pretensa neutralidade, onde pouco se discute as relações da química com os contextos sociais e a utilidade dos conteúdos para o cotidiano. Diante desse cenário, ao reorientar a análise “sobre contextos históricos de desenvolvimento curricular, a reflexão volta-se para a necessidade de (re) significar a compreensão do que seja o espaço escolar e o significado do conhecimento nele veiculado” (Zanon; Maldaner, 2015, p. 101).

As estratégias que a literatura apresenta sobre o ensino de química e das ciências para a cidadania tem envolvido não só a educação ambiental crítica (Miranda *et al.*, 2022; Miranda *et al.*, 2018; Rocha *et al.*, 2017; Dickman; Carneiro, 2012), contextualização (Sousa; Ibiapina,

2023), experimentação (de Oliveira; Pinheiro; Neto, 2022), abordagem Ciência, Tecnologia e Sociedade (CTS) (Corona, 2020; Castro, 2019; Santos, 2008; Santos, 2007), entre outras, mas também a triangulação entre pesquisa, ensino e extensão (Milaré *et al.*, 2020; Marcondes, 2008), a partir da interrelação entre conhecimentos químicos, aspectos sociais, políticos, econômicos e ambientais, não raro envolvendo a análise de livros didáticos sobre essa questão (Assis; Vaz, 2020).

Dentre as abordagens empregadas também se destacam aquelas que envolvem um letramento científico-tecnológico, que em última análise formam sujeitos mais exigentes (Ruppenthal; Coutinho; Marzari, 2020; Bazin, 1977). Neste sentido, uma grande parcela de educadores, que compartilham seus relatos de experiência, pontuam que o ensino de ciências, em geral, e de química, em específico, não pode se restringir à transmissão de informações baseadas apenas em aulas expositivas (Maia, 2020). E sim um processo voltado para a formação da cidadania, tornando os alunos capazes de relacionar conceitos científicos entre si e suas implicações socioculturais, ambientais e tecnológicas (Coelho *et al.*, 2020).

### 2.3 O ENSINO DE QUÍMICA PODE SER MAIS POLÍTICO?

Segundo o sociólogo português Boaventura de Souza Santos vivemos em um tempo paradoxal, pois observamos de maneira simultânea uma sociedade de consumo e da informação produzindo mudanças técnicas e comportamentais vertiginosas, mas estagnada socioeconomicamente onde é quase impossível se pensar em uma transformação social radical e, “nunca foi tão grande a discrepância entre a possibilidade técnica de uma sociedade melhor, mais justa, mais solidária e a sua impossibilidade política” (Santos, 1996, p. 15). É justamente nesse ponto em que as ideias de Boaventura de Souza Santos (1996), Paulo Freire (2016) e Chassot (2016) mais se aproximam, diante da ideia de fim da história implantada pelo neoliberalismo para encobrir a repetição contínua do sofrimento humano.

Ao propor a dupla pergunta: pode e deve ser político o ensino? Chassot (2016) já apresenta como alternativa a linguagem utilizada por educadores e alunos como um instrumento de politização em sala de aula. “Há um desejável convencimento de que quando fazemos educação, buscamos transformações, e como educadores e educadoras temos na linguagem um instrumento privilegiado de nossas ações” (Chassot, 2016, p. 123). Assim, como contraponto a um ensino de química reprodutor das desigualdades, existe a possibilidade de se fomentar a compreensão dos envolvidos acerca da realidade em que estão inseridos, buscando transformações capazes de modificá-la.

Apesar de não ser um especialista em linguística, mas tendo o local de fala como professor de química, Chassot (2016) propõe o discurso e a linguagem mais politizada em aulas de química, e com isso discute o quanto hermético pode ser o ensino de química em qualquer nível do ensino. O autor também questiona as características eurocêntricas, branca e machista do ensino de química, pontuando que isto é um desserviço para a formação de alunos e alunas, além de ressaltar o quanto o educador em sala de aula pode ser um solidificador ou demolidor desse tipo de postura.

Nesse contexto, a denominada Ciência Moderna seria o resultado de uma leitura eurocêntrica, que desconsidera outros olhares, como as contribuições milenares dos chineses em diversas áreas, as contribuições dos árabes na matemática e o trabalho dos Incas nas engenharias. Chassot (2016), assim como Freire (2016), também pontua a presença do Norte acima do Sul nos mapas, ou as referências para localização dos pontos cardeais que ensinam as crianças colocando o Norte à nossa frente e o Sul sempre em nossas costas, como exemplo de dominação cultural. Nesse sentido, “é preciso, não por modismo, mas por convicção, aderirmos a posturas que não tenham marcas de discriminação ou de dominação” (Chassot, 2016, p. 133).

Inspirado em Paulo Freire, professores e professoras são convidados a desenvolverem uma linguagem que nos ajude a fazer transformações. Enfatizando a hermeticidade da linguagem química acima de outras ciências, apresentando como possibilidade, uma transformação da linguagem da química apresentada no ensino médio, em uma linguagem mais aberta aos estudantes, destacando que as atividades experimentais possam deixar de ser apenas rituais de repetição (Chassot, 2016).

Os métodos de Freire são então uma potente forma de superar esta problemática ao procurar um rompimento cultural, pedagógico e político com o saber regido pela lógica instrumental do mercado. Desta forma, pode ser apresentada uma proposta centrada na comunidade, em uma ciência múltipla e ativamente emancipadora, ao contrário de uma ideologia hegemônica domesticadora. A coerência entre a proposta pedagógica de Freire elaborada nos anos de 1960 e as ideias de Santos (1996) reside justamente na reflexão crítica sobre os obstáculos que condicionam o processo de aprendizagem e de humanização, onde o objetivo de ambos é a superação da crença ingênua de que o mundo está posto, que homens e mulheres devem cumprir seus papéis previamente estabelecidos na sociedade.

Santos (2016) entende que compete ao campo emancipatório, criar imagens desestabilizadoras do relacionamento cultural contemporâneo, produzindo interpretações do mundo a partir das culturas dominadas, da marginalização, da opressão e do silenciamento de certas culturas. Nesse contexto, a realidade passa a não ser mais aceita passivamente e os

envolvidos passam a querer transformá-la. Corroborando com Santos (2016), para Freire (2016) o educador deve respeitar tanto a escolha do aluno que aceita a mudança quanto ao que se recusa, assim sendo, entende-se que o professor e os estudantes possam juntos, aprender, ensinar e resistir aos obstáculos em busca de uma vida digna.

Segundo Freire (2016), a sociedade deve lutar firmemente contra a ordem capitalista, que é uma ideologia que pode imobilizar o homem devido à sua capacidade de influenciar na percepção da realidade, dificultando a construção de uma visão clara do mundo, e possibilitando a aceitação de uma realidade distorcida. Nesse sentido, “se a educação não pode tudo, alguma coisa fundamental a educação pode. Se a educação não é a chave das transformações sociais, não é também simplesmente reprodutora da ideologia dominante” (Freire, 2016, p. 110). Por esse motivo, o docente deve entender que pode não transformar a realidade, mas existe a possibilidade de demonstrar que é possível lutar, reforçando sua tarefa político-pedagógica.

Os problemas socioeconômicos seriam uma questão de política e ética e não de tecnologia. Freire (2016) entende que é muito difícil colocar em prática uma política de desenvolvimento humano, que não privilegie apenas o lucro, porém, não há outro caminho para superar as grandes crises político-sociais. Assim sendo, os docentes devem estar atentos ao poder de persuasão do discurso ideológico, bem como sua capacidade de distorção dos fatos que nos imobilizam.

Existe uma grande necessidade de uma postura crítica e resistente ao poder do discurso dominante. Segundo Freire (2016), o melhor caminho para desenvolver um pensamento crítico, seria ficar atento ao mundo, estando aberto a diferentes pensamentos e negando posições dogmáticas. Nesse sentido, a atitude mais correta para o docente crítico é não se sentir dono de uma verdade absoluta nem tão pouco se acomodar com o discurso alheio, mantendo-se disponível a constante troca de saberes.

Não é possível desvincular a pedagogia da luta social, por isso, o discurso fatalista é um dos primeiros obstáculos a serem superados. O amanhã não é algo pré-determinado, a realidade é algo dinâmico e não fixo. “A realidade é tanto esta quanto poderia ser outra.” (Freire, 2016, p. 73). Nesse contexto, pressupõe-se que o futuro é um desafio a ser superado, e jamais devemos aceitar a impossibilidade de modificar a realidade. Nesse sentido, o papel da educação não é somente de formar pessoas que constatarem inertemente a realidade, mas que interfiram no mundo como sujeitos, intervindo na história, na cultura e na política, e não apenas se adaptem à realidade (Teixeira *et al.*, 2007; Tozoni-Reis, 2001).

## 2.4 ABORDAGEM TEMÁTICA

Com base nos pressupostos freireanos, um entendimento viável sobre o ensino de química, é a necessidade de se apresentar o conhecimento como uma ferramenta de compreensão do mundo, refletindo sobre sua função social, e buscando o desenvolvimento de valores mais humanos diante de uma sociedade cuja desigualdade está se ampliando em virtude de novas tecnologias (Souza *et al.*, 2014). Os pesquisadores brasileiros Demétrio Delizoicov e André Angotti desenvolveram alguns projetos de ensino de ciências para o ensino fundamental entre os anos de 1979 a 1981 em Guiné-Bissau, utilizando a temática da agricultura na perspectiva freireana, buscando valorizar o conhecimento local e refletir sobre questões existenciais dessa comunidade (Delizoicov, 1991; Delizoicov; Angotti; Pernambuco, 2002).

A estrutura de trabalho proposta por Delizoicov (1991) e Delizoicov, Angotti e Pernambuco (2002) foi delineada através de um modelo de ensino dividido em três momentos: estudo da realidade, organização do conhecimento e aplicação do conhecimento. A partir de um estudo preliminar sobre a comunidade local, foram elaborados temas que se fundamentaram em questões geradoras, de modo a se buscar a compreensão dos fenômenos naturais que são apresentados ao longo da sequência didática, com reflexões sobre a relação entre o tema e a comunidade.

Santos (2002) demonstra também que o trabalho de professores com temas geradores pode não surgir da vivência dos alunos, entretanto, tais trabalhos tornam-se uma abordagem temática dentro da perspectiva freireana à medida que o professor recontextualiza o tema aproximando-se da realidade local, e mantém uma abordagem comunicativa utilizando debates em sala de aula.

Santos (2008) apresenta o Projeto de Ensino de Química e Sociedade (PEQUIS) em que foram desenvolvidos materiais didáticos abordando os conteúdos programáticos organizados em temas, trabalhando com questões sociocientíficas que incorporaram a vivência dos alunos, situações existenciais, igualdade social, modelo de desenvolvimento econômico, distribuição de renda entre outros. Não se tratando de adicionar à grade curricular apenas questões técnicas, mas de perguntar qual é o nosso papel na sociedade como cidadãos que buscam condições de vida mais igualitária, em que muitos são explorados e tem seu acesso negado a muitos recursos essenciais para uma sobrevivência digna.

Santos (2008) apresenta a Abordagem Temática como uma proposta de ensino que incorpora a concepção humanística de educação de Paulo Freire a um modelo de formação educacional sociocientífica que procura desenvolver uma educação com caráter mais

politizado. Assim a inclusão de aspectos sociocientíficos ao currículo é realizada no sentido de revelar seu contexto social ao serem desenvolvidos um conjunto de valores (Hernández; Ventura, 1998; Aikenhead, 1997).

Nesse contexto, Auler, Dalmolin e Fenalti (2009) entendem que um tema submetido a uma abordagem temática deve obedecer a três critérios: ter uma natureza controversa, ter significado social e apresentar uma relação entre a ciência e a tecnologia. Assim sendo, durante a revisão bibliográfica observamos que muitos pesquisadores apresentam o tema água em destaque como um tema universal, que aparece em diferentes perspectivas dentro de contextos locais e global, sendo considerado um tema de relevância para ser trabalhado para além de nossa percepção inicial. A temática é pauta inclusive em coletivos de cunho religiosos, como na Confederação Nacional dos Bispos do Brasil (CNBB), como no “Documento Base: Fraternidade e Água”, que aborda o assunto como sendo patrimônio (CNBB, 2004).

Em síntese, nos trabalhos pautados por pressupostos freireanos, os temas são constituídos por manifestações locais de contradições maiores presentes na dinâmica social. Neste trabalho também foi utilizada a proposta de Souza e colaboradores (2014) para a escolha do tema, pois é possível a substituição da equipe interdisciplinar pelo professor-pesquisador durante a escolha temática, desde que a interdisciplinaridade e a contextualização sejam mantidas.

Assim sendo, procura-se realizar uma associação entre conhecimentos técnicos, científicos, e disciplinares de maneira contextualizada em torno do tema. Ao associar teoria e prática, existe a tentativa de se criar um vínculo entre conteúdos científicos com o contexto sociocultural, histórico, político, econômico e ambiental, fazendo com que o conhecimento adquirido no ambiente escolar possa ser utilizado para a compreensão de questões do cotidiano dos sujeitos envolvidos.

### **3 EM BUSCA DA ÉTICA E DOS DIREITOS SOCIAIS NOS DISCURSOS SOBRE RECURSOS HÍDRICOS**

Segundo a Organização Mundial da Saúde em 2014, mais de 750 milhões de pessoas já sofriam com a falta de acesso a fontes adequadas para consumo de água e mais de 2,5 bilhões de pessoas não tinham condições adequadas de saneamento, conforme dados do Fundo Internacional de Emergência das Nações Unidas para a Infância (UNICEF).

Ainda de acordo com a organização, o combate contra a desigualdade no acesso à água potável e aos serviços de esgoto ao redor do mundo devem estar entre as principais frentes de ação quando se projeta a construção de uma sociedade mais justa, colocando o princípio da equidade além da recomendação técnica, trazendo consigo a promessa de um mundo com mais segurança em relação ao acesso à água.

A poluição proveniente da expansão econômica e das práticas produtivas baseadas na exploração de recursos naturais tem contaminado de maneira progressiva os cursos d'água, comprometendo a produção de água potável, que já se encontra em processo de insustentabilidade em virtude de aspectos climáticos (Oliva, 2019). Segundo os autores, em um curto período, mais de 40% da população mundial estarão em regiões afetadas por "*estresse*" hídrico, como é o caso de muitos países da África e alguns do Oriente Médio e Ásia (Jacobi; Empinotti; Schmidt, 2016).

Jacobi, Empinotti e Schmidt (2016) entendem que existe uma grande necessidade em definir os usos prioritários da água, incorporando uma participação mais ampla de novos atores nas discussões sobre os recursos hídricos, pois a exclusão ao recurso é uma questão observada em inúmeros grupos populacionais de diversas sociedades que vêm enfrentando conflitos pelos usos da água. É justamente esse enfoque que se considera importante analisar sobre a governança da água, não compreendendo somente os aspectos da demanda, mas também refletindo sobre a sustentabilidade em sua vertente social, e estabelecendo padrões de qualidade variados para os múltiplos usos.

Vários autores fazem promover a reflexão sobre a escassez hídrica e a água como um direito humano, destacando a crise hídrica como uma escassez hidrossocial, que seria um conceito mais associado a má distribuição do recurso, sejam por questões de limitações técnicas, de gestão ou sociais do que de uma escassez absoluta (Britto, Formiga-Johnsson; Carneiro, 2016; Jacobi; Empinotti; Schmidt, 2016; Rodrigues, 2016; Silva, 2014). Nesse sentido, é necessário que os processos de governança da água sejam mais justos, e a gestão

participativa possa realmente se concretizar, englobando inclusão, participação, transparência, previsibilidade e compreensão do consumo, além de uma capacidade de resposta apropriada (Marcon, 2023).

Um dos maiores desafios na governança da água é garantir uma abordagem aberta e transparente; inclusiva e comunicativa; coerente e integrativa; equitativa e ética. Dada a complexidade do processo e das dificuldades de se consolidar um parâmetro de cidadania ambiental, os limites estão dados pela prevalência de lógicas de gestão que ainda se centram, na maioria dos casos, em uma forte predominância do componente técnico, que prioriza as ações na garantia da demanda da água como referencial de controle do processo. O acesso à informação e a transparência dos processos de negociação se tornam chave na redução das assimetrias de poder recorrentes nos espaços de negociação (Jacobi, Empinotti; Schmidt, 2016).

Nesse contexto, a transparência está fortemente associada ao “direito de saber”, ou seja, os indivíduos impactados pelas ações de terceiros têm o direito de saber a que risco estão expostos e o potencial de impacto sobre a sua saúde. A transparência ocorreria pela divulgação de informações, que devem ser públicas e disponibilizadas de forma acessível.

Segundo Jacobi, Empinotti e Schmidt (2016), o surgimento de novas práticas de governança pode produzir novos fluxos de informações por meio das novas mídias, uma vez que o acesso à informação e ao conhecimento se tornaram um ponto estratégico para influenciar a tomada de decisão. Para que os desafios ao direito à água sejam superados, o acesso à informação deve reposicionar os atores que terão maior impacto nos processos de negociação e discussão, uma vez que, ao expor os problemas por meio da divulgação de dados, é possível controlar os atores responsáveis pelo cumprimento de ações e os respectivos resultados (Marcon, 2023).

### 3.1 A HEGEMONIA DO RACIONALISMO TÉCNICO SOBRE A GESTÃO PARTICIPATIVA

É bastante pertinente analisar a produção discursiva durante o processo de formação e estruturação dos comitês das bacias hidrográficas no país, que surgiram a partir da década de 1990, com a presença de agentes impondo-se como autoridades que corporificam os princípios de gestão fundamentada em um processo de cientificação da política de recursos hídricos. Essa reforma nos aparatos gestores das águas, propôs uma nova governança, com gestões descentralizadas, aos moldes do modelo de governança francês.

Verifica-se em Martins (2015) que dentre os principais temas envolvidos nestes novos arranjos de governança estão sobretudo a confecção de instrumentos econômicos, voltados à precificação do recurso, redução de subsídios e instauração de mercados, que a princípio contribuíram para o alargamento do debate do que seria uma moderna governança da água somada à ampliação da participação cidadã.

Os representantes que formam os comitês são classificados em três grupos: os representantes do governo (federal, estadual e municipal), os grandes usuários, os representantes de organizações não governamentais (ONG) e os representantes da sociedade civil organizada (movimentos sociais, instituições de pesquisa, associações sindicais e profissionais, dentre outros). Apesar da pluralidade de atores, é observado uma série de questionamentos que surgiram em torno da construção do chamado “parlamento das águas” sobre a real participação e diversidade dos integrantes que formam os comitês de gestão dos recursos hídricos (Santos; Saito, 2006; Martins, 2015).

Com as políticas voltadas para o meio ambiente na década de 1990, foi fortalecida a ideia da participação social em conselhos deliberativos em todos os níveis governamentais, incluindo os comitês regionais das bacias hidrográficas compostos por integrantes de vários setores da sociedade, representando a politização da gestão ambiental (Gonçalves, 2020; Martins, 2015).

Augusto e colaboradores (2012) argumentam que em termos de intenção legal, a criação dos comitês de gestão descentralizada das bacias foi um avanço na democratização e enfrentamento dos conflitos de interesse. Nesse período, o Brasil sofreu forte influência do debate internacional que registrou uma série de conferências internacionais sobre água, com debates em torno das projeções dos níveis de escassez relativa, debatendo-se sobre novos modos de regulação, uso e acesso ao recurso.

Influenciado pelo debate internacional, e amparado pela constituição de 1988, o Estado brasileiro assumiu as bacias hidrográficas como as unidades de gerenciamento dos recursos hídricos (Brasil, 1988). Esse novo modelo buscava garantir a participação de grupos sociais distintos na instância de decisão dessas bacias para além das esferas administrativas, os comitês deveriam se tornar verdadeiras arenas políticas pela governança da água a nível local, articulando a participação dos diferentes usuários, compondo verdadeiros parlamentos regionais (Martins, 2015).

Com a implementação da Lei nº 9.433 de 1997, da Política Nacional de Recursos Hídricos (PNRH) e da criação do Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos (SINGREH), os comitês de gestão participativa assumiram seu papel central na estrutura

gestora (Brasil, 1997). Os estados procuraram avançar na promoção de referenciais jurídicos para garantir a gestão participativa e descentralizada segundo os princípios da Legislação Federal, definindo a classificação de quem seriam os representantes das sociedades civis e usuários bem como as proporções de representantes nos comitês de gestão.

Os grupos sociais e, principalmente, os grandes usuários terão de se organizar politicamente para participar do Comitê, visando defender seus interesses específicos quanto à precificação da água, à aplicação dos recursos arrecadados e às modalidades de concessão das outorgas dos direitos de uso (Martins, 2015, p. 224).

Apesar dos avanços legais desse novo modelo de gestão, com relação ao acesso da sociedade na tomada de decisão sobre o meio ambiente, na prática o cotidiano dos comitês está sendo regido por uma série de impasses que escapam da esfera jurídica.

### 3.2 A IMPOSIÇÃO DO SABER CIENTÍFICO *VERSUS* A MULTIPLICIDADE DE SABERES: DA DIFERENÇA À DESIGUALDADE

Na grande maioria das arenas de governanças tem se percebido um conjunto de desigualdades nos processos deliberativos, sejam em virtude da diferença de conhecimento técnico, como resultado da diferença de poder econômico (Martins, 2015), ou em virtude de uma proporção numérica desigual entre os representantes dos diversos setores (Santos; Saito, 2006), o que deve ser compreendido é que essas diferenças estão efetivamente comprometendo a lógica da gestão participativa como um verdadeiro processo democrático.

Os dados apresentados por Martins (2015) destacam impasses na interação entre poder público e a sociedade civil, com a supervalorização do conhecimento técnico, criando uma barreira para o reconhecimento da diversidade de saberes no espaço de debate, a diferença de capital cultural entre os participantes têm comprometido a capacidade de negociação equilibrada dos agentes. Nesse cenário, com a forte prevalência do componente técnico como ferramenta de controle do poder decisório, o sistema gestor descentralizado e participativo previsto na lei não está sendo colocado em prática.

Através dos conhecimentos de hidrologia, climatologia, ecologia, hidráulica, entre outros, acaba-se por manter um espaço estritamente sociotécnico de negociação, marginalizando ou mascarando eventuais divergências políticas. Essa força do paradigma técnico-científico tem aparecido em diversos estudos, demonstrando a formação de um campo discursivo que sacraliza os princípios científicos de gestão, fortemente influenciado por associações profissionais. Alguns pesquisadores têm criticado como o arranjo de agentes e

instituições formaram uma espécie de lógica imperialista em torno da gestão técnico-racional da água que exerce forte pressão sobre a composição e funcionamento dos comitês.

Profundos conhecedores de grande parte das ferramentas de aferição da quantidade e qualidade dos recursos hídricos, estes agentes conseguiram tornar sua associação profissional uma instituição fundamental para os novos caminhos da regulação do uso e acesso à água no país, contribuindo para fazer da informação técnica um decisivo recurso de poder nas novas arenas de governança (Martins, 2015, p. 226).

Enfatiza-se o caso do recrutamento de técnicos das associações profissionais para compor a representação da sociedade civil em nome de uma pretensa racionalidade científica, mas que envolvem interesses de setores específicos na classificação de meio ambiente, influenciando decisivamente as agendas político-ambientais a níveis regionais. Alguns pesquisadores têm chamado atenção para o fato das desigualdades relativas ao conhecimento técnico, com o predomínio do conhecimento científico e de terminologias específicas estarem reproduzindo as desigualdades da sociedade de classe, no interior das instâncias dos comitês de gestão das águas.

Percebe-se que a linguagem técnica está sendo utilizada como elemento de dominação e legitimação de formas “oficiais” de visão de mundo que são naturalizadas por aqueles que têm poucos recursos para contestar.

Na governança ambiental praticada nos Comitês de Bacia, isso pode ser percebido pela disposição a falar, pela linguagem corporal, pela disposição física dos agentes nas plenárias e mesmo pela classificação de gênero que posiciona homens e mulheres neste espaço de tomada de decisões (Martins, 2015, p. 227).

Nesse sentido, o espaço parlamentar tornou-se alvo dessa ordem discursiva, limitando a participação de grupos locais que não dominam certos códigos. Podemos diagnosticar que a gestão das bacias se tornou uma expressão de uma não participação, uma vez que, “poucos são os que conseguem retirar destes documentos uma adequada leitura para a prática gestora.” (Martins, 2015, p. 228). Ou seja, a verdade das bacias hidrográficas amplamente aceita foi construída pelo domínio do saber especializado, dentro de um espaço supostamente neutro, sobre as decisões que deveriam envolver uma coletividade de saberes.

Não tem como negar que os agentes da governança estão utilizando a linguagem técnica como ferramenta política para a regulação e gestão das bacias. Recorrendo ao argumento da eficiência da racionalidade durante as plenárias, “É justamente este imperativo que legitima o monopólio de saberes de certos agentes em detrimento de outros, de modo a justificar que a política se valha da técnica e da ciência para orientar e julgar as condutas sociais.” (Martins, 2015, p. 231). Nesse sentido, a prática observada vem desmistificar a polarização entre a gestão

técnica e a gestão política ou ideológica, apresentando a ciência como a superação da política, e como um conhecimento para orientar e julgar as condutas sociais.

Na condição de referência internacional, principalmente em razão da adoção da bacia hidrográfica como unidade de planejamento e gestão, o modelo francês tem recebido leituras abstratas no momento da efetivação das políticas ambientais. Contudo, ao abstrair as relações de poder no recorte das bacias hidrográficas, a cientifização<sup>1</sup> do processo político estabelece certos monopólios de competência (Martins, 2015), promovendo a falta de diálogo entre o perito e o não perito, um exercício essencial para a governança participativa.

Ao problematizar a participação democrática nos comitês das bacias no Brasil, através da utilização da razão técnico-instrumental como único instrumento válido para a governança, Martins (2015) argumenta que os outros conhecimentos não só estão sendo colocados como diferentes, mas também, desiguais e não qualificados, havendo uma certa necessidade de qualificação do cidadão comum, para que se construa um espaço de diálogo dentro do arranjo da gestão ambiental.

Um outro ponto importante questionado por Martins (2015) nesse processo de cientifização da política, é a concentração da informação, tanto durante a descrição do problema ambiental como na produção de ferramentas para o seu enfrentamento. Assim, aos que não têm domínio das informações caberá reconhecer essa modalidade de conhecimento como legítima, e a eficácia do processo de concentração de poder será tanto maior quanto mais improvável for a integração de saberes externos à ciência na descrição da realidade ambiental das bacias.

Não há dúvida que a legitimação da cobrança pelo uso da água é uma ferramenta de gestão, “que materializa o olhar sobre o recurso como um bem material, o produto da busca unívoca de cada agente para maximizar seus ganhos e minimizar seus custos.” (Martins, 2015, p. 233). A força desse economicismo que marginaliza aqueles que não podem pagar pelo uso reside em um discurso já cristalizado, que apresenta o arranjo político construído como se fosse a própria realidade, como um fato universal previsto pelos instrumentos da ciência.

Existe na literatura um conjunto de conflitos sociais e confronto entre projetos políticos sobre a gestão de recursos hídricos ao longo do último século (Knopman, 2018), e de acordo com Castro (2007) esse confronto estará no centro da governança da água no século XXI. Os contornos desses conflitos envolvem desde a disponibilidade e o comprometimento dos

---

<sup>1</sup> Cientifização: Forma de enxergar as coisas pela visão científica devido ao impacto ocasionado pelo conhecimento na vida moderna  
<https://www.dicionarioinformal.com.br>

recursos, aos confrontos políticos em torno dos recursos, com impactos específicos sobre as diferentes classes sociais (Lorrain; Poupeau, 2014).

A declaração de Marselha produzida pelo fórum mundial da água de 2012 exerceu forte pressão sobre o conselho de Direitos Humanos da Organização das Nações Unidas (ONU) no contexto que antecedeu a Conferência das Nações Unidas sobre Desenvolvimento Sustentável (Rio+20), na tentativa de especular sobre a crise da água como ocorre com a crise alimentar global, com uma linguagem que enfraquece o direito à água (Augusto *et al.*, 2012). No contexto brasileiro, a construção de hierarquias e desigualdades comprometeram a governança descentralizada e participativa, caracterizada pela consolidação de uma narrativa voltada para a instrumentalização técnica na estruturação das bacias hidrográficas como unidades gestoras dos recursos hídricos.

Martins (2015) sugere que a superação dos desafios para a construção de uma gestão participativa estaria na quebra do absolutismo técnico, em prol da riqueza da diversidade que poderá atingir níveis mais complexos do real, desde que sejam construídos diferentes significados para a água em uma determinada localidade, abrangendo suas dimensões políticas, econômicas e culturais.

A fala técnica, hegemônica e tomada como legítima e autorizada nestes espaços de governança, também é um recurso de poder, lançado como instrumento de autoridade nas deliberações do Comitê. Ou seja, faz-se necessária uma transformação da narrativa gestora, para que o comitê progressivamente deixe de lado o discurso ingênuo e abstrato da “gestão técnica” dos recursos hídricos para aproximar-se paulatinamente da efetiva noção de parlamento das águas, focando os usos e os saberes múltiplos (Martins, 2015, p. 233).

Desta forma, é necessário reconstruir a atual narrativa gestora tanto capacitando os distintos setores da sociedade civil para o diálogo técnico, quanto o desenvolvimento de habilidades dos peritos em pensarem na diversidade social, e isso significará a produção de um diálogo que pretenda aproximar o saber perito disciplinar do conhecimento classificado como leigo no interior dos comitês das bacias hidrográficas.

### 3.3 A ILUSÃO DA PARTICIPAÇÃO SOCIAL NA POLÍTICA NACIONAL DOS RECURSOS HÍDRICOS

Santos e Saito (2006) argumentam que o direito à informação sempre foi negado a amplos setores da população, e em muitos momentos a veiculação da informação deturpada foi usada para promover a falsa ideia de que estava havendo participação popular em momentos de reformas sociais. Os autores entendem que o conceito de participação costuma ser deturpado e

apropriado pelo setor dominante da sociedade como forma de obter legitimação social para suas decisões em momentos de crise, para contornar processos de mobilização e críticas em andamento.

Na opinião dos técnicos da Associação Brasileira de Recursos Hídricos (ABRH) afirma-se que a participação do público em geral na gestão dos recursos hídricos deve ser uma das formas de viabilização de novas políticas, “[...] entretanto, essa participação deverá ser realizada, preferencialmente, sob modo de informação e consulta, sem que a Administração Pública decline do seu dever de decidir entre alternativas” (Santos; Saito, 2006, p. 9). Esse tipo de visão, além de falsear uma verdadeira ação participativa, desfigura o processo de conquista por se tratar de uma concessão do poder dominante.

Eles entendem que a participação é uma prática em disputa que reflete uma dinâmica de conflitos e contradições em determinados momentos da sociedade e nesse sentido, tratar da gestão dos recursos hídricos requer que se atente para o contexto histórico em uma visão integrada e complexa do problema.

Em meio à ampla divulgação e exaltação da defesa do princípio participativo da atual Política Nacional de Recursos Hídricos, cabe destacar que a discussão sobre participação aparece de forma mitificada, sendo apresentada como se o simples fato de estar disposto na lei já seria suficiente para que houvesse uma real participação. É o que aqui se alerta como sendo o mito da participação social (Santos; Saito, 2006, p. 10).

Os autores abordam o mito da participação social sob três aspectos. O primeiro diz respeito à origem da participação, descrevendo a participação social ora como uma dádiva, ora como forma de amenizar conflitos de gestão de uma determinada política pública. Isso é o que desqualificaria a participação como processo histórico de lutas e conquistas, perdendo parte de seu potencial emancipatório, submetendo a administração de bens públicos aos condicionantes dos setores dominantes, em que a forma de participação é previamente definida nos limites da concessão (Santos; Saito, 2006).

Para Santos e Saito (2006) esse processo de deturpação da participação aconteceu em vários momentos da história em muitos países, inclusive no Brasil, como maneira de legitimar as decisões dos setores dominantes, e tem sido uma prática adotada em tempos de crise social, política e ambiental, buscando o apoio popular em decisões de interesse de uma classe dominante, no caso da política ambiental, esse processo visa minimizar situações-problemas e desvirtuar propostas como a sustentabilidade ambiental.

O segundo aspecto do processo de mitificação apresentado diz respeito à noção de igualdade entre os segmentos participantes do processo. Sob este ponto de vista, o que se apresenta como mitificação da participação aqui é o fato de que se veicula uma crença de que

todos os grupos sociais (poder público, usuários, comunidades) envolvidos em uma mesa de negociação, dentro de um comitê de bacia hidrográfica, estariam participando e contribuindo em iguais condições (Santos; Saito, 2006), o que não ocorreria de fato.

Assim sendo, a mitificação da participação passa a ignorar a assimetria de poder econômico, de conhecimento técnico-científico que influenciam o poder de argumentação dos grupos dentro dos comitês de negociação. Por fim, o terceiro aspecto da mitificação e um de seus produtos, segundo Santos e Saito (2006), seria o fortalecimento da cultura de acumulação de capital.

É fundamental entender que a participação enquanto conceito e prática social, define-se por um lado, pela vontade das classes populares de ter maior acesso ao poder político, diminuindo as desigualdades sociais, e por outro lado, no desejo das camadas dominantes de conter movimentos contestatórios da ordem social hegemônica, utilizando como instrumento práticas que iludem a população quanto à natureza de sua participação nos processos de decisão.

Para que a população possa tomar posse do direito de participar, é necessário obter um conjunto de informações, porém as “câmaras técnicas ou conselhos são formados com o propósito de iludir, podendo-se, ainda, valer de uma proporcionalidade na composição numérica dos membros dessas câmaras ou conselhos que, desde o início, favoreçam, por maioria, o setor dominante.” (Santos; Saito, 2006, p. 12).

### 3.4 OS OBJETIVOS DO DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL E OS RECURSOS HÍDRICOS

Em 1987, a ONU promoveu a Comissão Mundial sobre Meio Ambiente e Desenvolvimento. Nesse encontro surgiu a definição de desenvolvimento sustentável, sendo aquele que atende às nossas necessidades sem comprometer as necessidades das gerações futuras.

Com base na ideia de desenvolvimento sustentável, em 2015 a ONU criou os Objetivos do Desenvolvimento Sustentável (ODS), elaborando um documento final que compilava todos esses objetivos, metas e indicadores, em uma ação que ficou conhecido como Agenda 2030 da ONU, um conjunto de 17 Objetivos divididos em 169 Metas que todos os países do mundo devem implementar até o ano de 2030 (ONU, 2018). Nesse sentido, os ODS se tornaram uma espécie de guia universal para orientar os governos, o setor privado, a sociedade civil e a academia, a desenvolverem iniciativas alinhadas de acordo com a agenda (Xavier *et al.*, 2020).

São eles: (1) erradicação da pobreza; (2) fome zero e agricultura sustentável; (3) saúde e bem-estar; (4) educação de qualidade; (5) igualdade de gênero; (6) água potável e saneamento; (7) energia limpa e acessível; (8) trabalho decente e crescimento econômico; (9) indústria, inovação e infraestrutura; (10) redução das desigualdades; (11) cidades e comunidades sustentáveis; (12) consumo e produção responsáveis; (13) ação contra a mudança global do clima; (14) vida na água; (15) vida terrestre; (16) paz, justiça e instituições eficazes; (17) parcerias e meios de implementação.

Com relação ao tema água, encontramos orientações específicas no ODS 6 e no ODS 14. O objetivo do ODS 6 é o acesso universal e equitativo à água potável de forma segura, além da garantia de uma estrutura de saneamento apropriada a toda população, com atenção especial para aqueles em situação de vulnerabilidade. Quanto ao ODS 14 o foco está na proteção da vida marinha, que vem sendo negligenciado ao longo dos anos (Xavier *et al.*, 2020).

Também são encontradas no ODS 6 metas voltadas para o aumento da reciclagem e reutilização das águas residuais, além da busca pelo aumento da eficiência no uso de água tratada, garantindo o abastecimento de água doce e a redução do número de pessoas que sofrem com a escassez hídrica. A proposta da ONU é a implementação da gestão integrada dos recursos hídricos, protegendo e restaurando os ecossistemas relacionados à água, visando ampliar a cooperação internacional e fortalecer a participação das comunidades locais, para melhorar a gestão da água e do saneamento (Jacobi; Frey; Ramos, 2020).

O ODS 14 apresenta metas como a redução da poluição marinha que afeta de forma positiva a preservação de ecossistemas costeiros e marinhos, que estão associadas a outros ODS, tais como segurança alimentar (ODS 2), a saúde e o bem-estar humano (ODS 3). Mares limpos são atrativos turísticos e contribuem para o trabalho decente e o crescimento econômico (ODS 8). Por fim, a meta que prevê o controle da poluição e das atividades extrativistas, diminui a pressão sobre ecossistemas costeiros e marinhos, aumenta a sua capacidade de resiliência, e favorece a capacidade de adaptação às mudanças climáticas, que são os objetivos da ODS 13 (Xavier *et al.*, 2020).

### 3.5 RECONHECIMENTO DO TEMA COMO SITUAÇÃO LIMITE VIVENCIADA NA COMUNIDADE

Apesar das percepções do professor-pesquisador, como morador da Baixada Fluminense e docente da educação básica nas comunidades locais, a Abordagem Temática Freireana requer um aprimoramento das percepções sobre a importância do tema, e para tal,

foram consultados alguns documentos fornecidos pela escola, além da consulta aos docentes e discentes a fim de obtermos outras visões. A ideia era compreender a importância do tema para a comunidade escolar que vivencia o problema em questão e assim realizarmos um estudo acadêmico que pudesse contribuir para melhoria na compreensão do problema.

Na Biblioteca Digital de Teses e Dissertações eletrônicas da Universidade do Estado do Rio de Janeiro ([www.bdtd.uerj.br](http://www.bdtd.uerj.br), 2002) está disponível o trabalho de Sales (2019), apresentando descrições muito próximas de nossa percepção inicial, além de encontrarmos também, informações geográficas, históricas e socioeconômicas específicas sobre a Baixada Fluminense e sobre o Município de Belford Roxo.

A Baixada Fluminense engloba os municípios de: Itaguaí, Seropédica, Paracambi, Japeri, Nova Iguaçu, Mesquita, Queimados, Nilópolis, Belford Roxo, São João de Meriti, Duque de Caxias, Magé e Guapimirim. No início da pesquisa não existiam dados recentes do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), pois o Governo Federal realizou uma série de contingenciamentos de verbas que impactaram o trabalho de recenseamento, que só viria a ser reiniciado em 2022, por isso os dados trabalhados foram de 2010.

Com os dados de 2010, verificou-se que a região já tinha ultrapassado a marca de 3,73 milhões de habitantes, sendo 2,6 milhões de eleitores, possuindo uma das maiores concentrações populacionais do Brasil e da América Latina. Três, dos dez municípios da Baixada Fluminense, apresentam os menores índices de desenvolvimento socioeconômico do Estado são: Japeri, Queimados e justamente o município de Belford Roxo com IDH de 0,591; 0,680 e 0,684 respectivamente.

O município de Belford Roxo ocupa uma área de 77,815 km<sup>2</sup>, ultrapassando o número de 469.332 habitantes (IBGE, 2010). Paradoxalmente, a cidade recebeu esse nome em homenagem ao Engenheiro Raimundo Teixeira Belfort Roxo, que junto com o engenheiro Paulo de Frontin, realizou o chamado “milagre das águas”, durante uma estiagem em 1888, captando em seis dias 15 milhões de litros de água para a corte do Rio de Janeiro. Apesar do nome da cidade estar associado a um engenheiro que colaborou para a solução de um problema no abastecimento da capital do estado, a cidade está entre as piores do país em termos de saneamento básico, ocupando a 86<sup>a</sup> posição no ranking das 100 maiores cidades brasileiras (Vargas, 1999).

Segundo Sales (2019), a região é marcada pelo abandono das autoridades e pela precariedade de serviços públicos e direitos sociais. Ainda segundo este autor, no aspecto ambiental, as áreas de Mata Atlântica dão características peculiares ao local, porém, estão sofrendo com uma forte degradação do meio ambiente, principalmente em relação aos seus rios,

pois esgoto é despejado diretamente nestes cursos d'água sem qualquer tratamento, desaguando na Baía de Guanabara. Os rios assoreados geram enchentes, e como a coleta de lixo também é ineficiente, a maioria do lixo produzido é depositado em “lixões” que também contaminam os lençóis freáticos.

A comunidade escolar em que esse projeto foi desenvolvido está localizada no bairro do Lote XV, estando situada no limite com o município de Duque de Caxias. Em virtude da distância para o centro da cidade de Belford Roxo, os moradores se identificam mais com a cidade de Duque de Caxias, pela maior proximidade, do que com Belford Roxo. No “senso comum” da população daquela localidade, é como se o bairro fizesse parte de dois municípios.

O problema crítico sobre o saneamento encontrado no trabalho de Sales (2019), também é mencionado em uma ferramenta de gestão utilizada pela direção do Colégio Estadual Sargento Wolff, conhecida como Matriz SWOT ou FOFA (ANEXO A). Esta matriz é uma planilha na qual a equipe de direção apresenta as forças e fraquezas da instituição escolar. As informações detalhadas podem ser visualizadas através do seguinte link: <https://drive.google.com/file/d/1AKnCX77cviJ-tlBzjU4Gi47RDw-3R-Pb/view>

No contexto específico, destaca-se o problema relacionado à infraestrutura urbana e às enchentes frequentes, que são identificados como fatores que impactam negativamente a comunidade e influenciam na rotina da escola. Esses fatores podem resultar na suspensão ou interrupção repentina das aulas, especialmente durante tempestades.

#### 4 O CONFLITO SOBRE RECURSOS HÍDRICOS

Desde o século XX vem-se discutindo as origens e as perspectivas sociais na afirmação de um novo paradigma de gestão das águas, com um delineamento a partir de profundas críticas ao modelo predatório de exploração que vem prevalecendo (Medeiros; Lucena, 2023). Analisando múltiplos aspectos, existem descrições bem amplas sobre a água como um recurso essencial à vida e ao bem-estar social, “um recurso natural ao qual se atribui relevante valor social e econômico, que constitui objeto de disputa e conflitos politicamente significativos.” (Vargas, 1999, p. 109).

Ao analisar o trabalho de Vargas (1999) é possível concordar com o autor ao propor que o termo “recursos hídricos” foi socialmente construído, e sua mensuração depende de vários aspectos, tais como, conhecimento científico e tecnológico, aspectos econômicos envolvidos na exploração, e da evolução do modo de vida da sociedade. Sendo assim, é necessário estudar e aprofundar a compreensão da interface recursos hídricos/sociedade nas suas manifestações socioespaciais e ambientais, entendendo que os gerenciamentos dos recursos hídricos devem priorizar o uso das águas para fins sanitários dentro das finalidades sociais como uma categoria mais ampla (Marcon, 2023).

Nesse contexto, embora a superfície do planeta seja coberta por águas, entende-se que do ponto de vista socioeconômico dominante, a noção de recursos hídricos aplica-se somente as águas doces, pois é esse tipo de água que atende a grande maioria das necessidades humanas, e as técnicas de tratamento da água salgada em grande escala apresenta custos financeiros elevados (Souza *et al.*, 2023). Menos de 1% das fontes hídricas mundiais estão disponíveis para o consumo humano. Uma situação que seria insustentável se estivéssemos diante da escassez absoluta “face ao crescimento constante das demandas urbana, agrícola e industrial se a água não fosse um recurso natural constantemente renovado através dos processos do ciclo hidrológico.” (Vargas, 1999, p. 110).

Contudo, do ponto de vista da sociedade, esse ciclo tem se mostrado imperfeito tanto por conta de processos naturais quanto por influência da atividade humana, pois a capacidade de depuração e de distribuição da água considerada renovável não tem acompanhado o consumo em algumas partes do planeta, e não tem resistido a poluição constante, e concentrada em determinadas regiões passando a ser denominado “parcialmente renovável”, em algumas situações (Vargas, 1999, p. 110).

A escassez dos recursos não pode ser vista apenas em termos geofísicos e quantitativos, sendo uma questão eminentemente social relacionada também a padrões de desenvolvimento

econômico (urbanização, industrialização, irrigação), de demanda e de qualidade das águas. Associado a esse processo de alteração da superfície do planeta, torna-se importante cuidar da cobertura vegetal que controla o escoamento superficial e o deflúvio subterrâneo, prevenindo problemas de desertificação, cheias e processos erosivos, incluindo na política de proteção dos recursos hídricos um planejamento do uso do solo (Gonçalves, 2020).

O direito à água está assim estabelecido: os Estados devem respeitar (gozo do direito à água), proteger (impedindo que terceiros, como as corporações, interfiram no gozo ao direito à água) e cumprir, adotando as medidas necessárias para alcançar a plena realização do direito à água (Augusto *et al.*, 2012).

#### 4.1 OS DISPOSITIVOS LEGAIS E OS CONFLITOS NAS PRIORIDADES DE USO DAS ÁGUAS

O Brasil é um dos países signatários da Declaração sobre o Direito ao Desenvolvimento, adotada pela Resolução n.º 41/128 da Assembleia Geral das Nações Unidas (ONU, 1986). Em tal documento defende-se que toda pessoa humana e todos os povos estão habilitados a participar dos direitos humanos e liberdades fundamentais a serem plenamente realizados. Revela-se ainda, na mencionada declaração, no seu art. 8º, que os Estados/nações devem adotar todas as medidas necessárias para a realização do direito ao desenvolvimento e devem assegurar igualdade de oportunidade para todos em seu acesso aos recursos básicos, tais como educação, serviços de saúde, alimentação, habitação, emprego e distribuição equitativa de renda. Nessa perspectiva o Brasil inclusive criou a Rede Brasileira de Integração de Povos (REBRIP).

Considerando que o acesso aos recursos hídricos em quantidade e qualidade é uma condição essencial para uma vida digna a todo cidadão, encontra-se ao longo da Carta Magna Brasileira um conjunto de artigos associados à proteção do meio ambiente, que definem o direito de acesso equilibrado e contínuo a tais recursos. Os artigos que se referem aos direitos socioambientais estão dispersos ao longo da Constituição Federal (CF), contudo, é possível considerar que tais direitos estão centrados no artigo 225 onde é determinado que “todos têm direito ao meio ambiente ecologicamente equilibrado, bem de uso comum do povo e essencial à sadia qualidade de vida, impondo-se ao Poder Público e à coletividade o dever de defendê-lo e preservá-lo para as presentes e futuras gerações (Brasil, 1988).

Em seu primeiro parágrafo está a incumbência do poder público em garantir a proteção e restaurações de processos ecológicos e ecossistemas; o controle de técnicas, métodos e substâncias que comportem risco para a vida, a qualidade de vida e ao meio ambiente; exigindo,

na forma da lei, a obrigação daqueles que exploram recursos minerais a devida recuperação de acordo com solução estabelecida pelos órgãos públicos competentes (. E a nível instrucional também cabe ao poder público, “promover a educação ambiental em todos os níveis de ensino e a conscientização pública para a preservação do meio ambiente.” (Brasil, 1988, Art. 225).

Dada a relevância desse dispositivo é conveniente apresentar alguns destaques: refere-se a um direito (definido, garantido e normatizado) para a coletividade e menciona o desenvolvimento econômico e social como indispensável para a melhoria da qualidade de vida das pessoas (Matos, 2009). Ou seja, a proteção ambiental deve fazer parte de um processo de desenvolvimento; como um bem comum, o meio ambiente é insuscetível de apropriação, ou seja, não pode ser tomado como um bem particular, e sendo um meio difuso é indivisível, ou seja, não pode ser distribuído por partes.

É necessário compreender como qualidade de vida, a saúde, o bem-estar e a segurança da população, um direito fundamental garantido pelo artigo 5º, § 2º. Por fim, sendo o Estado o gestor do meio ambiente, devendo-se observar as devidas competências entre União, Estados, Municípios e a coletividade para proteção do meio ambiente e combate à poluição (Brasil, 1988, Art. 23).

Segundo a Agência Nacional de Energia Elétrica (ANEEL), o gerenciamento da oferta de um recurso ambiental para os diferentes setores socioeconômicos visa antecipar e reprimir conflitos intra setoriais (entre demandas do mesmo setor), conflitos intersetoriais (entre demandas de diferentes setores) e conflitos entre o uso pela geração presente e pelas gerações futuras (Brasil, 2000). Nesse sentido, o gerenciamento da oferta dos recursos ambientais não pode ser realizado de forma isolada, posto que o uso de um recurso pode comprometer quantitativa ou qualitativamente a oferta de outro e/ou alterar a demanda sobre ele.

Como exemplo temos o caso típico da vinculação entre os recursos solo e água: o uso do solo pode aumentar a demanda por água e, em paralelo, diminuir sua disponibilidade, onde a proteção dos recursos hídricos se dava de forma indireta à proteção do meio ambiente, anteriormente tratado como um bem acessório a outros interesses regulamentados no Código das Águas de 1934 até que foi promulgada a lei das águas ou Lei nº 9.433, de 8 de janeiro de 1997, conhecida como lei das águas (Brasil, 1997).

Apesar do vínculo estreito entre os diversos recursos naturais, atualmente, os recursos hídricos apresentam uma legislação específica, e a principal referência de proteção desses recursos é encontrada na PNRH com a criação do SINGREH. De maneira geral, a Política Nacional de Recursos Hídricos baseia-se nos seguintes fundamentos:

A água é um bem de domínio público, um recurso natural limitado, dotado de valor econômico, que em situações de escassez, o uso prioritário é o consumo humano e a dessedentação de animais. A gestão dos recursos hídricos deve sempre proporcionar o uso múltiplo das águas e sua gestão deve ser descentralizada, contando com a participação do Poder Público, dos usuários e das comunidades (Brasil, 1997, Art.1).

Os objetivos da PNRH estabelecidos no artigo 2, procuram assegurar à atual e às futuras gerações a necessária disponibilidade de água, em padrões de qualidade adequados aos respectivos usos, considerando a utilização racional e integrada dos recursos hídricos, incluindo o transporte aquaviário, com vistas ao desenvolvimento sustentável, e a prevenção e a defesa contra eventos hidrológicos críticos de origem natural ou decorrentes do uso inadequado dos recursos naturais. Em 1997 foi incluído o inciso que pretendia incentivar e promover a captação, a preservação e o aproveitamento de águas pluviais.

Não há como negar que o Brasil possui uma robusta legislação sobre os recursos hídricos, alinhados com os princípios fundamentais dos direitos humanos, entretanto, encontramos na literatura um conjunto de questionamentos sobre a efetividade das nossas regulamentações na proteção do meio ambiente e na garantia de vida digna e igualitária.

Os problemas surgem com a limitação da participação da população em processos decisórios sobre assuntos imediatos à sua realidade, como é o caso dos comitês das bacias hídricas elaboradas e implantadas com a PNRH, que surgem em virtude de uma linguagem específica, hegemônica nos ambientes de debates, muito distante do cidadão comum.

Além disso, a linguagem técnica tem sido utilizada por grupos específicos para estabelecer a água como um bem de consumo e não como um direito, essencial para a equidade social. Nesses processos diversos, as finalidades de uso estão sendo colocadas acima da água para o consumo humano. No ambiente urbano contemporâneo existe um movimento de privatização da água doce, que tem por base princípios de mercado, elevando os custos das tarifas, segregando o fornecimento de água, com a precarização das redes de fornecimento, promovendo perdas de água tratada evidenciando um processo socioambiental insustentável.

Devido à multiplicidade da apropriação e usos dos recursos hídricos como insumo econômico, destacamos algumas grandes categorias para o uso social das águas.

1) alimentação e higiene; 2) produção industrial; 3) geração de energia; 4) irrigação; 5) navegação; 6) pesca e lazer; 7) evacuação e diluição de esgotos; 8) drenagem e controle de enchentes; 9) luta contra incêndios; 10) preservação do ambiente aquático e da paisagem (Vargas, 1999, p. 111).

Tanto a literatura quanto a legislação costumam classificar o uso da água doce fazendo a distinção entre os usos consuntivos e não consuntivos, para as águas de superfície, observando aqueles que promovem perda ou não do volume dos mananciais, entretanto, acreditamos ser necessário realizar uma análise mais sutil para esse tipo de classificação, buscando uma

compreensão mais profunda do impacto dos diversos usos, pois, apesar de algumas categorias apresentarem uma distinção bem clara, como a irrigação, que é totalmente consultiva, ou a produção de energia, não consultiva, a maioria das utilizações para usos urbanos e industriais são parcialmente consuntivos. Segundo Vargas (1999), a classificação dos usos consuntivo e não consuntivo, é quantitativa e não considera os impactos sobre a qualidade das águas, além de subestimar o potencial dos recursos subterrâneos.

Existe uma grande preocupação quanto aos aspectos qualitativos das águas, uma vez que a poluição de natureza orgânica promovida pelo lançamento de esgoto e resíduos industriais sem tratamento nos rios, e a poluição inorgânica de micro poluente promovido pela atividade industrial tem crescido a cada ano sem o desenvolvimento de técnicas equivalentes para tratamento desse tipo de resíduo, enquanto, na agricultura temos a poluição provocada por agrotóxicos e fertilizantes no solo e em lençóis subterrâneos (Vargas, 1999).

O crescimento populacional e a disponibilidade de água são inversamente proporcionais, assim, o aproveitamento máximo da bacia pela diversidade dos usos pode ser um fator de elevado risco de perda da qualidade da água para o consumo humano, que não conta com tecnologia factível de tratamento para grandes sistemas, restringindo-se apenas aos aspectos físicos, seguido de desinfecção e não elimina os contaminantes químicos a exemplo de metais tóxicos, hormônios e agrotóxicos (Curti, 2020). Com isso percebe-se que não podemos dissociar os aspectos quantitativos dos qualitativos quando o assunto é água, e mesmos os usos como navegação e geração de energia considerados não consuntivos, promovem algum tipo de poluição e alteração nas bacias em virtude da construção de barragens.

Do ponto de vista técnico, acredita-se que é possível compatibilizar praticamente todos os usos dos recursos hídricos dentro de uma mesma bacia, mediante o estabelecimento de usos preponderantes e implantação de regras apropriadas sobre os reservatórios e controle de vazão. Porém, Vargas (1999) argumenta que o problema é a disputa político-institucional por parte das diversas agências estatais e empresas privadas que se apropriaram dos recursos hídricos superficiais ao longo da história, através de grandes construções para uso parcial e setorial, a exemplo de São Paulo, onde o setor elétrico em íntima relação com o desenvolvimento industrial e econômico, se tornou um setor dominante do recurso, ao longo do século XX, e atualmente enfrenta sérios problemas de disponibilidade de água para a população.

Segundo Vargas (1999), a utilização dos usos múltiplos para os recursos pode se tornar uma realidade, pois com o agravamento crescente dos problemas sanitários e ambientais, diversas instituições e agentes governamentais e não governamentais têm se organizado politicamente contra a dominação do setor elétrico. Entretanto, Augusto e colaboradores (2012)

entendem que admitir o uso múltiplo das águas dos mananciais para o aproveitamento ou exploração máxima das bacias hidrográficas, é incompatível com a necessidade prioritária para o consumo humano.

#### 4.2 O CUSTO DA URBANIZAÇÃO SOBRE FLUXO DAS ÁGUAS

Ao examinar a noção de águas urbanas, Vargas (1999) apresenta uma relação muito pertinente entre os serviços de saneamento, a urbanização e o ciclo da água em três pontos, que parte da noção de saneamento baseada na construção de condições favoráveis ao desenvolvimento de uma vida saudável, passando pela manutenção das cidades com recursos essenciais, como o fornecimento de água potável, e a remoção de produtos nocivos à saúde, tais como o lixo sólido e o esgotamento sanitário.

Com a mecanização do saneamento das cidades ocorrida a partir do desenvolvimento industrial do século XIX, as áreas urbanas ficaram muito valorizadas, devido à especulação imobiliária, surgindo uma espécie de segregação espacial. Assim sendo, a população de baixa renda foi expulsa para as periferias que ficaram carentes de infraestrutura, ocasionando um ciclo vicioso de degradação e ocupações insalubres, associadas ao desmatamento de terrenos não apropriados para moradias, e sujeitos a deslizamentos de terra, por exemplo.

O segundo ponto negativo do processo de urbanização em andamento sobre o ciclo hídrico está na perda do potencial de uso, em virtude da impermeabilização do solo, aumentando o escoamento superficial, a frequência de enchentes, e o incremento de carga orgânica nos cursos d'água dificultando sua autodepuração, lembrando que ações como a canalização dos rios somente deslocaram o problema para frente. Um outro ponto observado diz respeito às políticas públicas pautadas na inércia, práticas incoerentes por parte dos administradores públicos em todas as esferas, e descontinuidades de ações.

#### 4.3 COMPREENDENDO O PROBLEMA NO CONTEXTO URBANO

O entendimento de Vargas (1999) para a interação entre a urbanização, os recursos hídricos e o saneamento levam em consideração alguns aspectos específicos, principalmente a distribuição de água potável, a evacuação das águas servidas e a drenagem pluvial. Tais serviços foram expandidos gradativamente como uma atividade industrial, e um modelo de gerenciamento de exploração extensiva dificultando a percepção social da água como um bem vulnerável.

Do conjunto de princípios que pautaram o modelo de exploração extensiva apresentado por Vargas (1999), é preciso destacar aqueles que mais promoveram a precarização dos serviços de abastecimento de água potável e saneamento básico, tais como: (i) ideal de consumo abundante; (ii) desconhecimento das práticas de consumo de água dos usuários, e uma mensuração que não permite identificar desperdícios, pelo uso de equipamentos de medida ineficientes, além de injustiças nas cobranças das tarifas; (iii) crença na capacidade ilimitada da técnica para resolver os problemas de degradação dos mananciais, e métodos de tratamentos cada vez mais sofisticados para o fornecimento de uma água potável com um padrão de qualidade único para todos os usos; (iv) competição aberta entre os usos doméstico da água e outros setores, negligenciando os compromissos, e a cooperação para assegurar uma utilização racional e compartilhada dos mananciais; (v) negligência em proteger e conservar os recursos hídricos superficiais, com uma preocupação tardia no tratamento das águas servidas, efluentes industriais, e programas precários de economia ou “reciclagem” da água.

Para compreender os desmandos presentes na lógica da oferta tecnosanitária no campo das águas urbanas, a qual se encontra atualmente em crise, mas ainda não perdeu sua hegemonia no âmbito das políticas de saneamento e da indústria da água, é preciso recorrer a uma breve abordagem histórica, mas que inclui aspectos técnico-econômicos, espaciais, sanitários e culturais presentes no seu desenvolvimento para uma compressão mesmo que superficial do problema que se apresenta.

Em um recorte para esse estudo, convém destacar apenas alguns pontos pertinentes do esboço histórico social elaborado por Vargas (1999), que orientou a estratégia da oferta tecnosanitária na Europa e Estados Unidos com grande influência sobre os serviços sanitários no Brasil.

A rede moderna de abastecimento de água, constituída por sistema de captação, adução, reservatórios e canalizações de distribuição bastante ramificadas se desenvolve juntamente com a revolução industrial, e desde sua origem o objetivo do abastecimento de água constante, em grande volume e limpa teve como prioridade satisfazer as necessidades das indústrias, e depois se desenvolve progressivamente para atender as necessidades urbanas (Vargas, 1999, p. 119).

As técnicas modernas deveriam permitir o abastecimento de água a todo lugar, independente da topografia e distanciamento dos mananciais, por outro lado, a difusão dentro do espaço urbano sempre dependeu mais das condições políticas, econômicas e culturais.

De acordo com Vargas (1999), em meados do século XIX surgiu nos Estados Unidos e na Europa o movimento do higienismo, defendendo a generalização da água encanada, e a implantação da rede subterrânea na coleta de esgoto e águas pluviais para a população urbana. A distribuição de água por si só não resolveu o problema, dado que o volume de água

consumidos nas residências com uso das duchas e vaso sanitário aumentou tanto, que alguns proprietários optaram por descartar os dejetos ao ar livre ou junto com a rede pluvial, e associado com a coleta de lixo indesejada produziram uma situação insalubre, responsável por várias epidemias nas cidades.

É necessário defender o posicionamento de Vargas (1999) ao atribuir os atuais problemas de abastecimento como fruto do fracasso das primeiras tentativas de distribuição de água potável e coleta de esgoto realizada pela iniciativa privada no fim do século XIX, que tiveram duas causas principais.

1) a “precocidade” das iniciativas em face da baixa confiabilidade das tecnologias disponíveis no início do século XIX, que implicavam altas taxas de perdas (vazamentos) e risco financeiro; 2) o nível reduzido de investimentos e a falta de interesse das empresas na expansão dos serviços visando garantir o acesso das camadas sociais de baixa renda, dada a situação cativa da clientela já estabelecida (Vargas, 1999, p. 122).

Percebe-se que os serviços sanitários urbanos surgiram como um monopólio privado, e como a rentabilidade do serviço tende a ser de longo prazo, os empresários sempre buscaram o menor investimento possível, limitando o serviço aos bairros mais nobres e centralizados, onde a execução do serviço era mais fácil de realizar (Vargas, 1999; Augusto *et al.*, 2012), promovendo assim, a segregação do serviço.

Na prática, as empresas prestadoras dos serviços privatizados superdimensionam os custos operacionais para justificar o aumento de tarifa, para maximizar os lucros e minimizar custos, tendo um quadro de funcionários reduzido, comprometendo a manutenção preventiva, deixando a rede sujeita a vazamentos recorrentes, que não são priorizados, e os custos são repassados aos consumidores, afetando tanto a qualidade de vida e a sustentabilidade ambiental, quanto a qualidade da água, sendo muito comum o uso excessivo de cloro.

No Brasil, as estações de tratamento de água são dimensionadas apenas para prevenir doenças infecto-parasitárias e não incorpora riscos de intoxicação, a exemplo da situação de Caruaru em 1996, onde foi distribuída água contaminada por bactéria Cianofícea, com caso de morte (Augusto *et al.*, 2012) ou na crise da geosmina que afetou o Rio de Janeiro em 2019. As investigações normalmente são superficiais e a natureza é culpabilizada pelo evento.

Mais de 80 países signatários foram representados por seus Ministros do Meio Ambiente no Fórum Mundial da Água em março de 2012, na França, e assinaram a Declaração Ministerial de Marselha, apresentando orientações que colocam os interesses econômicos acima dos direitos humanos a água, apresentando-a como commodities, ao possibilitar a integração do comércio de água em mercados de futuros e criar derivados no sistema financeiro (Augusto *et al.*, 2012).

Diante da ausência de melhoria nos serviços sanitários das grandes cidades, as concessões dos serviços de água e esgoto foram retomadas pelos poderes públicos, tanto nos Estados Unidos quanto na Europa, apenas a França manteve o modelo, procurando desenvolver uma política pública de regulação eficaz. Observou-se que na maior parte do mundo foram os governos que assumiram a responsabilidade de socializar os custos de investimento, subsidiando as tarifas e financiando as grandes obras iniciais de saneamento.

Fica evidente no esboço histórico produzido por Vargas (1999), que a tentativa da iniciativa privada em prestar um serviço sanitário eficiente e igualitário em ambiente urbano no início do século XX foi fracassada, porém, no contexto da globalização, e da desregulação da economia mundial, o setor privado volta a intervir no saneamento em diversas partes do mundo, com uma crescente internacionalização do mercado das águas urbanas, Vargas (1999) apresenta como exemplo marcante aqui na América Latina, a concessão dos serviços de água e esgoto da grande Buenos Aires para a iniciativa privada, atendendo quase a metade da população Argentina.

#### 4.4 OS PRINCÍPIOS QUALITATIVOS COMO DEMANDA

A preocupação com a qualidade da água distribuída à população seguiu a evolução da ciência, passando das considerações organolépticas de gosto e aparência, para análises físico-químicas e bacteriológicas cada vez mais precisas. Constatou-se com o tempo, que a escassez e contaminação da água estava na origem dos problemas de saúde pública, o que não ameaçou a lógica hegemônica da oferta do serviço até a década de 1960, sendo a partir dessa época que se começou a afirmar a existência de uma crise progressiva do modelo extensivo de exploração dos recursos hídricos (Vargas, 1999).

Os governos tentaram avançar cada vez mais no ideal qualitativo para a produção de água potável, porém, de acordo com Vargas (1999), a aceleração da industrialização após a segunda guerra tornou cada vez mais complexo o controle de poluentes e a detecção de efeitos oriundos da contaminação da água sobre a saúde, percebendo-se que mesmo com o desenvolvimento de técnicas cada vez mais aprimoradas no tratamento de água bruta, a estratégia adotada de oferta tecnosanitária estava se tornando progressivamente insustentável, em termos ambientais, políticos ou sociais, pois a disponibilidade de mananciais com quantidade e qualidade de água capaz de suprir as grandes cidades estavam envolvendo custos cada vez maiores por causa da distância e dos processos de tratamento mais sofisticados.

Além dos problemas de natureza técnica, Vargas (1999) nos apresenta que o desenvolvimento econômico induziu o crescimento da demanda de água para outras finalidades, como as industriais ou produção de energia, e com a incorporação das políticas de proteção ao meio ambiente, na metade final do último século, em todo o mundo, provocou o acirramento da competição e conflito pelo uso dos mananciais de superfície.

Nesse contexto, faz-se necessário a substituição do modelo hegemônico de oferta extensiva por um modelo alternativo, que é baseado no conhecimento mais profundo do consumo doméstico, e das necessidades dos outros setores, além da responsabilização, participação e informação dos usuários. Mesmo que estejamos distantes de uma mudança verdadeira, é essencial modificar as estratégias de demanda baseadas apenas nos interesses nos interesses econômicos e em dados técnicos descontextualizados.

#### 4.5 INCONSISTÊNCIAS NOS DISPOSITIVOS LEGAIS E SEUS CONFLITOS

Segundo Augusto e colaboradores (2012), é dever do estado privilegiar a distribuição da água privilegiando o pleno gozo da vida, entretanto, é possível observar uma série de conflitos dentro dos dispositivos legais. O primeiro problema observado está na própria CF, pois existe um certo conflito de interesse no art. 225 sobre a intocabilidade do meio ambiente e sustentabilidade quando não deixa claro o termo “Ecologicamente equilibrado”. Cabe mencionar que o desenvolvimento econômico e social é indispensável para a melhoria da qualidade de vida das pessoas. Porém, a proteção ambiental deve fazer parte desse processo de desenvolvimento.

Um consórcio entre a Agência Nacional de Águas (ANA), o IBGE e a Secretaria de Recursos Hídricos e Qualidade Ambiental (SRHQ) do Ministério do Meio Ambiente (MMA) em colaboração com a Secretaria de Biodiversidade (SBIO) do MMA e da Cooperação Alemã para o Desenvolvimento Sustentável por meio da *Deutsche Gesellschaft für Internationale Zusammenarbeit* (GIZ GmbH), divulgaram os resultados de um estudo denominado Contas Econômicas Ambientais da Água (CEAA) no Brasil.

Para os elaboradores das CEAA, elas se inserem no contexto da produção e disseminação de informações referentes ao balanço entre disponibilidades de recursos hídricos e as demandas de água dos setores da economia em escala nacional segundo a metodologia padronizada da Divisão de Estatística das Nações Unidas (UNSD) “SEEA-Water” (do inglês *System of Environmental-Economic Accounts for Water*), em que os resultados apresentam informações estratégicas que visam subsidiar ações de planejamento e gestão setorial,

econômica e de recursos hídricos por meio de diagnósticos do uso da água pelos setores econômicos brasileiros a partir da sistematização de informações que evidenciam a interação entre a economia e o meio ambiente, estando relacionados com os referenciais de desenvolvimento sustentável e outras políticas públicas.

Também segundo os organizadores, a consolidação de diferentes bases de dados, estimativas diretas e indiretas das demandas hídricas setoriais e métodos para sistematização das informações, permitiram o cálculo da série histórica das CEAA (estoques, recursos e usos e híbridas) para o Brasil no período 2013 a 2015.

Em virtude do conjunto de órgão envolvidos no documento, acredita-se à primeira vista, que estaremos diante de informações inquestionáveis sobre os recursos hídricos no Brasil, entretanto, no site do IBGE, que segundo o próprio órgão destina-se a fornecer informações aos cidadãos sobre os dados de suas pesquisas, encontrou-se dados confusos e até mesmo inconsistente, como destacado a abaixo.

Nas atividades econômicas, a participação da captação direta no total de água utilizada é de 95,7%, nas indústrias de transformação e construção, de 99,3% nas indústrias extrativas e de 96,6% na agricultura, pecuária, produção florestal, pesca e agricultura. Já o uso de água pelas famílias tem 91,1% recebidos pela captação, tratamento e distribuição da água.” (IBGE, 2018, n. p.).

Não é difícil perceber que os números apresentados não fecham em 100%, o que nos força a realizar uma análise muito minuciosa do texto, e mesmo assim, não é possível encontrar a origem da inconsistência desses dados. Como nosso objetivo é buscar uma formação crítica dos estudantes diante de informações diversas, procurou-se outras fontes que analisaram o documento, e no site denominado Agência Brasil existe um outro enunciado para os dados apresentados nos CEAA.

As atividades econômicas que apresentaram maior consumo de água foram agricultura, pecuária, produção florestal, e pesca (77,6%); indústrias de transformação e construção (11,3%); água e esgoto (7,4%). O uso de água das famílias per capita, isto é, por pessoa, em 2015, foi de 108,4 litros por dia. Em 2013, atingiu 111 litros/dia e, em 2014, 114 litros diários. A pesquisa revela, ainda, que 68% da água do abastecimento correspondem às famílias e 32% a atividades econômicas. As famílias pagaram 58,7% dessa água de distribuição em 2015, ficando os restantes 41,3% de gastos para as atividades econômicas (Gandra, 2018, n. p.).

A Agência Brasil faz parte da Empresa Brasileira de Comunicação, cujo objetivo é realizar publicidade legal para os órgãos da administração pública federal. Quem faz a análise dos dados apresentados pela agência é o economista Michel Lapip, dizendo que a intenção dos CEAA é mesclar informações de fluxo físico e monetário do setor de água, ou seja, o objetivo do consórcio é apresentar dados financeiros que justifiquem o consumo de recurso pela agricultura e pela indústria.

Em síntese, com os dados apresentados no enunciado da Agência Brasil, pode-se concluir que na verdade as famílias consomem 68% da água captada e que passou por tratamento de potabilidade, dos 7,8% da água retirada da natureza, ou seja, a água potável destinada às famílias brasileiras corresponda a apenas 5,3 % do total da água retirada da natureza, lembrando que no ambiente urbano, um endereço doméstico pode corresponder a uma pequena atividade comercial ou industrial.

A importância de fazer esse tipo de esclarecimento deve-se aos discursos transmitidos em diversas mídias para que as famílias e comunidades economizem água, não que não seja necessário, entretanto, o problema é que se passa uma ideia de que o grande vilão é o pequeno consumidor comum, quando na verdade os grandes consumidores de recursos hídricos é a agricultura e a indústria, que não possuem um controle preciso.

Além do apresentado, não existem campanhas em massa na mesma proporção voltadas para a agricultura ou indústrias, para que esses setores também busquem reduzir o seu consumo, uma vez que “a maior parte da água que chega na atividade econômica não vem do setor de abastecimento. Ela é captada diretamente.” (Gandra, 2018, np). Esse tipo de informação deve ficar bem clara para o professor que pretende trabalhar com questões ambientais, para não ficar preso a corrente de Educação Ambiental resolutiva, que é uma das vertentes tradicionalistas reprodutoras da ordem social. Além disso, é necessário lembrar que em situações de escassez a PNRH define como prioridade o consumo humano direto.

Os problemas das inconsistências de dados também podem ser observados a nível municipal, para exemplificar, são encontrados dados conflitantes dentro de um mesmo documento fornecido pela Prefeitura Municipal de Belford Roxo (PMBR). Constando no relatório final do plano de saneamento básico de Belford Roxo (2007, p. 32), em vigência, que 48% de seus habitantes não possuem rede de distribuição de água em sua região e 50 % não tem rede de coleta de esgoto, de acordo com o diagnóstico realizado pela própria prefeitura em entrevistas com os moradores, entretanto, o Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento (SNIS) apresentava na época a seguinte informação.

De acordo com o Diagnóstico deste Plano, o Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento (SNIS) informou que a população atendida com abastecimento de águas em Belford Roxo é de 78,32% da população, portanto, o percentual de população não-atendida é de 21,68%, o que corresponde a 103.931 habitantes (Prefeitura Municipal de Belford Roxo, s. d., n. p.).

Nesse caso, a inconsistência deve-se ao fato dos dados do SNIS serem fornecidos pela empresa prestadora de serviço, e os dados da página 32 do relatório da prefeitura terem sido obtidos diretamente de pesquisa com os moradores. É preciso que seja amplamente divulgado

quem são os principais consumidores dos recursos hídricos, e essa captura de água direto dos mananciais, poderia inviabilizar a obtenção de dados precisos.

A ordem de grandeza dos números não é difícil de deduzir, o que nos faz questionar a intencionalidade da forma com que dados técnicos são divulgados, e nos leva a outro problema, pois um dos incisos do artigo 225 da CF declara que uma das funções do estado é promover a educação ambiental em todos os níveis da educação formal e a conscientização pública para a preservação do meio ambiente. Nesse sentido, é preciso que os dados divulgados sejam claros e de fácil leitura para qualquer cidadão. Na conferência da água realizada em 1977 a ONU recomendou aos Estados membros que “despertassem nos usuários o interesse pela gestão das águas, proporcionando-lhes adequada participação e representação nessa gestão” (Setti *et al.*, 2001, p. 94).

Por fim, é preciso pensar se realmente existe vontade política para que o cidadão comum seja realmente bem-informado, pois existe a consciência de que as informações hidrométricas são fundamentais para o enfrentamento dos fenômenos extremos como secas e enchentes, e na elaboração adequada de obras e projetos seguros, sem que haja superdimensionamento ou subdimensionamento de estruturas, entretanto, de acordo com um documento elaborado pela ANEEL (Brasil, 2000).

Os Governos e empresários estão dispostos a investir milhões em projetos sustentados por bases de dados tão frágeis e que podem inviabilizar seus empreendimentos, porém, não são capazes de gastar somas muito menores para garantir dados confiáveis e que iriam reduzir sensivelmente os seus riscos. (Setti *et al.*, 2001, p. 54).

Como tais projetos são concebidos e implementados com base em dados frágeis e muitas vezes imprecisos, é imperativo que haja um reconhecimento mais amplo da importância dos dados confiáveis e um realinhamento dos investimentos para garantir sua disponibilidade e qualidade.

#### 4.6 O PROBLEMA DA DISPONIBILIDADE NA REGIÃO

Apesar do esgotamento e fornecimento de água em quantidade e qualidade, financeiramente acessível, sem qualquer tipo de discriminação, ser uma obrigação dos Estados para eliminarem progressivamente as desigualdades, o Plano Nacional de Saneamento Básico (PLANSAB) aprovado em 2013 apontou o quanto o país está longe de atender esse direito, com déficits significativos em todos os componentes do saneamento básico (Brasil, 2013).

Na última década os serviços de esgotamento sanitário na região metropolitana do Rio de Janeiro (RMRJ) ganharam muita atenção da mídia em função do compromisso olímpico da

recuperação das águas da Baía de Guanabara que seriam para 2016, e também em função das recentes disputas entre Rio e São Paulo em torno da água da bacia Paraíba do Sul (Brito; Formiga-Johnsson; Carneiro, 2016). Apesar de um grande apelo midiático, ainda temos uma série de violações ao direito humano à água por parte da população, e fortes marcas de injustiças socioambientais, dentro da RMRJ, a exemplo de alguns municípios da Baixada Fluminense que sofrem com o abastecimento irregular ou ausente (Oliveira; Miranda, 2023).

Com base no conceito de escassez hidrossocial e do direito à água, algumas pesquisas têm apontado um agravamento quanto à disponibilidade de água em virtude das crises hídricas recentes. Porém, o que se discute atualmente é se se a escassez hídrica na RMRJ seria real, produzida por mudanças ambientais, ou se foi construída social e politicamente.

A hipótese apresentada por Brito, Formiga-Johnson e Carneiro (2016) é que os problemas relacionados ao acesso à água estão diretamente ligados ao modelo de gestão das águas e dos serviços de saneamento, às deficiências no planejamento e nas escolhas técnicas bem como na forma de operação dos sistemas existentes. De acordo com Guy e colaboradores (2010), as infraestruturas de produção de água para o abastecimento certamente não são apenas artefatos técnicos, e sim arranjos institucionais, com significados socioculturais próprios, que representam um sistema sociotécnico complexo.

Os sistemas metropolitanos se desenvolveram para atender as demandas do passado, transformando-se em infraestrutura centralizadas, com pouca capacidade de adaptação, e ambientalmente questionável por estabelecer um padrão único de qualidade da água, cobrança e de volume consumido, independente do uso, com esse tipo de organização os sistemas de abastecimento, de maneira geral, tornaram-se incapazes de serem alterados para atender os novos desafios, sendo esse o grande problema do sistema de abastecimento das regiões metropolitanas.

A maioria dos habitantes das grandes metrópoles se beneficiam dos serviços de água e esgotamento sanitário que são baseados em características técnicas comuns: infraestrutura centralizada e organizada ao nível metropolitano em microssistemas supra municipais; produção de água concentrada em grandes unidades de captação e tratamento; padrão de qualidade de água normatizado; e, na maioria dos casos, um único operador (Brito; Formiga-Johnsson; Carneiro, 2016, n. p.).

A gestão das águas urbanas no Rio de Janeiro enquadra se muito bem na descrição acima, pois temos na região metropolitana apenas dois macrossistema: Guandu/Lajes/ Acari e Imunana/Laranjal sob o controle da Companhia Estadual de Águas e Esgoto (CEDAE), responsável por quase toda região, com a predominância da gestão técnica que desconsidera a complexidade e a multidimensionalidade da questão, o que vem promovendo o aumento de produção da água sem privilegiar a gestão da demanda e redução de perdas.

Segundo Swyngedouw (2004, 2009), a escassez de água foi socialmente construída pois sua circulação, é parte do giro de capital como bens ou serviços, tornando-se uma parcela importante da economia e relações de poder no espaço urbano, essa abordagem hidrossocial enxerga a circulação da água como uma fusão de aspectos sociais e naturais. Acredita-se assim, que o problema da acessibilidade hídrica na Baixada Fluminense faz parte desse contexto, uma periferia urbana formada por grupos sociais com menor capacidade de defender seus direitos, com pouco ou nenhum poder político, diante de mudanças climáticas e aspectos não climáticos promovendo um conflito de interesse entre a produção de energia elétrica e o abastecimento urbano.

A disponibilidade de água dentro da RMRJ não é suficiente para atender a demanda crescente de todos os municípios. De acordo com Brito, Formiga-Johnsson e Carneiro (2016) a RMRJ é fortemente dependente de mananciais fora de seus limites.

Segundo dados do Instituto Estadual do Ambiente (INEA), disponíveis através do Plano Estadual de Recursos Hídricos, o primeiro problema no sistema de abastecimento da RMRJ reside na vulnerabilidade do sistema Guandu/Lajes/Acari, que abastece 83% da população (INEA, 2010), que depende da transposição de água da bacia do Paraíba do Sul para o rio Guandu, envolvendo um complexo sistema hidráulico compartilhado com os estados de Minas Gerais e São Paulo. Esta situação acaba gerando alguns episódios de tensão política, mesmo em condições hidrológicas normais, por envolver instituições federais, estaduais e múltiplos usuários (INEA, 2014).

Além do combate político que surgiu na última década sobre as águas da bacia do Paraíba do Sul, existem indícios de que uma estiagem prolongada tem comprometido a transposição para a bacia do Guandu, assim sendo, desde 2015, Operador Nacional do Sistema Elétrico (ONS) diminuiu preventivamente a quantidade de água liberada aos reservatórios. Essa prioridade dada ao fornecimento de energia elétrica aumentou a vulnerabilidade do abastecimento da RMRJ, comprometendo a disponibilidade de água na bacia do Guandu, devido seu baixo grau de resiliência (Brito; Formiga-Johnsson; Carneiro, 2016). A Figura 1 apresenta a distribuição dos subsistemas atuais que abastecem a RMRJ (Araújo; Alencar, 2020).

Figura 1 - Principais sistemas de abastecimento público de água do Rio de Janeiro



Fonte: Araújo e Alencar (2020)

Existe um certo consenso sobre a necessidade de garantir a disponibilidade da água da bacia do Paraíba do Sul para o abastecimento público em virtude do crescimento na demanda, e em função de estiagem periódicas que tem atingido a região, culminando na menor vazão disponível para a Estação de Tratamento de Água (ETA) do Guandu dos últimos 85 anos, fazendo com que o sistema de abastecimento necessite de adaptações para amenizar o desabastecimento na entrada.

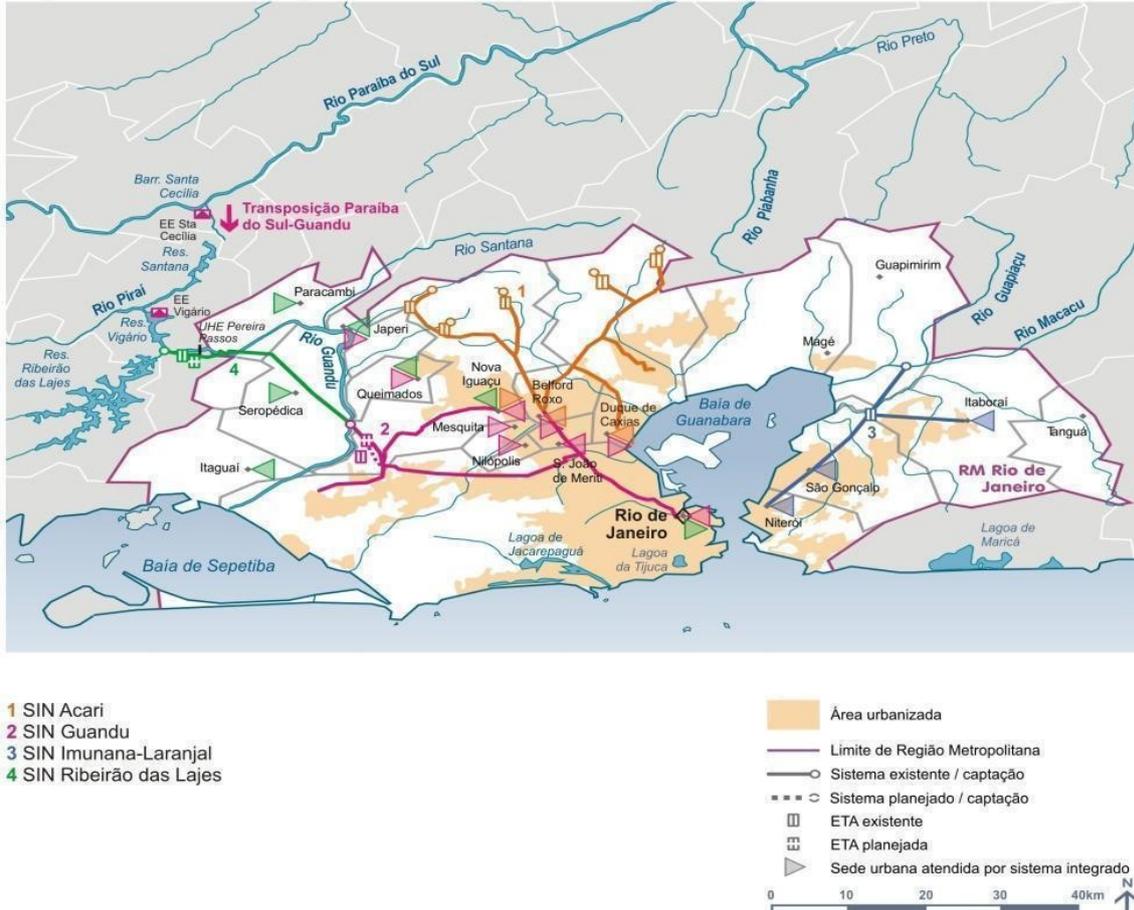
Além do embate político, uma articulação entre a Agência Nacional das Águas (ANA), o ONS, e o comitê da bacia do Paraíba do Sul, promoveu ações desde 2015 que reduziram a vazão mínima do Guandu em uma proporção que já ultrapassou os 40 %, incluindo episódios de paralisação do abastecimento.

Como a ETA do Guandu nunca operou com vazões tão reduzidas, o problema de abastecimento como o que ocorre na Baixada Fluminense não pode ser atribuídos unicamente aos eventos ambientais, pois foi uma questão de escolha priorizar a produção de energia elétrica, o que não está de acordo com a CF, nesse sentido, seria necessário realizar mudanças na governança da bacia do Paraíba do Sul em virtude de problemas estruturais ou não.

Os sistemas Guandu/Laje/Acari (Oeste Metropolitano) são os principais responsáveis pelo abastecimento da população metropolitana, a ETA do rio Guandu, localizado no Município de Nova Iguaçu, é a principal contribuinte, tratando e distribuindo mais de 45.000 L/s de água, distribuída por seis adutora atendendo a Zona Oeste, Zona Norte, Centro da Cidade do Rio de Janeiro e a Baixada Fluminense, sendo que o abastecimento da Baixada é

complementado com o sistema Acari. Para o abastecimento da Zona Oeste, Sul, Norte e Centro da Cidade do Rio de Janeiro, essa água precisa passar por vários sistemas de transposição ao longo de 33 Km (Figura 2).

Figura 2 - Sistemas interligados de abastecimento da Metrópole do Rio de Janeiro



Fonte: Britto; Formiga-Johnsson e Carneiro (2016)

A vazão total do sistema   de 5.500 l/s, abastecendo Paracambi (104, l/s), Seropédica (319 l/s), Queimados (44 l/s), Japeri (154 l/s), Nova Iguaçu (38,50 l/s), Rio de Janeiro (4.510 l/s), e Itaguaí (330 l/s), tais números apontam que 82 % da vazão   destinada ao município do Rio de Janeiro. Quanto ao sistema Acari, pode ser considerado antigo e apresenta algumas fragilidades, construído entre 1877 e 1909 para atender a antiga capital federal, com capta o na Serra de Tinguá, como essa água   retirada em área preservada de Mata Atlântica, ela recebe apenas desinfec o.

Apesar da água ser de boa qualidade, os principais problemas do sistema Acari   a tubula o em ferro fundido, que devido ao tempo de uso está sujeita a rupturas e vazamentos frequentes, tendo assim, que operar com vazão reduzida, limitada a 1,9 m<sup>3</sup>/s, podendo abastecer apenas os municípios próximos a capta o: Nova Iguaçu, Duque de Caxias, e parte de Belford

Roxo, necessitando de complemento com águas do sistema Lajes/Guandu, nesse sentido, o abastecimento da Baixada Fluminense acaba adquirindo uma grande complexidade.

Nas áreas atendidas pelo Sistema Guandu/Lajes/Acari existe um grande percentual da população sem atendimento a um serviço adequado (Brito; Formiga-Johnsson; Carneiro, 2016). Porém, analisando os dados do IBGE e do SNIS separadamente, dificilmente podemos perceber essa violação do direito à água, o que necessita de uma pesquisa mais refinada, confrontando as informações das duas fontes, além de pesquisas empíricas (IBGE, 2020).

Os dados oficiais apontam um crescimento no acesso à rede, que por si não garante o abastecimento, além disso, percebemos que em alguns municípios o crescimento no acesso não acompanhou o crescimento no número de domicílios (Quadro 1), portanto, uma análise baseada apenas no crescimento das ligações aos domicílios pode gerar percepções incorretas sobre a acessibilidade hídrica na região.

Quadro 1 - Atendimento com rede de água pelo Sistema Guandu/Lajes/Acari, evolução 2000-2020 por município

Município	Domicílios com atendimento pela rede de água (A)			Número de domicílios (B)			Taxa de Crescimento	
	2000	2010	2020*	2000	2010	2020**	A	B
Belford Roxo	87.847	108.529	145.677	121.650	145.667	157.955	23,5	19,7
Duque de Caxias	152.546	168.535	239.353	219.876	269.284	295.258	10,5	22,4
Itaguaí	17.314	27.524	33.910	22.985	33.894	41.271	58,9	47,4
Japeri	14.531	28.239	28.409	23.029	28.424	30.507	94,3	23,4
Mesquita	-	48.439	53.103	-	53.108	57.856	-	-
Nilópolis	42.731	46.056	50.510	44.407	50.496	54.821	7,7	13,7
Nova Iguaçu	210.894	189.199	248.186	260.594	248.092	276.118	-	-
Paracambi	7.712	10.372	15.249	11.419	15.242	17.225	34,4	33,4
Queimados	22.137	34.831	42.209	33.352	42.230	46.022	57,3	26,6
Rio de Janeiro	1.762.817	2.111.133	2.144.445	1.801.863	2.145.379	2.408.891	19,7	19,6
São João de Meriti	123.467	137.175	147.405	129.323	147.435	157.396	11,1	14,0
Seropédica	15.531	22.741	24.256	18.114	24.249	30.9	46,2	33,8

Fonte: IBGE (2020)

Existe uma grande dificuldade de obter dados precisos em órgãos oficiais, muitos pesquisadores criticam a falta de dados atualizados na página *web* do IBGE, nesse sentido, para uma compreensão mais próxima da realidade, sobre o problema da disponibilidade de água potável na Baixada Fluminense é necessária uma pesquisa com a população local, a exemplo do que realizamos com o grupo escolar envolvido em nossa pesquisa.

## 5 METODOLOGIA

A pesquisa qualitativa, com contorno de relato de caso, teve suas ações implantadas em uma escola da rede estadual do Rio de Janeiro, localizada no Bairro do Lote XV, no município de Belford Roxo, próximo ao limite com o município de Duque de Caxias. As atividades foram realizadas em três turmas do 2º ano do Ensino Médio, para um total de 80 alunos, ao longo do ano letivo de 2019. O desenho metodológico das intervenções pedagógicas dividiu o planejamento da sequência didática em três etapas: problematização inicial, organização do conhecimento e aplicação do conhecimento, com exercícios de verificação da aprendizagem ao longo das atividades e produção de um laudo técnico como um procedimento de avaliação alternativa de aprendizagem dos conteúdos abordados.

### 5.1 PROBLEMATIZAÇÃO INICIAL

Motivado pelos pressupostos freirianos, a escolha da temática geradora foi estruturada a partir de consultas à comunidade escolar. Esta foi iniciada no segundo bimestre, do ano letivo de 2019, tendo três momentos bem distintos na proposição do protocolo a ser implementado. O protocolo empregado envolveu: consulta ao corpo docente (segundo bimestre), análise dos documentos da escola (terceiro bimestre), aplicação de um questionário impresso de maneira presencial com os alunos no quarto bimestre deste mesmo ano, constituindo-se como fases dessa etapa os processos:

- a) para a consulta ao corpo docente foram elaboradas 17 perguntas, sendo 14 fechadas e 3 abertas, aplicadas de maneira remota com a utilização da ferramenta *Google Forms*, e disponibilizado através do link: [https://docs.google.com/forms/d/e/1FAIpQLSdF-vh4\\_MgZ8LS-dxKzu-v2eWnyyzYM0fyhK-iN6DS63olJCw/viewform?usp=sf\\_link](https://docs.google.com/forms/d/e/1FAIpQLSdF-vh4_MgZ8LS-dxKzu-v2eWnyyzYM0fyhK-iN6DS63olJCw/viewform?usp=sf_link). Para uma boa compreensão das respostas procurou-se obter informações sobre o tempo de atuação do docente na escola, qual sua disciplina, formação continuada, mas além dos aspectos profissionais, se também vivenciavam aquela realidade como morador local ou da Baixada Fluminense, lembrando que esse registro foi feito no segundo bimestre de 2019.
- b) leitura de documentos escolares produzidos pela gestão da unidade: O documento com maior menção ao problema dos recursos hídricos foi a planilha de forças

fracas e fortes, oportunidades x ameaças da unidade escolar, chamada matriz SWOT ou matriz FOFA, disponível em: <https://drive.google.com/file/d/1AKnCX77cviJ-tlBzjU4Gi47RDw-3R-Pb/view>.

- c) inclusão dos estudantes na problematização. Os estudantes também participaram dessa etapa do processo consultivo, respondendo um questionário presencial sobre acessibilidade hídrica (APÊNDICE A).

## 5.2 REVISÃO INTEGRATIVA

A revisão integrativa da literatura desenvolvida no trabalho (Tavares; Silva, 2024) utilizou como inspiração a proposta de pesquisa fornecida por Botelho, Cunha e Macedo (2011), no entendimento da aproximação entre o pesquisador e o problema, traçando um panorama da produção científica de forma que se possa esperar novas oportunidades de estudo.

A escolha estratégica de implementar o projeto em nossa escola visa direcionar alguns esforços que contribuam de maneira efetiva na realidade de sujeitos que fazem parte de uma parcela da população diretamente afetada pela precariedade no abastecimento de água. A inclusão dessa perspectiva de ensino e aprendizagem fortalece a relevância do projeto à medida que permite uma abordagem educativa que empodera os jovens a entenderem e enfrentarem ativamente a questão hídrica, tornando-se possíveis agentes de mudança em sua própria comunidade.

Procurou-se analisar a percepção da água como um bem comum, explorando estudos nacionais por meio de uma revisão da literatura de dissertações no Catálogo de Teses e Dissertações da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES), disponível em <https://catalogodeteses.capes.gov.br/catalogo-teses>. Além disso, foi dada atenção para pesquisas mais próximas ao nosso contexto, buscando por dissertações na Base Minerva, que reúne o acervo de todas as bibliotecas e informações da Universidade Federal do Rio de Janeiro (UFRJ), acessível em <https://minerva.ufrj.br>, e no repositório digital do Programa de Pós-Graduação em Ensino de Química (PEQui), disponível em <https://pequiufrj.wordpress.com/>.

Durante as buscas por Dissertações com a utilização das palavras-chave, realizou-se a leitura dos títulos das obras destacadas nas bases de dados, e caso estes estivessem associados ao nosso tema, foi realizada uma análise dos resumos, dos objetos gerais e específicos dos trabalhos para verificar quais relações poderiam existir ou serem construídas nesse tipo de

projeto. Durante as investigações, foram pesquisadas fundamentalmente as seguintes categorias: (1) Recursos Hídricos: Compreendendo a disponibilidade, uso e gestão dos recursos hídricos no Brasil; (2) Ensino de Química: Explorando a abordagem educacional para conscientizar a população sobre a importância da água; (3) Contextualização: Buscando situar o problema dentro do contexto social, econômico e ambiental em um contexto local; (4) Bem Comum: Examinando como a água é percebida e gerida como um recurso compartilhado pela comunidade; (5) Governança Hídrica e Gestão de Recursos Hídricos: Investigando as estratégias governamentais para enfrentar a crise hídrica; (6) Direito à Água: Avaliando como a comunidade local compreende e exerce o direito ao acesso à água; (7) Escassez Hídrica: Analisando as raízes e consequências da escassez de água em nossa região.

A agregação dessas categorias visa proporcionar uma compreensão abrangente e crítica da crise hídrica em nossa comunidade, possibilitando a identificação de suas causas mais profundas e, conseqüentemente, a construção de uma proposta didática bem fundamentada e eficaz, que pudesse ter utilidade no cotidiano dos nossos estudantes e comunidades próximas à escola.

Iniciou-se a busca a partir do Catálogo de Teses e Dissertações da CAPES. Utilizando as seguintes combinações de palavras-chave: “Recursos hídricos” *and* “Ensino de química” *and* “água”; “Recursos hídricos” *and* “Ensino de química” *and* “contextualização”; “Recursos hídricos” *and* “Ensino de química”. No entanto, o buscador não apresentou retorno em nenhuma dessas combinações. Optou-se então por utilizar apenas a associação “água” *and* “Ensino de Química”, retornando 35 trabalhos. Realizou-se a leitura dos títulos e dos resumos disponíveis na plataforma Sucupira, envolvendo os usos múltiplos ou água para consumo humano, reduzindo os resultados para nove trabalhos.

O passo seguinte foi uma busca avançada na Base Minerva. Utilizando a opção de título nos três primeiros campos de busca para os termos: água, ensino de química e contextualização em cada campo. Selecionando a categoria de Dissertação de Mestrado UFRJ e um período de 2013 a 2023. A síntese definida pela plataforma foi (Palavra Título = Água AND Palavra Título = ensino de química AND Palavra Título = Contextualização *and* P-Cód.idioma = POR *and* Palavra Ano = 2013 -> 2023 *and* Palavra Material = TMFRJ).

O último repositório visitado foi a página *web* do PEQui que não disponibiliza uma funcionalidade de busca avançada. Assim, para acessar as informações desejadas, foi necessário seguir os seguintes passos: ao entrar na página, clicar na seção "Egressos", selecionando o ano desejado e, em seguida, acessar o arquivo em formato PDF para leitura. Realizando a leitura do

título e dos resumos de todos os trabalhos pertinentes ao nosso tema, no período entre 2016 e 2022, onde foram identificados dois trabalhos associados à nossa temática.

Após a conclusão das pesquisas nas bases de dados, os trabalhos duplicados foram removidos. Em seguida, utilizando a categorização descritiva, realizou-se uma leitura das introduções e dos objetivos. A intenção nesse momento de busca, foi observar em que contexto as dissertações se desenvolveram e os produtos aplicados. Identificando as séries em que foram trabalhadas, o número de turmas, o número de alunos, os conteúdos abordados, a infraestrutura das escolas e os materiais utilizados (Quadro 2).

Quadro 2 - Dados das dissertações selecionadas

<b>Título</b>	<b>Autoria (Ano)</b>	<b>Universidade</b>	<b>Base de busca</b>
Uso da Água na Bacia do Rio Cachoeira, Maciço da Tijuca (RJ): Qualidade, Escassez e Conflitos Locais	Silva, Felipe Rodrigo Souza (2014)	UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO DE JANEIRO	CAPES MINERVA
Crise hídrica, qualidade e tratamento da água: uma contextualização para o Ensino de Química	Rodrigues, Caroline Ferreira Santos (2016)	UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO DE JANEIRO	CAPES MINERVA PEQUI
A luta pela água no Maciço da Tijuca (Rio de Janeiro): o caso das favelas do Alto da Boa Vista	Knopman, Eduardo Bayer (2018)	UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO DE JANEIRO	CAPES MINERVA
Análise de uma sequência didática com enfoque CTS e ensino por investigação a partir da temática "água potável"	Castro, Maria Do Carmo De (2019)	INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA DE SÃO PAULO	CAPES
Poluição das águas: sequência didática contextualizando concentração das soluções.	Oliva, Alexandra Dornelles (2019)	UNIVERSIDADE TECNOLÓGICA FEDERAL DO PARANÁ	CAPES
Um estudo da qualidade da água do Rio dos Porcos: indícios de aprendizagem de conceitos científicos'	Curti, Lais Zambini Coletto (2020)	UNIVERSIDADE FEDERAL DE SÃO CARLOS	CAPES
Educação CTS/CTSA com enfoque freiriano no ensino de química de nível médio: debates sobre a temática de saneamento básico	Corona, Fernanda Farias (2020)	INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA DO ESPÍRITO SANTO	CAPES
Água, direito humano fundamental: para que indivíduos em situação vulnerável se façam sujeitos de direitos	Oliveira, Vanessa Silva De (2022)	UNIVERSIDADE FEDERAL FLUMINENSE	CAPES

Fonte: Autoria própria (2023).

Esse processo de identificação do contexto em que as dissertações foram desenvolvidas durante a pesquisa bibliográfica pode oferecer um fundamento mais sólido no processo de

revisão, que envolve a aplicação de um produto educacional. Por fim, foram destacadas oito obras, conforme indicado no Quadro 2, para uma leitura completa e minuciosa das dissertações.

### 5.3 ANÁLISE E ORGANIZAÇÃO DO CONHECIMENTO

A organização do conhecimento foi realizada em três fases sintetizadas e nomeadas por Delizoicov (1991) e Delizoicov, Angotti e Pernambuco (2002) que são a codificação e análise das informações obtidas na problematização inicial, seguido da decodificação que é realizada através de uma pesquisa bibliográfica para compreensão da natureza do problema e sua amplitude em diversos níveis geográficos e sociais, e por fim foi realizada a redução temática, com uma associação entre os problemas decodificados e o conteúdo disciplinar.

Após a análise dos dados extraídos da consulta com os professores, buscou-se compreensão mais ampla do problema de falta d'água no município, muito marcante nos bairros no entorno da escola. Então, foi realizada uma pesquisa sobre os recursos hídricos em contextos internacionais e regionais que poderiam influenciar o problema a nível local.

#### 5.3.1 Codificação e análise: escolha do tema como uma contradição local vivenciada pelos envolvidos dentro de um contexto global

Nessa etapa de análise e decodificação do problema, utilizou-se a metodologia considerada essencial nos inquéritos sobre a água e suas redes que é multiplicar as fontes de informação, tais como documentos oficiais, fontes de informações técnicas, a imprensa diária, que servem de marcadores cronológicos, relatórios oficiais, bases de dados municipais, estaduais e nacionais, além das informações coletadas nos questionários.

Como nenhuma dessas fontes dá conta da totalidade de informações, o pluralismo metodológico permite coletar dados e evidenciar diferenças e discrepâncias factuais, rompendo com uma impressão inicial. Os argumentos usados geralmente se referem a dados técnicos que devem ser verificados: O que é dito ao investigador também deve ser complementado por dados externos à operação para situá-la em um tempo mais longo, recorrendo-se a uma pesquisa bibliográfica, e com a busca por dados estatísticos oficiais e não oficiais, situando a condição local em ciclos mais globais influenciados por fatores sociais e econômicos.

Diante do exposto, buscando compreender o problema de acesso à água apresentado pelos entrevistados, combinando uma diversidade de fontes, em termos práticos nossa sequência de pesquisa, nessa etapa, foi:

- a) estudos das orientações internacionais fornecidas pela ONU/UNESCO;
- b) estudo da Constituição Federal de 1988, procurando os parágrafos que estavam relacionados primeiramente à temática ambiental, seguido pelas portarias ambientais ou especificamente relacionados aos recursos hídricos;
- c) pesquisa sobre material produzido por entidades reguladoras como a ANA, obtidas no portal eletrônico <https://www.gov.br/ana/pt-br>, na aba gestão das água e pela ANEEL disponibilizadas em <https://www.gov.br/aneel/pt-br> na opção biblioteca virtual;
- d) estudo de documentos produzidos por órgãos estaduais;
- e) pesquisa de artigos científicos, de opinião e páginas da internet relacionados ao tema, conseguimos obter informações locais bastante pertinentes ao nosso trabalho em pesquisas realizadas na Biblioteca Digital de Teses e Dissertações eletrônicas da Universidade do Estado do Rio de Janeiro, UERJ ([www.bdt.d.uerj.br](http://www.bdt.d.uerj.br), 2002), que engloba as produções acadêmicas da Faculdade de Educação da Baixada Fluminense (FEBF), pólo da UERJ, localizado no município de Duque de Caxias.

### **5.3.2 Decodificação: legitimação dessas situações e sintetização em tema gerador**

Após o levantamento de informações, organização e classificação das mesmas como formais, técnicas, e de opinião, iniciou-se a associação dessas informações aos conteúdos disciplinares, promovendo a contextualização do conteúdo escolar, conforme previsto pela Abordagem Temática Freireana.

O propósito dessa etapa é construir um vínculo entre o problema dos recursos hídricos, seus impactos globais, regionais, e local com o conteúdo disciplinar, estabelecendo relações parte-todo e particular-geral. Apesar da codificação e da decodificação iniciarem-se de maneira sequencial, algumas considerações foram realizadas de maneira simultânea, dando início a redução temática.

### **5.3.3 Redução temática: seleção dos conteúdos científicos para compreensão do tema e planejamento de ensino**

A redução temática é um processo que simplifica e concentra a abordagem pedagógica em torno do tema central, permitindo uma investigação aprofundada e uma compreensão mais

crítica da realidade. No trabalho original de Delizoicov (1991) essa etapa foi realizada por uma equipe disciplinar, porém, dentro de nosso contexto foi necessário realizar um trabalho monográfico.

O desenho metodológico desta etapa do trabalho, realizada pelo professor, envolveu:

- a) o estudo do currículo mínimo obrigatório oferecido pela Secretaria Estadual de Educação do Rio de Janeiro (SEEDUC-RJ) para os professores de química, selecionando os conteúdos essenciais para um o entendimento da temática e formulações críticas dos alunos diante da situação a que estão sujeitos, com a construção de uma correlação do conteúdo destinado ao segundo ano do ensino médio com a resolução nº 357 de 2005 do CONAMA;
- b) o estudo e seleção dos parágrafos e artigos da resolução nº 357/2005 do CONAMA a serem trabalhados, e que se tomaram uma certa centralidade na constituição dos tópicos do material teórico sobre recursos hídricos, APÊNDICE B, e que por sua vez, definiram os parâmetros analíticos a serem utilizados nas atividades experimentais;
- c) o estabelecimento da aplicação da pesquisa com o 2º Ano do Ensino Médio, em três turmas vespertinas, com a reorganização do conhecimento, conceitos e conteúdo disciplinares, de acordo com o Tema Gerador;
- d) o planejamento das aulas/oficinas para o desenvolvimento do tema;
- e) a construção do material teórico (guia temático) associando os conteúdos disciplinares ao Tema Gerador, destacando que a elaboração foi ocorrendo paralelamente com a redução temática, que é justamente a materialização da associação entre o estudo realizado acerca do tema com o currículo proposto pela Secretaria de Educação:
  - quanto aos materiais textuais temáticos, eles foram iniciados com tópicos essenciais para compreensão social e científica do tema, e posteriormente incluídos tópicos com o objetivo de atender propostas e dúvidas que identificamos na aplicação dos questionários;
  - considerações sobre o número de páginas do material, e seu impacto sobre os custos para reprodução do mesmo;
  - otimização do uso de figuras para reduzir o consumo do toner para impressora com a utilização de imagens com tamanho reduzido e em preto e branco;

- seleção de vídeos no *youtube* sobre o tema, com menos de 10 minutos, para ficarem adequados ao tempo de aula.
- f) a construção de uma maleta kit para análises físico-químicas em amostras de água. Como parte dos parâmetros físico-químicos a serem trabalhados foram definidos no início da redução temática, considerando o currículo e a série, reprodutibilidade, e tempo de execução, ficamos mais atentos às técnicas analíticas utilizadas nas atividades experimentais e seus custos.

Após serem definidos os parâmetros, foi realizada uma pesquisa de preço na plataforma de comércio on-line Mercado Livre, e a compra de vários kits e equipamentos em conjunto, proporcionou redução no custo dos fretes.

#### 5.4 APLICAÇÃO DO CONHECIMENTO

A implementação foi realizada no 4º bimestre de 2019, sendo acompanhada por registros fotográficos, ficando-se atento às falas durante as discussões em grupo, bem como à capacidade dos alunos em utilizar o conteúdo escolar na compreensão de problemas reais, observando a possibilidade da construção de um pensamento crítico durante o estudo do material teórico, com o auxílio dos vídeos recomendados dentro da mesma, finalizada e por fim, com a construção dos laudos físico-químicos baseados nos resultados das análises atividades experimentais, e nas discussões realizadas ao longo de todas atividades.

##### 5.4.1 Etapas do desenvolvimento em sala de aula

Na primeira aula, no início do quarto bimestre, enquanto as notas e as pendências do bimestre anterior foram apresentadas, foi discutida a possibilidade de realização do projeto com as turmas, sobre a importância do tema para a comunidade, e quais seriam os fatores locais e globais, que poderiam influenciar nosso contexto, destacando que para início da atividade, seria necessário o preenchimento de um questionário sobre acessibilidade hídrica. Nessa mesma aula, ficou decidido sobre a necessidade do questionário impresso (APÊNDICE A), que foi entregue com a devolução na semana seguinte.

Após a compilação das informações obtidas, iniciou-se às atividades de implantação do projeto em sala de aula, sendo utilizados um total de 10 tempos de 50 minutos, estruturadas em cinco aulas de dois tempos, cujos momentos das ações foram organizados a partir de três

categorizações distintas: contextualização (quatro tempos), experimentação (cinco tempos) e a finalização do laudo (um tempo), que estavam previstas no planejamento pedagógico.

A contextualização foi planejada para as aulas 1 e 2, contando com as seguintes ações:

- a) divisão das turmas em grupos, sendo mantidos até o fim das atividades (Aula 1);
- b) solicitação de amostras de água consumida em suas residências, e demonstração do procedimento de coleta, de acordo com o roteiro descrito na cartilha (Aula 1);
- c) entrega da cartilha e discussão dos tópicos da cartilha: distribuição de água no planeta, e Escassez hídrica ou injustiça social (Aula 1);
- d) apresentação dos resultados da consulta sobre acessibilidade hídrica na comunidade (Aula 1);
- e) leitura e discussão dos tópicos: composição da água natural, poluição da água, água potável, tratamento convencional (Aula 1), essa leitura foi realizada pelos estudantes que se revezaram ao longo da atividade.
- f) leitura e discussão dos tópicos da cartilha sobre os parâmetros de qualidade da água potável, aspectos legais sobre a água potável e do resumo da legislação nº 357/2005 do CONAMA (Aula 2);
- g) discussão dentro dos grupos sobre a definição do responsável pela coleta da amostra que foi solicitada na aula anterior, e considerando uma diversidade de origem da água (Aula 2).

A experimentação participativa em grupos envolveu a realização das análises físico-químicas dos principais parâmetros para determinação da potabilidade da água, de acordo com o procedimento experimental detalhado no material teórico (APÊNDICE B). Nesta fase, foram realizadas as ações:

- a) explicação dos conceitos e cálculos de massa atômica e massa molecular utilizando como exemplo os elementos e substâncias envolvidas na análise de dureza (Aula 3), leitura dos tópicos da apostila, leitura alternada entre os alunos;
- b) definição e explicação de concentração comum usando como exemplo a dosagem de cloro para desinfecção de caixas d'água e cisternas (Aula 3);
- c) estudo do tópico entendendo as análises físico-químicas (Aula 3);
- d) realização dos testes de turbidez, salinidade e sólidos totais dissolvidos, a demonstração foi realizada utilizando uma amostra coletada no pátio da escola, e os alunos replicaram o experimento com amostras de suas residências, fazendo as devidas anotações, na planilha presente no final do material teórico para confecção do laudo final (Aula 3);

- e) estudo dos tópicos do material teórico com os alunos que se revezaram na leitura para a turma: sobre unidades de concentração, alguns princípios técnicos e científicos, e entendendo as análises físico-químicas utilizando como exemplo o teste de pH e dureza (Aula 4);
- f) explicação do conceito de mol, e da relação entre massa molecular e massa molar utilizando como exemplo a massa molar do carbonato de cálcio e do carbonato de magnésio, e colocando o cálculo do ácido etilenodiamino tetra-acético (EDTA) como verificação da aprendizagem, lembrando que tais substâncias estão presentes nos testes de dureza (Aula 4);
- g) explicação de cálculos estequiométricos utilizando como exemplo a análise de dureza (Aulas 4 e 5);
- h) verificação de conhecimento empregando como exemplo a análise de amônia (Aula 5);
- i) realização das análises de dureza e amônia, novamente foi utilizada a estratégia de exemplificar o procedimento com uma amostra coletada na escola, sendo replicada em seguida pelos grupos com suas amostras, com o devido preenchimento dos campos na planilha do laudo (Aula 5);

A produção discente do laudo técnico envolveu:

- a) uma breve conversa para relembrar os motivos da seleção dos parâmetros de potabilidade estudados e analisados, lembrando dos possíveis problemas provocados por água que estariam com esses parâmetros estejam fora da norma, classificando a amostra de acordo com a portaria;
- b) mapear os possíveis tratamentos necessários na fonte de obtenção do recurso.

#### **5.4.2 Avaliação das atividades**

Além de avaliar o trabalho através da motivação e da participação dos estudantes, perceptível nas falas e olhares durante a realização das atividades, mapeamos as reações e comportamento discente aplicando um questionário de avaliação (APÊNDICE C), contendo três questões fechadas, com respostas baseadas na escala de *Likert*, contendo as respostas: concordo plenamente, concordo, sem opinião, discordo e discordo plenamente, e duas questões abertas. Esse segundo questionário foi entregue no final da aula 5, porém, como não houve tempo hábil para sua devolução em aula, ficou combinado que as respostas deveriam ser enviadas via aplicativo de conversa, tais como o *whatsapp*.

## 6 RESULTADOS E DISCUSSÃO

A didática utilizada baseou-se em uma abordagem temática, semelhante às propostas de ensino por projeto que organizam o conteúdo disciplinar em torno de problemas reais. Como resultado deste trabalho foi possível encontrar uma série de informações que legitimaram nossa proposta inicial, onde foi verificado que realmente existe um problema de acessibilidade hídrica para uma parte considerável da população envolvida. Além disso, foi possível reconhecer os fatores que impactam no problema a nível local tais como documentos acadêmicos e as consultas realizadas na comunidade. Quanto ao material didático produzido, ele mostrou-se de fácil aplicação no contexto de uma escola pública da rede estadual do Rio de Janeiro.

### 6.1 REVISÃO INTEGRATIVA DA LITERATURA

Os resultados foram os seguintes: o campo água apresentou 89 resultados, o campo ensino de química retornou 25, e em contextualização, 64. Entretanto, no registro total, identificamos apenas um trabalho relevante. A partir desses resultados foi realizada a leitura dos títulos e resumos dos trabalhos apresentados em cada um dos quatro campos separadamente. Selecionamos as obras que consideramos pertinentes à nossa pesquisa, seguindo os mesmos princípios utilizados para a restrição de obras na plataforma CAPES.

Apesar do trabalho de Silva (2014) não estar vinculado ao ensino de química, ele apresenta considerações muito importantes sobre a disponibilidade hídrica em nosso estado, realizando um estudo sobre a gestão das águas na bacia do Rio Cachoeira, Silva (2014) ressaltando um problema de escassez e qualidade da água em uma região localizada no centro da RMRJ.

Silva (2014) avalia a gestão da água, considerando Poder Público, usuários e população local. Incluindo a população analisada com entrevistas semi estruturadas, abordando temas da escassez, qualidade da água e conflitos relacionados. Seus resultados revelaram o uso de nascentes em 56% dos domicílios, diversificação do abastecimento em algumas comunidades, escassez e conflitos frequentes. Indicadores como qualidade da água, destinação de esgotos e uso doméstico mostram padrões homogêneos. Observou-se que o autor encontrou inconsistências em dados oficiais com as informações obtidas nas entrevistas, concluindo que a presença estatal é percebida como insatisfatória, priorizando áreas abastadas.

No trabalho de Knopman (2018), encontra-se uma investigação abrangente sobre recursos hídricos, começando pela questão dos recursos hídricos ao abordar o fornecimento de

água potável nas favelas do Rio de Janeiro, mais especificamente, nas favelas do maciço da Tijuca. Embora o trabalho não esteja diretamente vinculado à área de ensino, ele oferece uma perspectiva valiosa que aponta para a construção de uma abordagem crítica e consistente sobre nosso tema.

O autor descreve a escassa cobertura de saneamento e abastecimento hídrico nessas comunidades, destacando a ausência de investimento público e infraestrutura urbana adequada. Explorando o contexto social e econômico das favelas no Rio de Janeiro, além de salientar as soluções encontradas pela população de baixa renda para lidar com desigualdades socioeconômicas e um grave déficit habitacional.

Knopman (2018) também aborda a questão da água como um bem comum, examinando a prática das favelas em buscar soluções caseiras para o abastecimento de água. Ele destaca que a falta de acesso à água não é uma opção, levando as favelas a procurarem alternativas para suprir essa necessidade.

Quanto à Governança Hídrica e Gestão de Recursos Hídricos, são analisados os espaços de gestão, controle e usufruto da água na rotina das favelas, denominados "ambientes hídricos favelados". Além disso, o autor utiliza estudos de caso específicos, como as favelas Mata Machado, Fazenda e Vale Encantado, para exemplificar a gestão local da água. A escassez hídrica nas favelas é abordada indiretamente devido à baixa cobertura de saneamento, e o trabalho não menciona diretamente os aspectos legais do direito à água.

Segundo Knopman (2018) a escassez é um quadro socialmente produzido dentro das condições naturais de um dado local. Não existe tal coisa como um imperativo da pujança ou da escassez, mas antes uma história desigual de apropriação dos recursos que se materializa em espaços assimétricos de habitação. Segundo o qual nossa legislação ou as recomendações da Organização das Nações Unidas (ONU) não conseguem garantir esse direito fundamental diante dos interesses de mercado associada à água.

Por fim, nos apresenta soluções particulares ou de pequenos grupos que podem até garantir um fluxo contínuo e satisfatório, porém, com a constatação de sérios problemas na qualidade das fontes de obtenção do recurso.

A pesquisa de Castro (2019) aborda o tema "Água potável", buscando discutir e promover a consciência ambiental e social no âmbito do ensino de química na Educação Básica. Com uma análise atenta do trabalho é possível identificar a abordagem direta das categorias recursos hídricos, ensino de química e a contextualização por meio de experimentações, debates, análises de textos e investigações ao longo de uma Sequência Didática (SD) compreendendo 20 tempos de aula.

Castro (2019) apresenta uma visão sobre como superar obstáculos na transmissão efetiva de saberes disciplinares ao trabalhar os conteúdos químicos: substâncias puras; misturas; tipos de misturas; processo de separação de misturas; unidades de concentração; conceito de ácido-base e pH, contextualizados em uma abordagem envolvendo o tratamento convencional de água potável, e o ciclo da água.

No trabalho de Castro (2019), é evidenciada a promoção da consciência ambiental, relacionada ao uso responsável da água potável. Nota-se uma abordagem indireta das categorias água como um bem comum e o direito à água, ao promover reflexões sobre a relação entre saúde pública e a água potável com conhecimentos construídos e sistematizados coletiva e individualmente em sala de aula, em um processo intenso de investigação proposto aos alunos.

Não existe um aprofundamento na relação do tratamento da água com questões sociais relevantes para a população das periferias urbanas, como a escassez hídrica, questão que pode ter passado despercebida pelo fato da escola estar localizada em São José dos Campos, ou seja, dentro da Região Metropolitana do Vale do Paraíba, muito próxima à principal fonte de água para a região Sudeste, que não apresenta histórico de ausência de água potável. Apesar da grande contribuição da SD para a formação cidadã, é importante notar a ausência de considerações sobre governança hídrica e gestão de recursos hídricos, fatores cruciais em abordagens mais abrangentes sobre questões hídricas.

Castro (2019), que atua como professora de química da própria turma, apresentou alguns desafios para a aplicação do trabalho, que talvez sejam inerentes a algumas desvantagens de se trabalhar com Sequência de Ensino por Investigação (SEI) frente a outras abordagens, como o Trabalho por Projeto ou Abordagens Temáticas.

O primeiro desafio descrito por Castro (2019) foi o problema de tempo e materiais, pois a implementação do ensino por investigação muitas vezes requer mais tempo e recursos que outras abordagens, tanto por parte dos professores quanto dos alunos. O trabalho foi realizado com apenas uma turma, que segundo a autora precisou escolhida estrategicamente para preparar a sala de aula antes e depois das atividades, uma situação que a professora reconhece como complicada, dada a falta de tempo apresentado pela grande maioria dos professores, além de necessitar de reagentes que exigiam cuidados na manipulação e vidrarias específicas.

Outro desafio destacado por Castro (2019) foi o nível de abstração dos alunos. Em alguns casos, o ensino por investigação pode envolver conceitos mais complexos, o que pode ser desafiador para alguns estudantes. Essa complexidade pode resultar em dificuldades de compreensão para alguns alunos, e, no caso da atual SD, provocou desânimo em alguns estudantes. Muitos deles poderiam ter participado do projeto apenas por ele constar como

avaliação bimestral, deixando pendências na realização de algumas atividades e questionamentos sem respostas, ou seja, falta de engajamento — o que representa outro desafio do trabalho baseado em SEI, demandando uma atenção constante da pesquisadora.

A contribuição de Castro (2019) vai além do resultado do trabalho, uma vez que foi gerado um Produto Educacional na forma de uma Sequência Didática validada e disponibilizada aos professores da disciplina de química do ensino básico. Pois, ao longo da dissertação, a autora apresenta de forma muito clara não apenas os objetivos alcançados, mas também os vários desafios que podem ser enfrentados por professores que buscam uma proposta de ensino diferenciada, voltada para a alfabetização científica e formação para a cidadania, utilizando uma metodologia baseada em SEI.

Sobre a dissertação de Oliva (2019), destaca-se o ensino de química utilizando a poluição das águas como contexto, trabalhando com os conceitos relacionados à concentração de soluções associadas a atividades experimentais. O objetivo de Oliva (2019) foi superar as dificuldades de compreensão dos alunos ao articular informações escolares com o cotidiano.

Ao realizarmos apenas a leitura do resumo, parece que o trabalho não envolveria as categorias pesquisadas. No entanto, com a análise completa do trabalho, identifica-se uma grande preocupação do autor sobre a necessidade do ensino de química voltado para a produção do pensamento crítico e formação cidadã. Ao ter como produto uma SD que aborda indiretamente tais categorias, é possível promover algumas reflexões sobre os aspectos socioambientais relacionados com os recursos hídricos.

Na introdução do trabalho, onde são citados alguns referenciais teóricos, Oliva (2019) demonstra a importância do ensino de Química, indo além da transmissão de conteúdo, partindo para promoção uma formação crítica e voltada para a cidadania. A escolha do tema "poluição das águas" sugere uma preocupação ambiental e reconhecimento da limitação no acesso à água potável. A proposta de usar a SD indica o desejo de uma abordagem mais participativa.

Embora o texto não explore explicitamente os pressupostos de Paulo Freire, as referências apresentam um viés que sugere influências da abordagem freireana. Em síntese, o autor parece compreender a necessidade de uma educação crítica, utilizando a limitação no acesso à água como uma proposta para abordagens pedagógicas mais envolventes.

Como o principal objetivo do autor foi a produção da SD, demonstrando passo a passo a elaboração, avaliação e a reelaboração, não observamos no processo uma preocupação com uma abordagem crítica, pois, para Oliva (2019), esse trabalho ficaria a cargo dos professores que utilizassem o produto, com a possibilidade de ir aprimorando a SD.

A SD é uma proposta para trabalhar os conteúdos de solução, concentração, unidades de medida de massa e volume, bem como seus múltiplos e submúltiplos para turmas do 2º ano do ensino médio. Identifica-se a preocupação do pesquisador em demonstrar a evolução do produto elaborado, partindo do planejamento até o produto final. Tal produto pode ser considerado de fácil aplicação no contexto de escolas públicas no país, uma vez que o material a ser impresso não é muito extenso, composto por 19 páginas.

Oliva (2019) utilizou códigos QR para o acesso a textos auxiliares e vídeos. Outra grande vantagem do material teórico produzido é a divisão do conteúdo por oficinas, iniciando com seus objetivos e finalizando com questionários para verificação da aprendizagem que não possui um caráter de avaliação com o rigor das provas tradicionais.

A elaboração da Sequência Didática demonstra um esforço valioso para melhorar a compreensão dos alunos conceitos disciplinares específicos. A conexão com a conscientização sobre a importância da água, integrando elementos que relacionam os conceitos químicos com a relevância da água no contexto global, é feita de maneira indireta, apresentando análises de especialistas e informações obtidas em materiais fornecidos pela Agência Nacional da Água, documentos da Organização das Nações Unidas, da companhia estadual de água e saneamento, e da legislação, com destaque para a resolução nº 357 de 2005 do CONAMA, de grande relevância para o trabalho aqui proposto (Brasil, 2005).

Considerando o exposto, embora Oliva (2019) não tenha realizado uma análise crítica aprofundada das categorias de Governança Hídrica e Gestão de Recursos Hídricos, Direito à Água, Escassez Hídrica e a água como bem comum sob uma perspectiva social mais aprofundada, é factível integrar esse enfoque durante a aplicação da SD.

Quanto à dissertação de Curti (2020) observa-se uma experiência de ensino mais específica, por se tratar de uma turma do curso técnico de química, que dispõe de um laboratório técnico e equipamentos específicos de alto valor, mas que pode ser adaptado para o ensino regular. A importância desta obra está na valorização do ensino de Química, visando à formação de cidadãos capazes de integrar conhecimentos escolares à realidade social. O autor ressalta o crescente debate sobre a interação entre Ciência, Tecnologia e Sociedade (CTS) em face dos desafios ambientais contemporâneos. Este enfoque é explorado ao longo de 18 períodos agrupados em nove aulas, denominadas pela pesquisadora como etapas (Curti, 2020). Apesar de envolver uma abordagem CTS, foram identificadas algumas categorias de análise relevantes para nosso estudo, uma vez que o autor abordou a problemática dos recursos hídricos ao examinar a qualidade da água do Rio dos Porcos e seus impactos na população da cidade de Taquaritinga, situada no centro da região metropolitana de São Paulo. Embora não explore de

forma minuciosa a disponibilidade e gestão dos recursos hídricos no Brasil, a abordagem sobre a qualidade da água relaciona-se a aspectos desses recursos.

Ao empregar uma SEI para examinar a qualidade da água do rio em sua trajetória pela cidade, selecionaram alguns parâmetros com base em estudos de artigos da Revista Química Nova na Escola e da resolução 357 de 2005 do CONAMA como referência, os estudantes puderam classificar a água do rio. Eles analisaram os parâmetros pH, condutividade, oxigênio dissolvido e coliformes fecais, determinando a variação da poluição de origem doméstica e comercial ao longo do seu curso, desde a nascente, passando pela cidade e após sua saída, o que promoveu um ensino de química contextualizado buscando uma abordagem educacional significativa.

Embora não haja uma análise explícita sobre a água como um bem comum, o texto a apresenta como um recurso compartilhado pela comunidade, abordando os impactos locais sobre o Rio dos Porcos. Essa abordagem sugere uma consideração do recurso hídrico como um bem comum afetado por ações coletivas.

Nesse contexto, a dissertação faz uma breve menção a Governança Hídrica e Gestão de Recursos Hídricos ao discutir resultados de análises químicas com base na legislação vigente, revelando preocupação com as resoluções normativas e regulamentações. Contudo, a análise das estratégias governamentais para enfrentar a crise hídrica não é detalhada. O texto não aborda explicitamente o direito à água nem como a comunidade local compreende e exerce esse direito.

Embora o texto destaque que a população de Taquaritinga impacta o Rio dos Porcos, não explora as raízes e consequências da escassez de água na região. Ao longo da dissertação, encontramos principalmente as categorias de ensino de química e contextualização, com algumas referências indiretas a Recursos Hídricos e Bem Comum.

Ao término da SD proposta por Curti (2020), os alunos elaboraram mapas conceituais e portfólios. A associação desses materiais com a classificação da água do rio configura um método de avaliação bastante adequado para uma abordagem temática. Embora tenha sido proposto o desenvolvimento de um site abrangendo as etapas do estudo, os resultados das análises de qualidade da água e a classificação do manancial, durante o levantamento realizado, o site encontrava-se indisponível.

A dissertação de Corona (2020) aborda praticamente todas as categorias de análise que se buscou, iniciando pelos recursos hídricos, ao trabalhar a temática do saneamento básico urbano incluindo tratamento de água, efluentes, resíduos sólidos, e cálculos sobre o consumo de água na escola. Quanto ao Ensino de Química, o projeto denominado “Sanea Serra” envolveu

a química de maneira prática e interdisciplinar, reunindo a abordagem freireana e aprendizagem baseada em projetos para conscientizar estudantes de turmas de segundo ano do ensino médio sobre a importância da água.

Corona (2020) utilizou o problema do saneamento básico no contexto social, econômico e ambiental, no contexto do município de Serra, Espírito Santo. Em seu projeto, apresentou uma perspectiva de gestão compartilhada dos recursos hídricos, tratando a água como bem comum.

Embora não aborde estratégias governamentais diretamente, identifica-se a preocupação de Corona (2020) na efetivação de uma política pública de saneamento básico, prevista na Lei Federal No. 11.445/07 e de acordo com o plano de gestão municipal. A pesquisadora também apresenta dados sobre a disponibilidade hídrica mundial, sugerindo atenção à governança hídrica e gestão dos recursos hídricos, considerados precários.

O Direito à Água é tratado no projeto, apresentando o saneamento básico como conjunto de serviços e infraestruturas, conforme a legislação federal. Entretanto, sua efetividade é questionada pela autora devido a concepções equivocadas e visões ambíguas na legislação.

A implementação do projeto na escola abrangeu química, matemática, biologia e língua portuguesa, totalizando 13 aulas. Foram realizadas palestras, visitas a estações de tratamento, oficinas e mostra científica. A abordagem CTS/CTSA na perspectiva freireana e interdisciplinar foi mencionada como estratégia de ensino e aprendizagem.

A dissertação não explora diretamente as raízes da escassez de água, sugerindo uma resposta prática ao tratamento de água e outros aspectos do saneamento. Entretanto, foi solicitado aos alunos durante a implantação do projeto, uma pesquisa sobre a portaria nº 357 de 2005 do CONAMA para que compreendessem as classificações e tipo de tratamentos de água.

Corona (2020) propõe um manual para professores de química que desejam desenvolver projetos sobre saneamento básico, que poderia ser posto como apêndice da dissertação. Considerando que não tivemos acesso ao produto, existem dúvidas sobre quantos tempos de aulas seriam demandados, pois a autora destaca que duas aulas semanais não foram suficientes, argumentando que foi necessário utilizar aulas de outras disciplinas. A pesquisadora considerou adequada a compreensão dos alunos e a postura crítica voltada para a formação humana e atuação dos sujeitos nos procedimentos sociais.

A pesquisa de Oliveira (2022) aborda a água como um direito humano fundamental, ressaltando sua importância global, especialmente na distribuição desigual dos recursos hídricos. Destaca a Declaração Universal dos Direitos da Água de 1992, equiparando o direito à água ao direito à vida. Ao explorar a heterogeneidade da distribuição da água no Brasil, com

foco no Semiárido, evidencia os desafios como secas periódicas e escassez anual. Oliveira (2022) apresenta a evolução histórica dos direitos humanos, enfatizando o reconhecimento da água como direito humano de primeira geração.

A autora propõe uma análise bastante pertinente sobre a problemática do acesso à água, adotando uma abordagem pedagógica que nos remete a uma metodologia de temas geradores com forte influência das ideias de Paulo Freire. Ao trabalhar com uma turma do segundo ano do ensino médio em uma escola da rede estadual do município de Duque de Caxias, localizado na RMRJ, mais especificamente na Baixada Fluminense, Oliveira (2022), que se identifica como professora da turma e moradora do município, a pesquisadora explora diversas dimensões relacionadas aos recursos hídricos.

Ao se colocar como conhecedora do problema como docente e sujeito impactado pelo problema como residente da localidade, Oliveira (2022) apresenta reflexões sobre a escassez no sertão nordestino e a falta de água no Rio de Janeiro. Esse enfoque permite uma compreensão abrangente da complexidade desse desafio no contexto brasileiro.

Ao longo do projeto de seis etapas que demandou 20 aulas, sem discriminar o tempo de duração, foi promovida uma conexão entre o ensino de química e a conscientização sobre a importância da água, bastante evidente no texto, trabalhando os conteúdos separação de mistura, indicadores ácido-base e pH contextualizados ao tratamento de água de origens diversas, não apenas restringindo-se ao tratamento de água convencional. Foi utilizada uma esquete teatral para engajar os estudantes na compreensão dos problemas ambientais, e uma espécie de manual para a produção desse tipo de manifestação artística no ensino de química é apresentada como produto da dissertação.

O trabalho de Oliveira (2022), água é tratada como um Bem Comum, e a participação ativa dos estudantes na produção do esquete teatral ressalta a importância de uma gestão compartilhada desse recurso vital. Essa perspectiva vai além de considerar a água apenas como um recurso, destacando seu papel central na comunidade.

Embora o texto trabalhe o Direito à Água, propondo uma reflexão sobre como a comunidade local compreende e exerce esse direito, a análise da Governança Hídrica e a Gestão de Recursos Hídricos poderiam ser mais aprofundadas. Uma análise detalhada das estratégias governamentais contribuiria para uma compreensão mais holística das iniciativas em nível macro.

A questão da Escassez Hídrica é abordada de maneira abrangente, explorando suas raízes e consequências, especialmente no contexto do sertão nordestino. Na última etapa do projeto, Oliveira (2022) aplicou um questionário, e o resultado indicou que 68% dos

entrevistados dependiam predominantemente de água de poço, e aproximadamente 38% dos mesmos afirmaram não utilizar qualquer recurso para o tratamento da água, revelando uma lacuna crítica em termos de saúde e segurança hídrica. Esse enfoque enriquece a análise, proporcionando uma visão mais completa da complexidade da escassez de água.

Em síntese, a pesquisa oferece uma visão abrangente sobre a falta de água em regiões distintas do território nacional. No entanto, uma ampliação na análise de Governança Hídrica poderia fortalecer ainda mais a compreensão do problema e das possíveis soluções mais abrangentes.

A dissertação de Rodrigues (2016) aborda a temática da água, a crise hídrica no país e a importância do tratamento e qualidade da água para a sociedade atual, através da educação ambiental e experimentação. Destaca-se a compreensão da disponibilidade, uso e gestão dos recursos hídricos no Brasil, ressaltando a relevância da crise hídrica e da conscientização sobre sustentabilidade. A abordagem educacional destaca a contextualização dos temas da crise hídrica no contexto social, econômico e ambiental no ensino de química, utilizando noticiários e debates atuais para realçar a relevância dessa problemática para a realidade dos estudantes.

A perspectiva da água como bem comum é explorada em muitos trabalhos, fortalecendo a visão coletiva por meio da conscientização dos alunos sobre a disponibilidade e qualidade da água como um recurso compartilhado pela comunidade (Carvalho, 2022). A governança hídrica e a gestão de recursos hídricos são mencionadas no contexto das ações de intervenção propostas, incluindo a pesquisa dos alunos sobre a crise hídrica e a qualidade da água, sugerindo uma abordagem prática na busca por soluções efetivas (Castro, 2007).

Rodrigues (2016) apresenta a grave crise hídrica que ocorreu no Brasil entre os anos de 2014 e 2015, além dos princípios da Educação Ambiental (EA) como instrumento essencial para conscientizar a sociedade sobre práticas responsáveis. A escola, mediada pela EA, pode desempenhar um papel fundamental nesse processo, utilizando diferentes metodologias, como experimentação, debates e contextualização.

Para alcançar o seu propósito, a metodologia adotada por Rodrigues (2016) incorporou a mediação preconizada por Vygotsky no papel do docente e a educação progressiva de John Dewey. Ações de intervenções foram implantadas em um colégio particular da Zona Norte do Rio de Janeiro alunos do 2º ano.

A conscientização da comunidade escolar foi fortemente trabalhada em relação à disponibilidade e qualidade da água, sugerindo a importância do direito à água como parte integrante do debate. A crise hídrica é claramente abordada como o cerne do estudo, incentivando uma análise crítica da disponibilidade e qualidade da água.

Destaca-se a importância de motivar os alunos através da experimentação, sendo proposto o uso do kit experimental educacional KeeQ, direcionado para tratamento e análise de qualidade de água, não apenas motivando, mas também envolvendo os alunos em práticas concretas, consolidando a teoria aprendida nas atividades. Em síntese, a dissertação não apenas analisa a crise hídrica em sua complexidade, mas também propõe uma abordagem integrada que envolve educação ambiental, ensino de química e experimentação prática.

A pesquisa de Rodrigues (2016) propõe uma pesquisa-ação, envolvendo a escolha e adaptação de um kit de análises de água aplicada ao longo de seis etapas com 21 alunos selecionados de seis turmas que divulgaram seus trabalhos em uma Feira de Ciências realizada no último encontro. A metodologia destaca a análise cuidadosa do desenvolvimento e empenho dos participantes, registrados por meio de fotos e, quando pertinente, gravações.

A divisão de tarefas e orientações para seminários incluiu pesquisas sobre falta de água, tratamento, consumo e reaproveitamento, culminando na criação de banners para conscientização escolar. O trabalho também incorporou uma palestra sobre tratamento de água, o estudo de um artigo de revista e a construção de uma maquete representando o tratamento convencional em uma ETA.

Rodrigues (2016) propôs a realização de análises de pH, amônia, dureza e cloreto, utilizando materiais destinados à piscicultura como alternativa mais acessível como alternativa aos kits da empresa Alfakit e Labcon Test de custo elevado para serem aplicados no cotidiano escolar.

A autora fornece procedimentos detalhados por fichas, indicando não apenas os passos práticos, mas também os temas disciplinares associados, enfatizando conceitos como ionização, ácidos e bases, reações de neutralização, sais, solubilidade, concentração, equilíbrio iônico/pH, produto de solubilidade e reações redox/nox.

O trabalho de Rodrigues (2016) ressalta a importância da química contextualizada, mesmo que não tenha sido aplicada em uma condição com limitações de tempo e recursos semelhantes às tarefas rotineiras de professores e alunos. A visão da pesquisadora proporciona uma nova dimensão para os participantes, promovendo a aprendizagem significativa de conceitos como tratamento de água e qualidade. A autora destaca que a aprendizagem significativa vai além da simples transmissão de conhecimento científico, buscando a transformação da linguagem científica em algo construído e apropriado por cada indivíduo.

Com base na coesão de ideias apresentadas pelos autores desta revisão, é possível propor uma abordagem crítica sobre o tema dos recursos hídricos que seja útil tanto para estudantes quanto para as comunidades no entorno das unidades escolares. Esse enfoque poderia ser

aplicado em escolas de diferentes regiões do país e contextos, levando em consideração suas particularidades e as dificuldades comuns enfrentadas pelos professores de química.

Durante essa revisão de literatura foi possível perceber a necessidade de transpor o conhecimento adquirido durante a pesquisa e a produção da dissertação para o produto final, buscando superar os desafios do ensino tradicional, desenvolvendo uma abordagem contextualizada, fundamentada em atividades diversificadas e experimentos de baixo custo, com uma proposta visando inovações para enriquecer o aprendizado.

Ao reunir as ideias de Silva (2014), Knopman (2016), Corona (2020), Oliveira (2022), e Castro (2019), forma-se uma visão crítica sobre saneamento básico urbano e gestão compartilhada dos recursos hídricos. Isso nos leva a refletir sobre a água como um direito humano fundamental, especialmente em regiões desfavorecidas, e sobre a proteção do meio ambiente. Partindo de situações locais e, em seguida, ressaltando a importância global da água, promovendo reflexões sobre as causas sociais e técnicas para as desigualdades de abastecimento que afetam mais profundamente as comunidades carentes.

É possível desenvolver atividades que conectem os princípios químicos ao contexto da água, tornando o aprendizado mais envolvente e significativo. Ao trabalhar as propostas de Corona (2020) em sintonia com Oliveira (2022) e Curti (2020), é possível destacar a importância da gestão compartilhada da água, com a possibilidade de ampliar essa discussão, explorando as estratégias governamentais e políticas públicas relacionadas à água com uma abordagem prática e interdisciplinar para o ensino de química, integrando as perspectivas freireanas e a aprendizagem baseada em projetos.

É preciso dar ênfase na necessidade de simplificar informações complexas de fontes com natureza diversa, como é o caso da Resolução nº 375 de 2005 do CONAMA, demonstrando como as águas são classificadas, de modo a serem compreendidas e aplicadas em qualquer contexto escolar. Destaca-se a necessidade de discutir o direito à água, e como a legislação nacional pode ser um instrumento para garantir seu acesso apropriado. Além de focar na importância da educação como meio de empoderar as comunidades carentes a exigir esse direito fundamental, baseando-se em levantamentos preliminares realizados com as comunidades sobre o tipo de água que utilizam e para quais aplicações.

O trabalho de Rodrigues (2016) nos oferece uma excelente alternativa em termos de atividades experimentais. O kit experimental apresentado pela autora seria uma alternativa para a infraestrutura demandada por Curti (2020), que dificilmente é encontrada nas escolas do país. Além disso, resolve a questão da demanda elevada de tempo conforme apresentada por Castro (2019) para preparação prévia do material e posterior arrumação da sala de aula, uma condição

que poucos professores possuem. Com isso, é possível aplicar uma abordagem prática com base nas atividades experimentais. Inspirados por essas metodologias, é viável aplicar práticas sobre tratamento de água, utilizando recursos acessíveis e técnicas simples, como filtração e desinfecção.

Dentro do contexto apresentado, percebe-se a possibilidade de desenvolver um guia simples, educativo e prático, destinado a ser aplicado em grande parte das escolas do país. A proposta consiste em integrar conhecimentos de diversos autores, com foco nos aspectos sociais, econômicos, políticos e técnicos, objetivando que as comunidades mais carentes possam compreender e aprimorar a gestão dos recursos hídricos disponíveis.

Sendo imprescindível considerar as dificuldades de tempo e infraestrutura nas escolas mais carentes, forneceremos sugestões práticas para que os professores possam adaptar o material conforme necessário, tornando-o aplicável em sequências de aulas sem exigir alterações significativas no cotidiano do professor, da turma ou da escola.

## 6.2 LEGITIMAÇÃO DO TEMA

A Abordagem Temática Freireana permite que a temática seja escolhida unicamente pelo professor pesquisador, entretanto, uma das ideias centrais do trabalho de Freire é considerar a educação como um ato político. Dentro do contexto trabalhado, a forma encontrada para inserir o corpo docente no projeto, foi aplicado um questionário para obter opiniões desses sujeitos, levamos em consideração duas dimensões: o profissional da educação e o cidadão da comunidade. Como os professores da escola possuem uma elevada carga de trabalho em sala de aula, o que dificultaria entrevistas pessoais, foi aplicado um questionário preenchido de maneira remota.

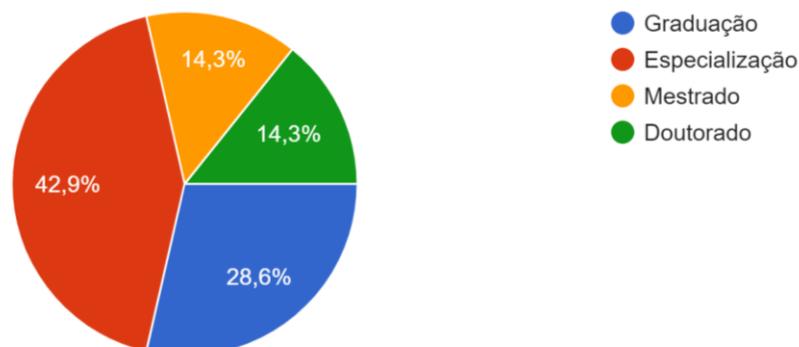
Do ponto de vista profissional, procurou-se obter informações cruciais acerca da relevância do projeto para a comunidade e sua viabilidade de execução, levando em consideração as particularidades da escola. Além disso, procurou-se por informações que auxiliassem na elaboração de tópicos a serem incorporados no material didático. Ao término da pesquisa, foi obtido um *feedback* de 13 participantes.

Naquela ocasião, a escola contava com 60 docentes em atividade com vínculo estatutário, sendo que alguns possuíam duas matrículas na escola; entretanto, foi recebido respostas de 13 (conforme demonstrado a Figura 3).

Figura 3 - Gráfico com informações sobre a titulação acadêmica dos docentes consultados

### 1) Qual a sua titulação acadêmica?

14 respostas



Fonte: Autoria própria (2019).

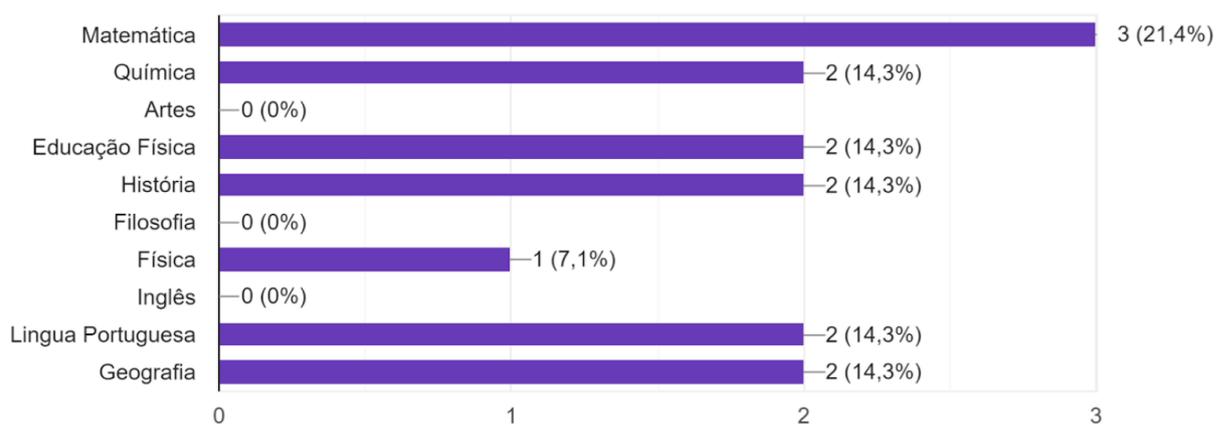
Analisando a Figura 3 pode-se observar que (entre os respondentes) nove deles (cerca de 69,2 %) possuíam formação além do mínimo exigido pela Secretaria de Educação do Estado do Rio de Janeiro para ocuparem o cargo de Professor Docente I (cinco com pós-graduação lato sensu, dois com título de mestre e dois doutores).

A Figura 4 apresenta um gráfico com as disciplinas de atuação dos docentes participantes da pesquisa.

Figura 4 - Gráfico com disciplinas de atuação dos docentes

### 2) Qual a sua formação?

14 respostas

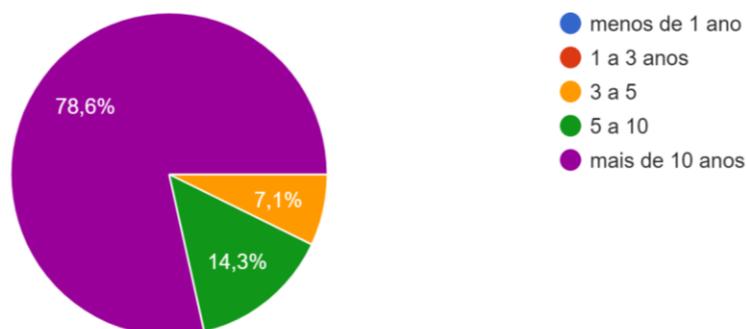


Fonte: Autoria própria (2019).

Com o Figura 4, foi possível constatar a participação de docentes de todos os quatro campos curriculares presentes no ensino médio: Matemática e suas Tecnologias, Linguagens e suas Tecnologias, Ciências da Natureza e suas tecnologias, e Ciências Humanas e Sociais. Com exceção da disciplina de Educação Artística, professores de todas as disciplinas contribuíram

com a nossa pesquisa. Quanto ao tempo de atuação na rede estadual, 10 dos participantes tinham mais de uma década de trabalho, e dois deles com mais de cinco anos, Figura 5.

Figura 5 - Gráfico com tempo de atuação na escola  
5- Quanto tempo você leciona na unidade escolar?  
14 respostas



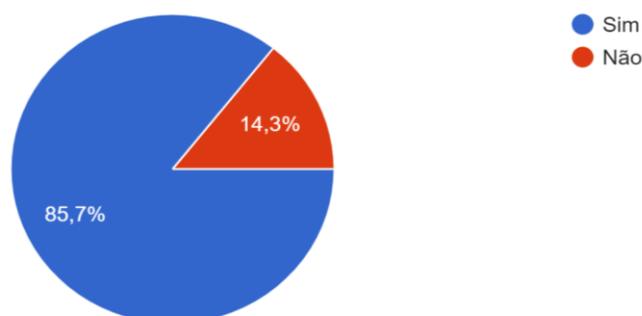
Fonte: Autoria própria (2019).

Apesar do número de docentes que participaram da consulta ser relativamente baixo em relação ao número total de docentes em atividade na unidade escolar (cerca de 21,6 %), é possível identificar uma diversidade de visões e saberes. A opinião desses profissionais foi de grande validade o projeto uma vez que tais docentes são moradores da região, sendo assim, caracterizados como sujeitos imersos na realidade local, convivendo com os mesmos problemas dos estudantes, associada a longas experiências em sala de aula, e um vasto espectro de formações acadêmicas.

A Figura 6 identifica os municípios onde os docentes residem. De acordo com a Figura 6, apenas um de nossos docentes nunca residiu na Baixada Fluminense, e oito deles residem no próprio município de Belford Roxo, ou em municípios de fronteiras, três em Duque de Caxias, como muitos dos alunos de nossa escola, dois em São João de Meriti e um em Nova Iguaçu.

Figura 6 - Gráfico com a identificação dos municípios onde os docentes residem

6- Você reside ou já residiu na baixada?  
14 respostas

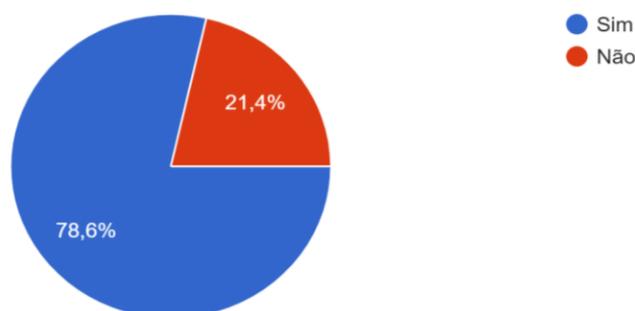


Fonte: Autoria própria (2019).

Diante da informação de que os docentes também são afetados pelo problema investigado, procurou-se identificar quais seriam as percepções deles sobre o problema de abastecimento, tanto na escola, quanto no bairro onde residem. A Figura 7 apresenta as perspectivas nas escolas onde lecionam, e na Figura 8, no bairro onde residem.

Figura 7 - Gráfico com a percepção dos professores sobre a falta de água nas escolas em que trabalham  
15- Você já percebeu problemas de saneamento básico e/ou Recursos Hídricos próximo a escola em que leciona?

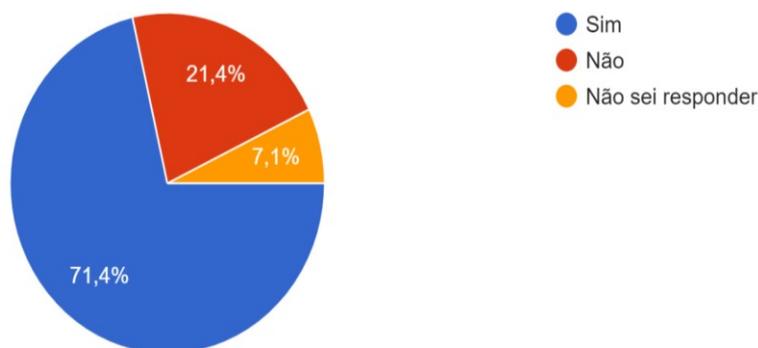
14 respostas



Fonte: Autoria própria (2019).

Figura 8 - Gráfico com a percepção sobre a falta de água onde residem  
14- No Bairro em que você mora é comum ter problemas com falta d'água e saneamento básico?

14 respostas



Fonte: Autoria própria (2019).

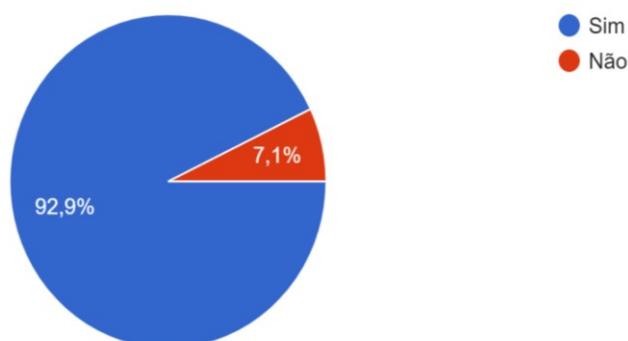
Ao analisar os dois últimos gráficos apresentados, verifica-se que 11 dos 13 participantes observam problemas de saneamento básico ou recursos hídricos nas escolas em que trabalham e nove nos bairros onde residem. Ao analisar apenas os gráficos gerados pelo *software*, não é possível verificar diretamente, porém, estudando as respostas individualmente, sete dos 13 consultados convivem tanto com o problema tanto na escola quanto no bairro onde moram.

Sendo questionados sobre a contribuição de atividades contextualizadas e experimentais para melhoria da aprendizagem dos alunos, apenas um dos professores respondeu que não contribuiria para a melhoria da aprendizagem (Figura 9). É importante salientar que tal professor não é residente da baixada e sobre sua percepção dos problemas de saneamento e abastecimento público foi respondido que não sabia responder as questões ou desconhecia o problema tanto onde reside quanto na escola em que trabalha.

Figura 9 - Gráfico sobre a importância de atividades contextualizadas e experimentais para melhoria da aprendizagem

17- Você considera que um trabalho contextualizado e com atividade experimentais contribuiria para a aprendizagem dos alunos?

14 respostas



Fonte: Autoria própria (2019).

O Quadro 3 apresenta as devolutivas dos professores sobre o impacto de se trabalhar o tema e qual seria sua contribuição na formação crítica dos alunos, foi obtido o seguinte grupo de respostas, relativo à questão aberta presente no questionário.

Estudando as respostas, é possível verificar que o conjunto de narrativas apresentadas são coincidentes tanto com a abordagem freireana quanto com a visão de Boaventura. Esta análise é verificada uma vez que a maioria dos professores acreditam que existe a necessidade dos estudantes se assumirem como sujeitos pertencentes ao lugar onde moram, e devem utilizar as informações veiculadas no ambiente escolar como ferramenta para o exercício da cidadania, deixando de enxergar os problemas em que vivem de maneira naturalizada, procurando transformações na realidade vivenciada.

Quadro 3 - Como cidadão e como professor, você considera que os temas saneamento básico e recursos hídricos têm algum impacto na formação crítica dos estudantes ou na realidade deles? Contextualize a resposta

Identificação do participante	Respostas
1	Sem resposta
2	Sim. Se tivéssemos como aprofundar mais o tema nas aulas, os alunos passariam suas informações para os pais e todos teriam o mínimo de noção sobre saneamento básico e seus direitos!
3	É totalmente perceptível quanto a informação precisa ser bem direcionada, pois há algumas comunidades que parecem "enxergar com certa naturalidade" a ausência do cumprimento legal das secretarias públicas de saúde e saneamento. Acredito que um estudo intencional contribuirá e muito para um posicionamento de busca pela dignidade.
4	O tema traz diversos pontos de discussão envolvendo as mais diversas áreas de estudo, além de estímulo ao pensamento crítico sobre o assunto.
5	Sim. O aluno tem que entender o espaço a que pertence. E, nesse processo de conhecimento, perceber os problemas que o cerca é muito importante.
6	Sim. Acredito que o trabalho de conscientização ajudaria a resolver a questão dos lixos nas ruas. A população passaria a cobrar das autoridades a questão do saneamento básico, drenagem e limpeza dos rios e falta de água. Exigir os seus direitos e cumprir os seus deveres. Além do não desperdício de água.
7	Com toda certeza. Com essas discussões e aulas, eles vão percebendo que saneamento e recursos hídricos são direitos de todos. E que muitas vezes, infelizmente, é preciso brigar para tê- los.
8	Se faz parte da realidade deles, essa informação faz a diferença no posicionamento deles como cidadãos.
10	Sim, os alunos precisam saber sobre o lugar onde reside e possíveis soluções para os problemas.
11	Sim. A conscientização de se ter saneamento básico bom e eficiente vai diminuir os custos com saúde e os recursos hídricos têm impacto direto no meio ambiente e consequentemente na saúde de todos também.
12	Sim.É de suma importância que o aluno tenha conhecimento sobre tais assuntos para que possa atuar como cidadão consciente e "exigir" dos governantes melhorias para o seu bairro, porém ele deve entender que deve evitar desperdício e destruição do ambiente.Eu sempre digo e repito:O cidadão tem direitos, porém não deve esquecer os deveres.
13	Sim! Com conhecimento dessas questões eles podem lutar pela mudança da realidade cobrando políticas públicas nessas áreas

Fonte: Autoria própria (2019).

Na opinião dos docentes, fica evidente a necessidade do desenvolvimento de um trabalho de luta por direitos, onde é preciso cobrar dos órgãos competentes as medidas necessárias para uma vida digna, pois o problema apresentado tem de alguma forma, origem na negligência do poder público orientado por uma classe dominante. Na última pergunta, foi solicitado algumas contribuições para a implementação do projeto, e obteve-se apenas dez

respostas, e três dos participantes declararam que não tinham contribuições específicas a fazer. Nesse sentido, o Quadro 4 apresenta apenas as respostas que tiveram contribuições.

Quadro 4 - Apontamentos que possivelmente contribuíram para a realização de um trabalho contextualizado em relação ao tema

Identificação do participante	Respostas
3	Sempre que possível, agregar representantes da comunidade em encontros sobre o tema; coletar depoimentos (entrevistas - pequenos vídeos); painel de fotos (antes e depois); pequenas ações coletivas positivas (mensagens, dicas, mostras, rodas de conversa etc); uso das redes sociais da U.E para dinamizar e ampliar as informações e convites para encontros e ações.
4	Falar sobre o tema torna o assunto visível, além da contribuição pedagógica gera discussão de possíveis soluções, beneficiando toda a comunidade.
5	Todo esse debate precisa vir atrelado ao contexto social e financeiro; A falta de saneamento básico compromete os recursos hídricos disponíveis, poluindo os rios, favorecendo o aumento de endemias; Como preservar o pouco recurso hídrico que nos resta.
7	Sim, é sempre bom saber mais e a água é um recurso muito importante para nossa vida.
8	Poderia ser falado sobre a importância de ambos para mantermos uma boa saúde e não prejudicar o meio ambiente e conseqüentemente termos uma qualidade de vida melhor.
9	Além da pesquisa de campo para se ter uma visão real do ambiente, podemos ver filmes. Os trabalhos em equipe com distribuição de panfletos informativos também são bem-vindos. Porém, o primeiro passo é fazer o aluno entender a importância de sua atuação como cidadão consciente e atuante.
10	Sim! É preciso que todos tenham conhecimento dessas questões e da importância de cobrar políticas públicas dos governantes para a melhoria do bairro e da vida das pessoas.

Fonte: Autoria própria (2019).

As contribuições fortaleceram a proposta de associar informações técnicas aos aspectos sociais e econômicos, coincidente com a resposta 5, além de considerar também os aspectos ambientais para melhoria na utilização do recurso como um bem essencial para uma vida digna e pleno exercício da cidadania, conforme observado nas respostas 3, 5, 7, 8, 9 e 10, destacando a importância de se trabalhar o impacto local das políticas públicas.

Apesar do trabalho de Souza (2014) apresentar a etapa de codificação ou análise e a escolha de contradições sociais vivenciadas pelos envolvidos como parte do levantamento preliminar, consideramos esta etapa como a legitimação da hipótese.

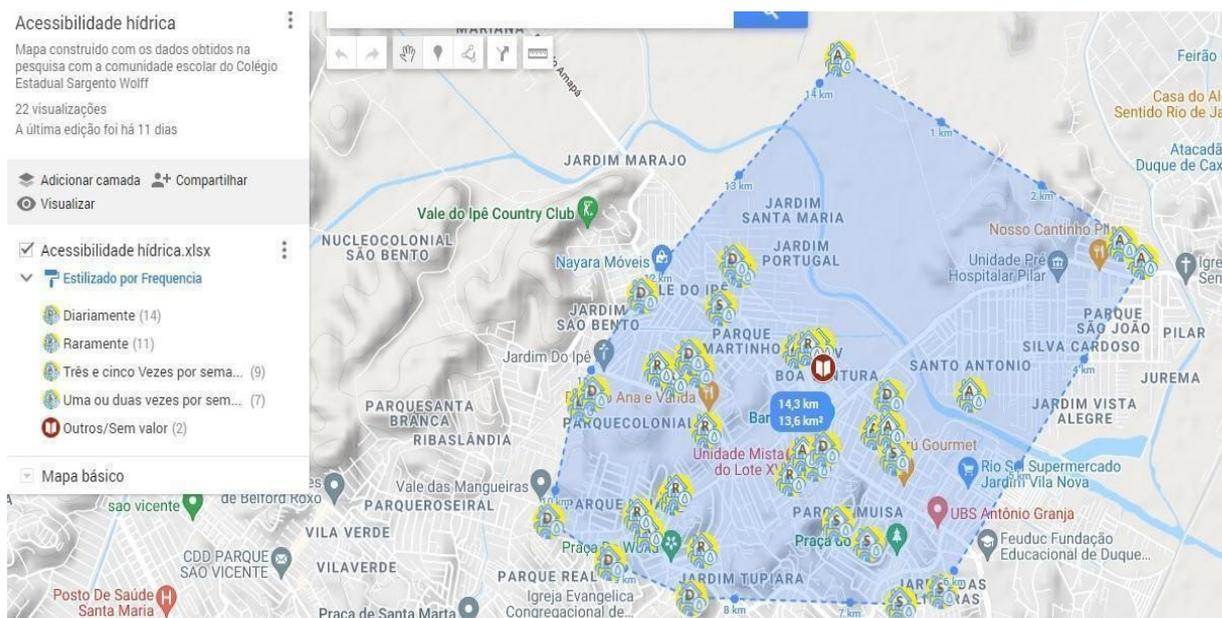
Através das informações obtidas com a aplicação do questionário (APÊNDICE A), foi possível mapear a falta ou deficiência da rede de abastecimento público nos bairros próximos à escola, identificando a frequência do abastecimento de água potável, e a utilização de fontes

alternativas sem um devido controle de qualidade. Ao aplicar um questionário com os estudantes foi possível obter também, quais eram as percepções deles acerca desse problema em seus cotidianos.

O ponto de partida foi verificar o conhecimento que os estudantes tinham sobre a utilização segura de água obtida em fontes alternativas. Nesse sentido, ao mesmo tempo em que os alunos tomaram conhecimento do projeto, passaram a participar ativamente, pois foram eles que coletaram as informações utilizadas no mapeamento do problema. As questões pretendiam verificar o acesso aos recursos hídricos, a frequência no abastecimento por meio da rede pública e os tipos de fontes de abastecimento utilizados por suas famílias.

Com os dados obtidos na consulta com os alunos, foi possível perceber a extensão da área geográfica abrangida pelo trabalho e como a escola atende a um número considerável de bairros (Figura 10).

Figura 10 - Mapa sobre a acessibilidade hídrica da população consultada



Fonte: Autoria própria (2019).

Dado que o mapa é dinâmico e a imagem não permite a identificação de alguns detalhes, como as legendas, para uma análise mais aprofundada das informações, recomendamos o uso do seguinte link: <https://www.google.com/maps/d/edit?hl=pt-BR&mid=1WDUzGkAfh180clYcVSzBTTrDdXwr7jzRh&ll=-22.738344166653167%2C-43.49842020494519&z=12>

A imagem destaca um perímetro de 14,3 km, e a legenda oferece *insights* sobre as diferentes condições de abastecimento às quais a população consultada está sujeita. Além disso,

revela que os estudantes residem em dois municípios distintos, Belford Roxo e Duque de Caxias.

### **6.2.1 O diagnóstico local: O impacto da disponibilidade hídrica na RMRJ sobre a comunidade**

A questão da escassez de água foi apresentada para os estudantes em diversas escalas geográficas e seus possíveis impactos locais, como uma situação limite que poderia ser melhor compreendida dentro do ambiente escolar levando a uma melhoria no seu enfrentamento.

O projeto precisa ser compreendido em duas dimensões: no viés de pesquisa, com a chamada dos alunos para participarem do projeto que encontra-se na etapa de síntese do problema, a fim de chegarmos ao tema gerador. Entretanto, como um trabalho didático, essa etapa poderia ser compreendida como parte da implantação do trabalho, uma vez que realizamos, no início do bimestre, um grande debate dentro de uma aula de dois tempos de 50 minutos.

Algumas informações foram apresentadas aos alunos, com o objetivo de instigar alguns questionamentos iniciais, e obter suas percepções acerca do problema com base em suas experiências cotidianas. Como já mencionado, a importante participação dos estudantes foi fundamental, fazendo um levantamento de dados locais, com a aplicação de um questionário (APÊNDICE A). O questionário continha nove perguntas, seis visando obter informações sobre a acessibilidade hídrica na comunidade e três buscando conhecer a opinião dos estudantes para a produção do material didático.

Diagnosticando uma certa dificuldade que alguns alunos teriam para acessar computadores, celulares e internet, no final da aula de apresentação, disponibilizamos o questionário de forma impressa, mesmo que o questionário tivesse sido idealizado para aplicação online, a devolução das respostas foi programada para a semana seguinte. Como o *software Google forms* é uma boa ferramenta para síntese de dados de pesquisa dentro dos nossos objetivos, as respostas do questionário impresso foram transcritas para esse formulário eletrônico, dividindo as questões em duas seções. A primeira seção foi sobre a acessibilidade hídrica da comunidade, e a segunda, sobre a percepção da comunidade em relação à utilização da temática no ensino escolar.

Foram devolvidos 42 questionários, como se trata de uma abordagem freireana, foi utilizada uma lógica de participação voluntária, assim sendo, como não houve nenhum tipo de

obrigatoriedade na participação da pesquisa, gerando um déficit de respostas nas questões da segunda seção que receberam apenas 24 respostas.

Notou-se que a falta da obrigatoriedade no preenchimento deu aos estudantes a liberdade para responder às questões considerando angústias verdadeiras e não apenas para atender o interesse do professor, o que poderia comprometer a pesquisa. O questionário iniciava solicitando parte da localização do domicílio (CEP ou logradouro e bairro), tal procedimento permite a obtenção de dados com a precisão necessária para atingirmos os objetivos do projeto, sem identificação dos sujeitos.

De acordo com a legislação estadual ratificada no plano de saneamento básico produzido pela prefeitura local, a utilização de água fora do sistema de abastecimento público está sujeita a punições e multas, mesmo que o poder público tenha conhecimento da precariedade do serviço prestado.

O sistema de abastecimento de água está muito aquém do ideal para a universalização dos serviços com qualidade. [...] Os reservatórios do Município apresentam problemas diversos, cujas causas gerais derivam da falta de manutenção e funcionamento. A precariedade recai principalmente sobre seu sistema de distribuição. Há falta de redes de abastecimento em diversas áreas do Município, além de déficit no faturamento da água consumida (Prefeitura Municipal de Belford Roxo, 2007, n. p.).

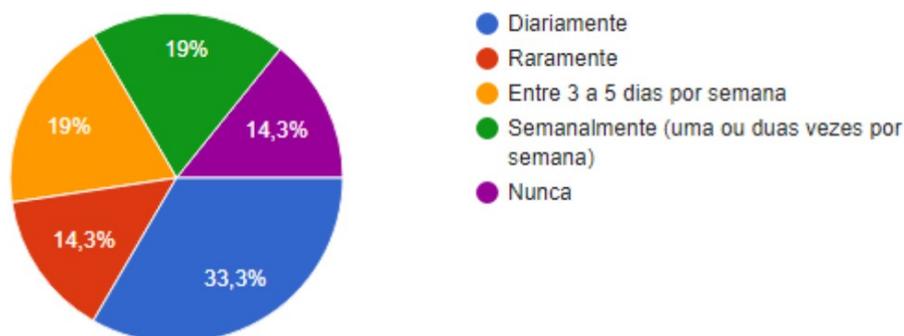
Apesar da própria administração municipal declarar que 48% da população de Belford Roxo não tem acesso a rede de distribuição de água, aquele que busca por alternativas para garantir seu direito previsto na constituição, está sujeito a punições, sendo respaldada na Lei nº 3239/99, do Estado do Rio de Janeiro, em seu art. 64, inciso V, que considera uma infração sujeita à penalidade a perfuração de poços para extração de água subterrânea ou operá-los sem a devida autorização concedida pelo poder outorgante (INEA, 2010b).

Quando os estudantes foram questionados sobre a frequência do abastecimento de através da rede pública obtivemos 42 respostas, com apenas 14 delas (cerca de 33,3%) declarando possuir água diariamente (Figura 11).

Figura 11 - Gráfico com o mapeamento da escassez hídrica nas comunidades locais

Com que frequência sua residência recebe água tratada fornecida pela concessionária pública?

42 respostas



Fonte: Autoria própria (2019).

Além disso, três desses entrevistados complementam suas respostas declarando insuficiência no volume de água recebido, tendo assim, que buscar algum tipo de alternativa para atender suas necessidades diárias, como a construção de cisterna (o que demanda um custo bem expressivo no orçamento) ou a utilização de bombas elétricas (promovendo custos financeiros inicial, para compra e instalação do equipamento e mensais devido ao consumo de energia elétrica).

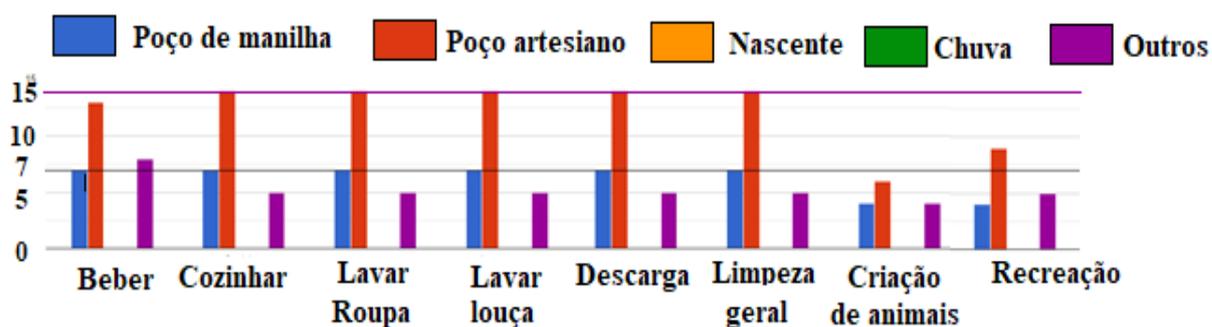
É importante destacar que 12 dos entrevistados (cerca de 28,6 %) vivem em situações extremas, uma vez que seis deles (cerca de 14,3%) raramente recebem água encanada e outros seis (cerca de 14,3%) declararam nunca receber, pois nem possuem acesso a rede de abastecimento.

Com o resultado da pesquisa, constatou-se, que grande parte da comunidade, consome água sem nenhum tipo de controle de qualidade da água, além disso, a população investigada pouco se questionava sobre a necessidade de conhecer as características da água que consomem e os riscos para a saúde.

Diante do observado, iniciou-se uma transposição didática da resolução 357 de 17 de maio de 2005 do Conselho Nacional de Meio Ambiente (CONAMA), que estabelece parâmetros de classificação e de qualidade para águas para atividades e consumo humano, em torno dos quais os conteúdos disciplinares foram vinculados. Além disso, realizou-se um estudo do plano gestor do Município de Belford Roxo para identificação de informações formais sobre o saneamento básico na cidade, e confrontá-los com as informações obtidas com as respostas dos estudantes.

Diante do problema na frequência e no volume de água fornecido pela rede pública, os entrevistados declararam utilizar fontes alternativas para obtenção de água, sete que fazem uso de poços de manilha e 13 utilizando poços artesianos (Figura 12), o que representa mais de 44% dos participantes. Outro problema é o controle de qualidade, físico-químico e bacteriológico, da água obtida, o que é praticamente inexistente, deixando a população exposta a problemas de saúde.

Figura 12 - Gráfico com tipo de fonte de utilizada para obter água e suas aplicações diárias



Fonte: Autoria própria (2019).

Quanto às questões relacionadas à produção do material didático, começamos perguntando aos estudantes se eles consideravam importante a abordagem do tema no ambiente escolar, foi obtido apenas 24 respostas dos 43 participantes, sendo todas positivas, contudo a maioria das respostas ficaram restrita a “sim”, “muito importante” ou “com certeza”. Assim sendo, destaca-se apenas as cinco respostas que receberam algum tipo de complementação (Quadro 5).

Quadro 5 - Respostas sobre a importância da abordagem dos recursos hídricos na escola.

Participante	Resposta
1	Sim, principalmente porque a baixada é carente desses recursos hídricos.
9	Sim, para maior conscientização.
10	Sim, Acho necessário para entendermos um pouco sobre a importância da água para todos.
18	Sim, para discutirmos entre os alunos sobre a condição da água tratada para todos, se há algum problema.
24	Sim, pois abre nosso pensamento que é bom agente saber lutar pelos nossos direitos, pois é isso todo mês.

Fonte: Autoria própria (2019).

É possível perceber que as respostas obtidas se complementam ao descreverem a situação da comunidade. Portanto, a abordagem deveria trabalhar com questões relacionadas à

conscientização, o direito igualitário de acesso, tratamento da água para abastecimento público e os padrões que definem a qualidade do recurso.

Na abordagem de um problema que envolve múltiplas dimensões, desde fatores socioeconômicos até conhecimentos técnicos bem específico, que dificilmente são tratados de maneira acessível ao entendimento do público não especializado, é necessário identificar as principais dúvidas dos estudantes, perguntando se gostariam de receber alguma informação para incluí-las nas atividades e no material teórico.

Foram recebidas 20 devolutivas, sendo que quatro respostas consistiam apenas na palavra "não" e uma resposta "não sei". Os questionamentos apresentados pelos participantes estão listados no Quadro 6.

Quadro 6 - Informações específicas que os participantes gostariam de receber com a abordagem do tema

Participante	Respostas
1	Quais os critérios utilizados para o fornecimento e o não fornecimento de água na baixada
2	Sim, o quanto tratada ela chega na minha casa
3	Se quem é responsável pelo fornecimento de água são os mesmo, pois é nenhum
6	Doenças Crônicas
8	A má qualidade da água
9	Qual o tratamento adequado para água de poço
10	Sobre o processo que ocorre para a água ser tratada
13	Dias específicos
15	Sim, se a água que utilizamos é realmente segura e se tem como ter essa informação
16	O porquê dessa limitação de água
18	Sim, sobre a qualidade dela, e como ela chega em minha casa, sobre o trajeto.
19	Sim, "o que é a crise hídrica?" como ela surgiu?
24	Direitos
25	Depende da origem. Ex: caminhão pipa, poço.

Fonte: Autoria própria (2019).

Observa-se a existência de dúvidas que variam desde a crise hídrica de maneira geral até incertezas sobre a qualidade da água fornecida. Com base nisso, foi possível coletar informações essenciais para a preparação da abordagem, que incluiu o desenvolvimento do material temático teórico para contextualizar as atividades experimentais.

Por fim, pensando na possibilidade de produzir trabalhos futuros integrados com outras disciplinas, inserimos no final do questionário uma pergunta sobre quais disciplinas poderiam trabalhar com o tema, com 23 respostas, verificando que os participantes já possuíam uma boa noção sobre a interdisciplinaridade do tema. Onde sete participantes reconhecem que o tema poderia ser trabalhado com todas as disciplinas, e apenas três respostas apontaram para um trabalho aplicado dentro de apenas uma disciplina, uma resposta apontando para química, uma para sociologia e uma para geografia.

De acordo com o Quadro 7 encontramos uma diversidade de associações entre as disciplinas, tais como: “química, física e biologia”, “química, física e matemática”, “química e geografia”, e “química com sociologia”.

Os resultados das pesquisas nos mostram que o tema pode ser utilizado na produção de um trabalho contextualizado, nesse contexto, as informações obtidas com a consulta tanto na consulta aos professores quanto aos alunos ratificou a ideia inicial de elaborar um material com uma linguagem que transponha a ideia da simples aplicação de fórmulas químicas e procedimentos analíticos.

Quadro 7- Questionamento sobre quais disciplinas poderiam trabalhar com o tema.

Participante	Respostas
1	É um tema que pode ser utilizado em todas as disciplinas
2	Acho que todas as disciplinas possam abordar sobre esse tema
3	Química
5, 14, 17	Química, sociologia
6	Biologia, química, física, sociologia, ciências, geografia
7	Biologia, química e física
8, 9, 20, 22, 23	Todas
10, 15	Química, física e biologia
11	Química, física, matemática
12	Química e matemática
13	Química e física
16	Sociologia
18	Biologia, ciências, português e química
19	Geografia
25	Ciências, geografia, sociologia

Associando as informações obtidas - com a pesquisa bibliográfica, os dados oficiais e não oficiais, as informações obtidas com os diversos personagens que participaram do projeto e o conhecimento disciplinar - foi possível relacionar informações técnicas, foi possível elaborar um material teórico com uma linguagem o mais próxima possível do cotidiano para obtermos um trabalho que seja significativo e útil para nossa comunidade.

### **6.2.2 Possíveis soluções locais**

Segundo Brito, Formiga-Johnsson e Carneiro (2016) a segurança hídrica poderia ser melhorada, caso existissem um número maior de reservatórios, entretanto, além de não serem suficientes, em Belford Roxo, dos cinco reservatórios apenas dois encontram-se em funcionamento, São João de Meriti também apresenta reservatórios desativados, em Queimados só existe um no centro do município permanentemente com o nível baixo, o que compromete a qualidade da água devido a possibilidade proliferação de limo e algas na parede dos reservatórios, atualmente os novos moradores desse último município recebem apenas declaração de possibilidade de abastecimento pela CEDAE, justamente disponibilizada por manobras.

É possível encontrar uma grande contradição no abastecimento de água potável na Baixada Fluminense, pois dentro de um panorama de carência hídrica, principalmente em comunidades periféricas, existe uma grande infraestrutura para atender exclusivamente às indústrias, o caso mais marcante é o da Refinaria Duque de Caxias (REDUC) localizada no município de mesmo nome, abastecida desde sua inauguração com água do rio Tinguá com qualidade para o consumo humano, sofrendo melhorias ao longo do tempo, e abastecida com tubulações de 32” percorrendo 48 Km, esse sistema passa por Nova Iguaçu, Belford Roxo e Duque de Caxias até chegar a refinaria, com uma vazão de 7.200 m<sup>3</sup>/h, ou seja, 2000 litros/s esse valor equivale a 36% do Sistema Guandu/Laje/Acari para toda a RMRJ.

Deve-se destacar que os moradores do Bairro de Campos Elíseos, onde está localizada a refinaria sofrem com um acesso precário dentro do polo petroquímico abundante em água, assim como a população de Queimados próxima ao Distrito industrial da cidade, aparentemente a prioridade é o Distrito industrial. Muitos dos demais mananciais disponíveis para atender a RMRJ estão com vazões muito reduzidas, além de apresentarem comprometimento na qualidade de suas águas.

Os casos apresentados acima evidenciam a disparidade de fornecimento de água em larga escala contrastando com as dificuldades enfrentadas pelos moradores locais. Essa

realidade sublinha a necessidade de uma abordagem mais equitativa e sustentável na gestão dos recursos hídricos, garantindo acesso justo e preservação dos mananciais para as gerações futuras conforme previsto na CF.

### 6.3 A REDUÇÃO TEMÁTICA

Esta etapa basicamente constituiu-se da associação entre o currículo mínimo destinado ao segundo ano do Ensino Médio fornecido pela Secretaria Estadual de Educação com a Resolução nº 573 de 2005 do CONAMA, a partir do estudo prévio desses documentos.

Considerando que se trata de documentos extremamente extensos, com isso, foi necessário focar a proposta didática apenas em alguns parâmetros físico-químicos, e na análise da amônia que é indicador de contaminação bacteriológica, suficientes para oferecer uma certa segurança no uso da água em questão, além de atender os objetivos de elaborar atividades úteis para o cotidiano dos indivíduos, de fácil compreensão para os estudantes, fácil aplicação para os professores e de baixo custo. Além de atender às sugestões e demandas diagnosticadas durante a aplicação dos questionários tanto para os docentes quanto para os estudantes.

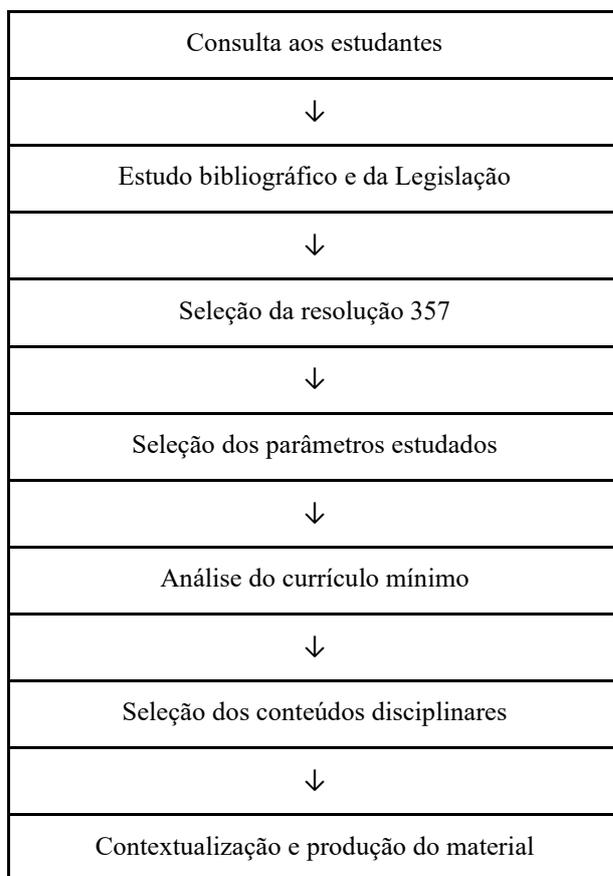
#### 6.3.1 Análise da legislação

Com a aplicação dos questionários constatou-se que as principais dúvidas dos estudantes estavam basicamente relacionadas a falta de água frequente, a qualidade da água fornecida pela concessionária, como garantir a qualidade da água obtida em fontes alternativas, basicamente poços, e por fim questionamentos sobre a água como um direito do cidadão.

A lógica para seleção dos tópicos abordados e contextualização dos conteúdos seguiu o fluxo apresentado na Quadro 8. Em síntese, o quadro apresentado demonstra o caminho percorrido partindo de documentos mais gerais até informações mais específicas.

Durante a pesquisa bibliográfica, foi pesquisado inicialmente, alguns dispositivos legais que poderiam atender nossos objetivos, uma vez que o controle da qualidade dos recursos hídricos no Brasil é realizado principalmente pelo MMA, através do CONAMA e do Ministério da Saúde, estabelecendo parâmetros que determinam sua qualidade para consumo humano direto, além de outras atividades.

Quadro 8 - Esquema da sequência das etapas trabalhadas na legitimação do tema até a produção do material didático



Fonte: Autoria própria (2021).

De acordo com os usos preponderantes, as águas são divididas em classes que apontam o tipo de tratamento necessário para consumo humano em cada classe. Além disso, existem várias normas para associar as características da água bruta às técnicas de tratamento necessárias, e os padrões de qualidade da água. Atualmente, as normas são as seguintes:

- a) NBR 12.216: critérios de projeto e de seleção de técnicas de tratamento (Projeto de Estação de Tratamento para Abastecimento Público);
- b) anexo XX da Portaria de Consolidação GM/MS n ° 5 de 2017: Dispõe sobre os procedimentos de controle e de vigilância da qualidade da água para consumo humano e seu padrão de potabilidade;
- c) conama n° 396, de 3 de abril de 2008: dispõe sobre a classificação e as diretrizes ambientais para o enquadramento das águas subterrâneas e dá outras providências;
- d) conama n° 357, de 17 de março de 2005: dispõe sobre a classificação dos corpos de água e diretrizes ambientais para o seu enquadramento, bem como estabelece as condições e os padrões de lançamento de efluentes, e dá outras providências.

Dentro das perspectivas do projeto foi escolhida a resolução 573 do CONAMA de 2005 que classifica um recurso hídrico de acordo com a salinidade da água, mobilidade e suas aplicações, definindo padrões de qualidade e determinando o processo de tratamento de acordo com o uso, realizamos uma síntese da resolução 573/2005 destacando os pontos que seriam pertinentes aos nossos objetivos.

### **6.3.2 Resumo da resolução n. 357, de 17 de março de 2005**

Apesar de ter sofrido alterações em 2009 e 2011, as alterações realizadas não provocaram mudanças significativas para os nossos objetivos didáticos. A seleção desta resolução deve-se aos aspectos bem amplos sobre os recursos hídricos e sua possibilidade de entendimento na educação básica. O CONAMA classifica a qualidade das águas baseadas em centenas de parâmetros, sendo inviável falar de todos no contexto escolar. Porém, os parâmetros de qualidade são divididos em três em grandes grupos: Físico-químicos, Bacteriológicos e Toxicológicos (contaminações geradas por poluição agrícola ou industrial).

O aspecto toxicológico é muito amplo e complexo, com alterações que depende de ocasiões e condições muito específicas, além disso, considerando que os parâmetros bacteriológicos necessitam de uma estrutura especial para realização atividades experimentais, foi necessário focar o trabalho nos parâmetros físico-químicos da resolução nº 357 de 17 de maio de 2005. Nesse contexto, trabalhou-se os parâmetros, pH, dureza, cloreto, ferro, amônia, turbidez, sólidos totais dissolvidos, salinidade, condutividade e alcalinidade de maneira teórica, além de atividades experimentais com a realização de testes de pH, salinidade, turbidez, dureza e amônia, tanto um resumo teórico de tais parâmetros quanto os procedimentos para as atividades experimentais, estão descritos o mais detalhadamente possível no material teórico (APÊNDICE B).

De acordo com a resolução nº 357 de 2005 do CONAMA, o enquadramento dos corpos de água deve estar baseado não necessariamente no seu estado atual, mas nos níveis de qualidade que deveriam possuir para atender às necessidades da comunidade, e considerando que a saúde e o bem-estar humano, bem como o equilíbrio ecológico aquático, não devem ser afetados pela deterioração da qualidade da água. Como a resolução é um documento muito extenso, detalhado que requer conhecimento específico e um longo para ser trabalhado no contexto do ensino médio, foi realizado um recorte que pudesse se adequar ao nosso contexto e que futuramente possa ser utilizado por outros professores que não tenham tempo adequado o seu estudo, assim sendo, iniciou-se, o resumo apresentando algumas definições importante:

- a) Capítulo 1; artigo 2 (definições sintetizadas pelo Quadro 9);

Quadro 9 - Definições contidas no artigo 2, capítulo 1

Parágrafos	Suas Definições
I.	A Água Doce deve apresentar salinidade $\leq 0,5$ %
II.	A Água salobra: Deve apresentar salinidade entre 0,5 e 30%.
III.	Água Salgada: Deve apresentar salinidade $> 30$ %.
IX.	Classe de qualidade: Conjunto de condições e padrões de qualidade de água necessários ao atendimento dos usos preponderantes, atuais e futuros.
XXXII.	Tratamento avançado: Técnicas de remoção e/ou inativação de constituintes refratários aos processos convencionais de tratamento, que podem conferir cor, sabor ou odor à água.
XXXIII.	Tratamento convencional: Clarificação com coagulação e floculação, desinfecção e correção de pH.
XXXIV.	Tratamento Simplificado: Clarificação por filtração, desinfecção e correção de pH quando necessário.

Fonte: Adaptado de Brasil (2005).

- b) Capítulo 1; seção I; artigo 4 - essa parte da norma é utilizada para classificar a água doce de acordo com a sua finalidade e define o tipo de tratamento a ser realizado para garantir sua utilização em riscos:
- classe especial: podem ser ingeridas com desinfecção ou utilizadas em recreação primária, do equilíbrio natural e de proteção de comunidades aquáticas em unidades de conservação;
  - classe 1: podem ser utilizadas para abastecimento público após tratamento simplificado, recreação de contato primário, irrigação de espécies alimentícias e proteção de comunidades aquáticas;
  - classe 2: podem ser utilizadas para abastecimento após tratamento convencional ou recreação, agricultura, pesca, proteção e criação de espécies aquáticas;
  - classe 3: só podem ser utilizadas para abastecimento mediante técnicas especiais e irrigação de espécies arbóreas, cereais e forragem, pesca amadora, recreação secundária e criação de animais;
  - classe 4: só são indicadas para navegação e harmonia paisagística.
- c) Capítulo 1; seção II; artigo 14 e 15 - apresenta os parâmetros de qualidade para água doce, porém, encontramos algumas ressalvas no artigo anterior. De acordo

com o artigo 14, as águas doces de classe I observarão as condições e padrões do artigo 15, desde que não ocorra verificação de efeitos crônicos ao organismo, de acordo com o estabelecido pelo órgão competente.

Entretanto, os efeitos observáveis sobre o metabolismo podem ter o tempo tão prolongado que podem ser associados a outras causas não relacionadas ao consumo de água. O artigo 15 também não faz referência sobre os efeitos agudos na saúde. Os principais parâmetros de qualidade para a água doce, ou seja, os padrões de qualidade das águas determinados na resolução nº 357 de 2005 estabelecem também seus limites individuais:

- a) oxigênio dissolvido (O.D);
- b) pH;
- c) turbidez;
- d) dureza;
- e) ferro total, “concentrações acima de  $1 \text{ mg L}^{-1}$  podem ocorrer em locais com atividades industriais”;
- f) fosfatos, “presentes em esgoto ou resíduo de irrigação, promove formação de algas e espécies aquáticas que comprometem a sobrevivência de espécies aquáticas”;
- g) temperatura, “tem influência sobre processos físicos, químicos e sobre o crescimento de microrganismos que comprometem a qualidade da água”;
- h) cloreto, “está relacionado à salinidade da água, conferindo sabor, é influenciado por contaminação por esgoto ou resíduos industriais”.

### **6.3.3 Sobre o material didático teórico e a maleta kit para atividades experimentais**

Como um dos objetivos foi a produção de um material didático que além de atrativo para estudantes do ensino médio, fosse de fácil aplicação para os professores, levando em considerações as demandas obtidas nas consultas ao corpo docente e discente, foi necessário um estudo da grade curricular, que associado a revisão bibliográfica, nos permitisse definir os conteúdos poderiam ser trabalhados de maneira contextualizada, culminando na elaboração do material teórico temático (APÊNDICE B), e da maleta kit mini laboratório para análise de água para atividades experimentais, Figura 13. Os detalhes da maleta são descritos no material teórico ou podem ser obtidos através do link:

<https://docs.google.com/presentation/d/1q-V3YcR6vIKTMUizcNdTI61DnOgOzuaFRjfPiJvdf0g/edit?usp=sharing>.

Apesar do material teórico e da maleta serem materiais independentes, a utilização em conjunto torna as atividades mais completas, pois o material teórico, uma espécie de guia temático, contextualiza as atividades experimentais ao mesmo tempo em que a maleta permite a aplicação dos conceitos apresentados no material teórico.

Figura 13 - Fotografia da maleta kit, mini laboratório para análise de água



Fonte: Acervo do autor (2019).

O Material teórico (APÊNDICE B) foi intitulado “A (in)disciplinaridade da água: Mais que uma substância, é um direito!”, onde procura-se apresentar o tema com uma linguagem mais próxima possível do cotidiano do estudante, entretanto, em relação aos conceitos científicos que exigem uma linguagem mais formal foram introduzidos de maneira fluida. Assim sendo, os docentes de diferentes regiões do país poderiam utilizar o material sem dificuldades, adaptando o material a sua realidade, e realizando as atividades experimentais de acordo com o seu contexto. As atividades experimentais são baseadas em equipamentos e reagentes de baixo custo, o tempo de realização dos testes físico-químicos pensados para atender a grade horária encontrada na maioria das escolas, demandando pouco tempo de aula, com dimensões para facilitar o transporte, podendo ser aplicado sem grandes adaptações de espaço ou demanda de infraestrutura.

Devido à dificuldade de acesso à internet por parte de grande parte dos estudantes, o material foi elaborado para ser impresso, com a possibilidade de ficar disponível de maneira on-line, a necessidade de impressão, foi um limitante para o número de páginas e utilização de figuras coloridas, pois as escolas normalmente não disponibiliza um número grande de impressões por bimestre, fazendo com que o material não ficasse muito extenso, nesse sentido, com base, na consulta aos estudantes e nossas limitações de estruturais e financeiras, construímos um material o mais breve possível contando com os seguintes tópicos:

- a) distribuição da água no planeta;
- b) escassez ou injustiça social;
- c) mais que substância é essa?
- d) o que é água natural?;
- e) composição básica das águas naturais;
- f) poluição da água;
- g) água potável;
- h) tratamento convencional;
- i) parâmetros de qualidade para água potável;
- j) aspectos legais sobre qualidade;
- k) resumo da resolução conama/2005;
- l) os principais parâmetros de qualidade para água doce;
- m) entendendo as principais análises;
- n) as unidades de concentração;
- o) alguns princípios técnicos e científicos;
- p) entendendo as análises físico-químicas;
- q) atividades experimentais (procedimentos para análise de água);
- r) materiais e reagentes (maleta kit);
- s) determinando a qualidade da minha água;
- t) referências;
- u) anexo-exemplo de planilha para monitoramento da qualidade de águas.

#### **6.3.4 Currículo mínimo, conteúdo abordado e contexto**

Apesar da situação transitória na estrutura da educação básica, foi utilizado o currículo mínimo em vigência até 2019, que até então tinha como um dos seus pilares as Orientações Educacionais Complementares aos Parâmetros Curriculares, PCN+ (Brasil, 2002). A partir de 2011 a SEEDUC-RJ elaborou um documento que serve como referência a todas as nossas escolas, apresentando as competências e habilidades que devem estar nos planos de curso e nas aulas, denominado currículo mínimo, segundo a Secretária de Educação o objetivo é produzir uma base de conhecimento comum que garantisse a progressão do estudante no caso de transferência de unidade escolar.

Os PCN+ apresentavam o currículo destinado à área das Ciências da Natureza e da Matemática não como uma lista única de tópicos nem obrigatória nem única, que o aprendizado

deveria ser conduzido de forma que os saberes disciplinares, com suas nomenclaturas específicas, não ficasse longe do domínio das linguagens de utilidade mais geral, e como um saber prático deveria resolver problemas reais sem se apartar de aspectos abstratos, ou valores éticos que se reforçam reciprocamente para a construção de mundo dos estudantes (Brasil, 2002).

Considerando que na Abordagem Temática a ordem dos conteúdos não está determinada de antemão, nem depende do educador ou do livro-texto, e sim em função do tema e do que o aluno sabe sobre o mesmo, apresentamos no Quadro 10, o recorte do conteúdo presente no currículo mínimo estabelecido pela SEEDUC-RJ por série e bimestre, dentro do contexto de nossa abordagem.

Quadro 10 - Relação do conteúdo estabelecido pelo currículo mínimo dentro do contexto do projeto

Atividade	Conteúdo curricular	Contexto
1	a) compreender a química como uma ciência construída pelo ser humano e sua importância para a tecnologia e a Sociedade; b) reconhecer o papel do uso da química como atividade humana na criação/solução de problemas de ordem social e ambiental, sempre que possível contextualizando com as questões nacionais.	a) Apresentação dos resultados da pesquisa sobre a proposta de trabalho, entrega do primeiro questionário sobre a acessibilidade hídrica da comunidade, e a solicitação de amostras das águas consumidas pelos estudantes. b) leitura e debate do tópico: <ol style="list-style-type: none"> <li>i) distribuição da água no planeta;</li> <li>ii) escassez ou injustiça social;</li> <li>iii) mais que substância é essa?;</li> <li>iv) o que é água natural?;</li> <li>v) composição básica das águas naturais;</li> <li>vi) poluição da água;</li> <li>vii) água potável;</li> <li>viii) tratamento convencional.</li> </ol>
2	a) reconhecer o papel do uso da química como atividade humana na criação/solução de problemas de ordem social e ambiental, sempre que possível contextualizando com as questões nacionais; b) compreender os principais processos utilizados para a separação de misturas; c) conceituar ácido e base segundo Arrhenius; d) identificar acidez e basicidade a partir da escala pH e com o uso dos indicadores; e) equacionar as reações de neutralização entre ácidos e bases.	a) Discussão sobre os alunos responsáveis pela coleta das amostras a serem analisadas e debate com base nos tópicos: <ol style="list-style-type: none"> <li>i) Parâmetros de qualidade para água potável;</li> <li>ii) aspectos legais sobre qualidade e resumo da resolução conama/2005;</li> <li>iii) os principais parâmetros de qualidade para água doce;</li> <li>iv) escassez ou injustiça social;</li> <li>v) mais que substância é essa?;</li> <li>vi) o que é água natural?;</li> <li>vii) composição básica das águas naturais;</li> <li>viii) poluição da água;</li> <li>ix) água potável;</li> <li>x) tratamento convencional.</li> </ol>
3	a) Conceituar ácido e base segundo Arrhenius; b) identificar acidez e basicidade a partir da escala pH e com o uso dos indicadores;	a) Leitura dos tópicos: <ol style="list-style-type: none"> <li>i) Entendendo as principais análises;</li> <li>ii) as unidades de concentração atividade experimental</li> </ol>

	<ul style="list-style-type: none"> <li>c) equacionar as reações de neutralização entre ácidos e bases;</li> <li>d) compreender as unidades de concentração;</li> <li>e) compreender o conceito de massa atômica e massa molecular;</li> <li>f) calcular massa molecular. Relacionar a massa atômica e a massa molecular com o conceito de mol e a constante de Avogadro;</li> <li>g) calcular a massa molar de substâncias orgânicas e inorgânicas, mostrando a diferença entre massa molar e massa molecular.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>b) realização de análises de salinidade, turbidez e STD <ul style="list-style-type: none"> <li>i) Parâmetros de qualidade para água potável;</li> <li>ii) aspectos legais sobre qualidade;</li> <li>iii) resumo da resolução conama/2005;</li> <li>iv) os principais parâmetros de qualidade para água doce; entendendo as principais análises;</li> <li>v) as unidades de concentração</li> </ul> </li> </ul>
4	<ul style="list-style-type: none"> <li>a) Relacionar a massa atômica e a massa molecular com o conceito de mol e a constante de Avogadro;</li> <li>b) calcular a massa molar de substâncias orgânicas e inorgânicas, mostrando a diferença entre massa molar e massa molecular;</li> <li>c) fazer o balanceamento de equações simples;</li> <li>d) compreender cálculo estequiométrico como aplicação da proporcionalidade (Lei de Proust) e conservação de matéria (Lei de Lavoisier) das reações.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>a) Estudos dos tópicos: <ul style="list-style-type: none"> <li>i) alguns princípios técnicos e científicos;</li> <li>ii) entendendo as análises físico-químicas;</li> <li>iii) atividade experimental:</li> <li>iv) realização das análises de ph e dureza., salinidade, std.</li> </ul> </li> </ul>
5	<ul style="list-style-type: none"> <li>a) Interpretar os coeficientes estequiométricos de uma equação aplicando a exemplos importantes da indústria ou do dia a dia contrapondo a processos físicos.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>a) Realização das análises de dureza e amônia. Discussão dos resultados das análises, e rascunho e a da confecção dos laudos de potabilidade.</li> <li>b) atividade Experimental: <ul style="list-style-type: none"> <li>i) realização das análises de amônia.</li> </ul> </li> </ul>

Fonte: Autoria própria (2019).

### 6.3.5 Descrição e cronologia das atividades

Ao longo de cinco atividades (aulas) cada uma com dois tempos de 50 minutos consecutivos incorporou-se as colaborações de nossos docentes obtidas na aplicação do questionário remoto, destacando a importância de aprofundar o tema da água ao máximo possível, em consonância com a abordagem freireana, visando garantir que os estudantes compreendam a água não apenas como um recurso, mas também como um direito fundamental. Com esse aprofundamento incluiu-se aspectos científicos, ambientais, sociais e políticos relacionados à água.

Os professores consultados também enfatizaram a importância de desnaturalizar os problemas sociais relacionados à água, implicando no desenvolvimento do pensamento crítico dos estudantes, levando-os a questionar as possíveis causas subjacentes ao problema, como escassez, poluição e acesso desigual à água. Através de debates e discussões, os alunos foram

incentivados a analisar criticamente tais questões. Com isso, seria possível fortalecer a formação da cidadania. Com base em nossos referenciais teóricos e na opinião dos professores consultados em nossa pesquisa local, ao abordar a questão da água de forma aprofundada e crítica, os alunos são capacitados a se tornarem cidadãos conscientes e ativos, capazes de compreender, questionar e participar de discussões e ações relacionadas à gestão e preservação desse recurso vital.

No início do quarto bimestre, apresentamos a proposta de trabalho discutindo sobre o problema da falta de água no município e a importância de abordar essa temática, solicitando o preenchimento de um questionário sobre acessibilidade hídrica (APÊNDICE A). Com base nas respostas obtidas, construímos uma apresentação em *PowerPoint* na qual compartilhamos os resultados com os estudantes na Aula 1.

Na primeira oficina, realizada em dois tempos consecutivos de 50 minutos (Aula 1), a turma foi dividida em grupos de seis a oito estudantes, e foi distribuída uma parte do material teórico contendo os seguintes tópicos: apresentação, distribuição da água no planeta, escassez hídrica ou injustiça social, composição da água natural, poluição e tratamento convencional para água potável, além de um resumo da portaria 357. Os grupos se revezaram na leitura dos tópicos: distribuição de água no planeta, escassez hídrica e/ou injustiça social (Figura 14).

Figura 14 - Registro fotográfico do início da atividade 1



Fonte: Acervo do autor (2019).

Durante essa atividade, o professor também realizou uma apresentação em *PowerPoint* (Figura 15), para compartilhar os resultados dos questionários sobre acessibilidade hídrica. Com base nessas informações, os alunos puderam identificar e compreender detalhes do abastecimento de água, em termos de frequência e volume, no contexto local. Após um intenso debate, eles concluíram que os bairros no entorno da escola sofrem com o problema de disponibilidade hídrica, os quais podem ter causas variadas, como problemas de estiagem, mas com forte influência de aspectos sociais.

Figura 15 - Registro fotográfico da apresentação dos resultados da pesquisa sobre acessibilidade hídrica



Fonte: Acervo do autor (2019).

Durante a apresentação dos resultados, os estudantes conseguiram localizar suas residências no mapa. Nesse contexto, foram solicitadas as amostras de água que eles utilizam em suas casas para serem analisadas durante a atividade nas aulas. Empregando essa estratégia, os estudantes puderam visualizar a distribuição geográfica das amostras que seriam coletadas e a amplitude do trabalho que poderia ser realizado.

Nessa mesma atividade ainda foi possível ler os tópicos sobre a composição das águas naturais, poluição e tratamento de água convencional, a leitura foi realizada pelos estudantes de maneira alternada.

Na segunda atividade (Aula 2), também com dois tempos consecutivos de 50 minutos, foi mantida a mesma dinâmica de leitura compartilhada entre os grupos, agora com discussão dos tópicos sobre os parâmetros que definem a qualidade da água, os aspectos legais sobre qualidade da água, em conjunto com o resumo da resolução nº 357/2005 do CONAMA. Nessa

segunda atividade o debate sobre a falta de água nos bairros locais foi retomado, com os próprios alunos apresentando suas percepções sobre os bairros mais afetados pela falta de água potável, lembrando a eles que alguns tópicos foram incluídos com base nas dúvidas e sugestões que apareceram no questionário sobre acessibilidade hídrica.

No final da aula os grupos decidiram quem seriam os responsáveis pelas coletas de amostras de água para serem analisadas na aula seguinte durante as atividades experimentais, a intenção era a obtenção de água de diferentes origens, poço, abastecimento público, ou outras fontes. Além disso, foi feita a demonstração do procedimento de coleta, de acordo com o procedimento apresentado no material teórico, devendo ser utilizada uma garrafa plástica de 2L, de água mineral ou refrigerante, lavada e enxaguada com água do ponto onde seria realizada a coleta, foi destacada a necessidade do uso de luva descartável para coleta de amostras com origem duvidosa, entretanto, os próprios alunos questionaram a utilização da luva, pois, se já utilizavam a água que seria coletada até para beber, então para que a utilização de luvas.

Na terceira atividade (Aula 3), dois tempos de 50 minutos, os alunos realizaram a leitura dos tópicos: sobre os parâmetros de qualidade da água potável, o resumo da resolução nº 357/2005 do CONAMA, entendendo as análises físico-químicas e unidades de concentração, foi explicado o conteúdo sobre massa atômica e massa molecular no quadro branco, como normalmente realizamos em aulas tradicionais, entretanto, além da contextualização realizada ao longo das atividades, tais estudos foram acompanhados das atividades experimentais com a realização dos testes de turbidez, salinidade, sólidos totais dissolvidos, e as substâncias utilizadas para explicação dos conteúdos estavam dentro do contexto e das atividades experimentais.

As análises físico-químicas foram realizadas de acordo com o procedimento apresentado ao longo do material teórico, que além de uma leitura atenta, foram acompanhadas de demonstrações realizadas com uma amostra de água coletada no pátio da escola, em seguida os grupos realizaram seus testes, anotando os resultados na planilha para monitoramento da qualidade de águas, presente no final do material teórico, sendo recomendado que os grupos já fossem fazendo um rascunho do laudo no caderno.

Na quarta atividade (Aula 4), com o mesmo tempo de duração das anteriores, ocorreu a segunda atividade experimental, com a realização dos testes de pH e dureza relembramos os conceitos de unidade de concentração, seguido da leitura alternada dos tópicos: Alguns princípios técnicos e científicos, entendendo as análises físico-químicas, explicação do conceito de mol, massa molar e massa molecular, e os cálculos estequiométricos fundamentais para

compreender a análise de dureza, os exemplos utilizados foram esses conceitos foram trabalhados junto com a realização das atividades experimentais, assim realizamos os cálculos das massas molares do EDTA, do cálcio e do magnésio, e do EDTA, além de apresentar a estequiometria da reação um cátion bivalente com o EDTA., fundamental para entender a análise de dureza.

Todos os parâmetros trabalhados, presentes na resolução nº 357 do CONAMA, bem como os procedimentos para as atividades experimentais, foram descritos o mais detalhadamente possível no material teórico, porém, ao longo das atividades, houve um destaque para o parâmetro de dureza, citando os problemas associado a perda de poder de limpeza de sabões e detergentes caso este parâmetro esteja muito elevado, destacando que, apesar da dureza de estar associado à presença de sais minerais contendo os íons de cálcio e magnésio, importantes para nossa saúde, informamos que valores elevados de tais íons podem provocar sabor desagradável na água, efeito laxativo, e a longo prazo problemas de cálculos renais.

Apesar dos tópicos estudados na aula 4 conter conceitos disciplinares que os estudantes normalmente apresentam algumas dificuldades, como necessidade de interpretação de texto e cálculos em um mesmo problema, um contexto foi construído previamente, assim sendo, observamos uma grande motivação na aprendizagem do conteúdo, materializada na participação para a realização das atividades, Figura 16 o que facilitou o processo de ensino e aprendizagem.

Figura 16 - Registro fotográfico da análise de salinidade à esquerda e turbidez à direita



Fonte: Acervo do autor (2019).

A dinâmica de demonstração do procedimento para realização das análises físico-químicas, seguida repetição do procedimento com as amostras dos estudantes, paralela à leitura do material teórico, e preenchimento da planilha de resultado, dentro do contexto construído, fez com que surgisse um ambiente de trabalho coletivo, amigável e harmônico, onde a maioria dos estudantes foram desenvolvendo foco para realização das tarefas ao longo das atividades, nesse contexto, por mais abstrato que os conceitos disciplinares fossem, os estudantes estavam comprometido com o processo (Figura 17).

Figura 17 - Registro fotográfico da realização da análise de dureza, partindo da leitura do roteiro

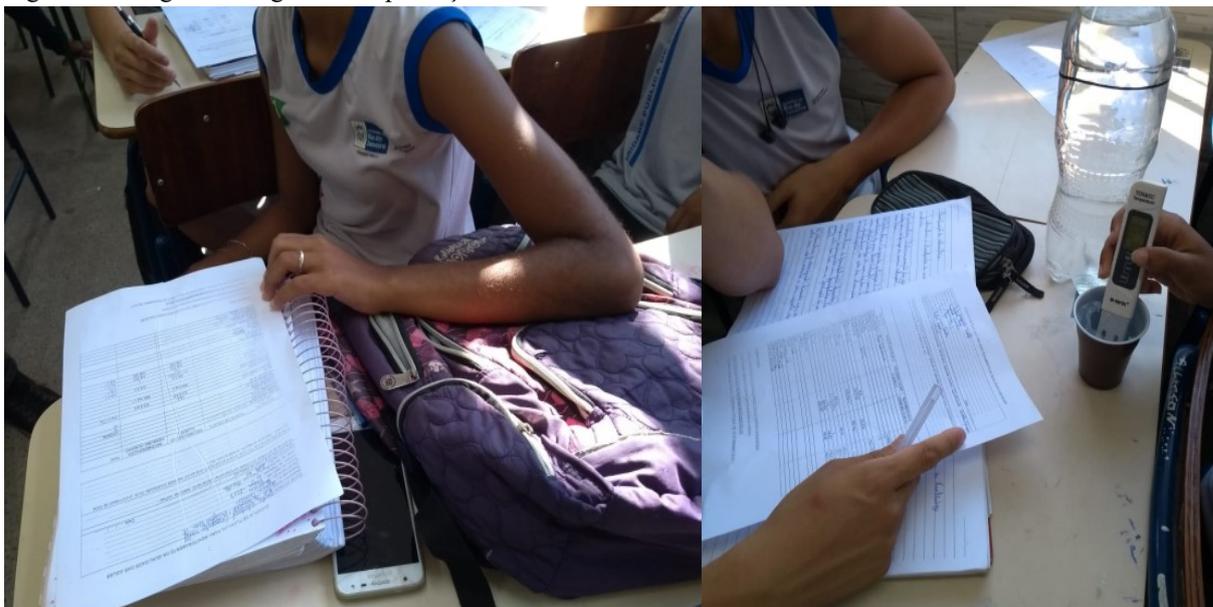


Fonte: Acervo do autor (2019).

A atividade cinco foi iniciada com uma verificação de conhecimento, onde foi solicitado o cálculo das massas molares da amônia e do ácido sulfúrico, substâncias envolvidas na análise da amônia, realizou-se os testes para esse último parâmetro, seguidos dos registros na planilha para confecção do laudo.

Nos últimos 40 minutos iniciou-se a confecção dos rascunhos dos laudos, os resultados das análises foram compartilhados entre os grupos para que fosse possível identificar as características das amostras de acordo com a origem da água, bem como suas diferenças e semelhanças (Figura 18).

Figura 18 - Registro fotográfico da produção dos laudos



Fonte: Acervo do autor (2019).

No final da atividade foi entregue também o questionário (APÊNDICE C) visando obter a opinião dos alunos sobre as atividades realizadas, tanto o laudo final quanto o questionário de avaliação deveriam ser entregues na semana seguinte.

### 6.3.6 Avaliação das atividades

Na abordagem avaliativa, buscou-se um alinhamento com os princípios freireanos de educação, priorizando a motivação e a participação dos estudantes como elementos centrais de avaliação. Isso reflete a ênfase de Paulo Freire na importância da práxis e da consciência crítica no processo educacional. Optou-se por não restringir à avaliação de conhecimentos disciplinares específicos, mas sim apresentar aos estudantes a relevância desses conhecimentos para a compreensão e resolução de problemas do cotidiano. Essa abordagem não apenas os encoraja a aprender, mas também os capacita a aplicar o conhecimento de forma significativa em suas vidas.

Consideramos a motivação e a participação dos estudantes como aspectos-chave para avaliar a proposta de trabalho, evidenciados nas falas e olhares durante as atividades. Para fundamentar essas observações, aplicamos um questionário de avaliação da proposta, conforme descrito no APÊNDICE C. Com os exercícios de verificação da aprendizagem associados à produção do laudo físico-químico, ficou claro que os estudantes não apenas estavam absorvendo um conteúdo específico, mas também demonstravam disposição para compreendê-lo conforme as exigências do contexto das atividades.

As respostas do questionário de avaliação foram identificadas como P1, P2, Px, e assim sucessivamente para participante 1, participante 2, participante x. Como a devolução do questionário ficou para o mês de dezembro e alguns alunos não estavam mais frequentando, eles enviaram as respostas por PDF via *whatsapp*, em relação aos alunos que ainda estavam frequentando as aulas as respostas foram fotografadas do caderno, no total obtivemos quatorze devolutivas.

Quando questionados sobre se a participação nas atividades sobre recursos hídricos contribuiu na aprendizagem da química (questão 1), seis dos participantes responderam que concordam plenamente e oito responderam concordam, ou seja, todos apresentaram opinião e não houveram discordância.

Em relação à questão 2, que questionava sobre a contribuição do projeto do desenvolvimento do senso investigativo, foram obtidas apenas duas respostas concordando plenamente, onze concordando e uma discordando. Em relação às respostas da questão 3 que perguntava aos alunos sobre a contribuição do projeto para a compreensão de assuntos do cotidiano que os alunos desconheciam, foram obtidas seis respostas concordando plenamente, e oito concordando, não houve discordância ou falta de opiniões.

Com base nas questões fechadas e na participação dos estudantes durante as atividades, com falas, interesse em levar amostras para análise, e no interesse em realizar os experimentos, podemos considerar que o projeto contribuiu para uma aprendizagem contextualizada dos conteúdos disciplinares, apresentando assuntos que apesar de estarem presentes no cotidiano dos estudantes eram pouco conhecidos, porém, acreditamos que o senso investigativo poderia ter sido mais incentivado. A pergunta número 4, era uma pergunta aberta e questionava sobre o desejo de abordar outros temas utilizando a metodologia, três participantes apresentaram apenas “não” e onze responderam apenas “sim”, e três apresentaram respostas com complementos, Quadro 11.

Quadro 11 - Respostas dos estudantes sobre o uso de outros temas seguindo a metodologia apresentada

Participantes	Respostas
P4	<p>4) Existe algum outro tema que você gostaria que fosse abordado pela metodologia aplicada?</p> <p>Sim, poderíamos usar outros tipos de métodos que ajudariam o nosso aprendizado dentro e fora de sala.</p>
P5	<p>4) Existe algum outro tema que você gostaria que fosse abordado pela metodologia aplicada?</p> <p>Sim, o lixo.</p>
P6	<p>Mãe, por essa metodologia aplicada "Englêtu" todos os assuntos referentes ao Recursos Hídricos, no caso da metodologia aplicada.</p>

Fonte: Acervo do autor (2019).

Apesar de muitos dos participantes responderem sim, não souberam identificar um tema para realizar a abordagem, apenas um citou o lixo como uma abordagem temática, o participante que respondeu não, ficou restrito no tema recursos hídricos e considerou a abordagem completa.

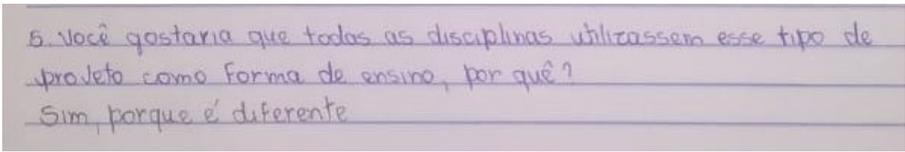
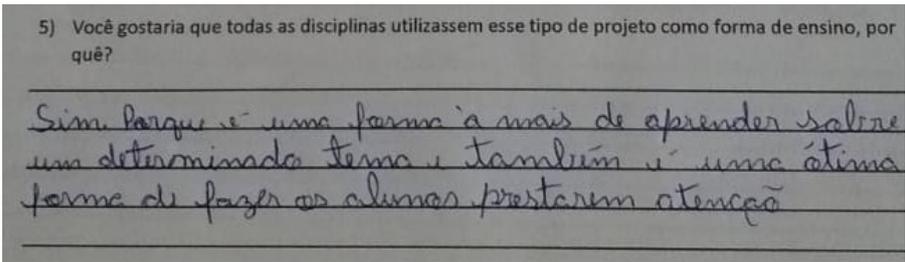
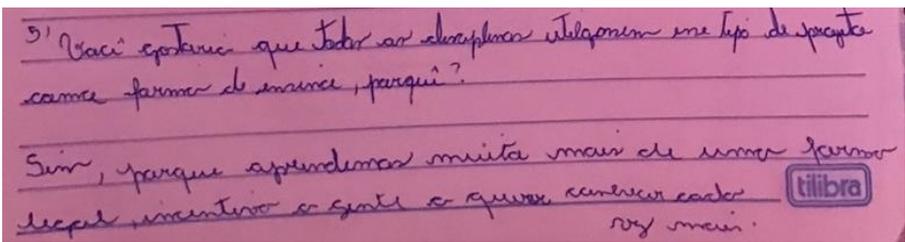
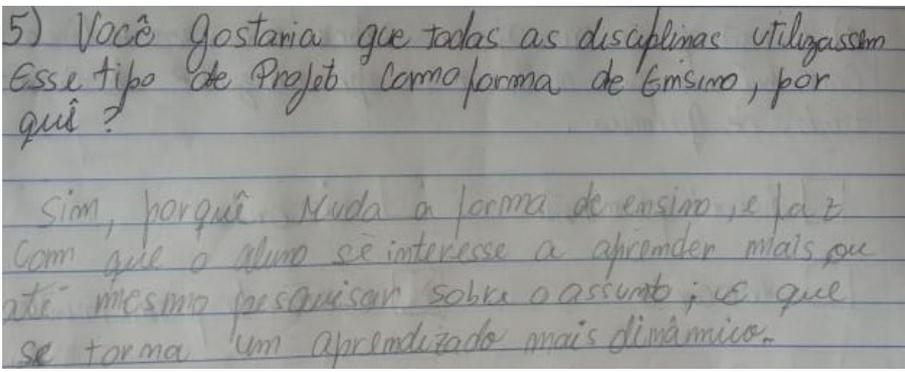
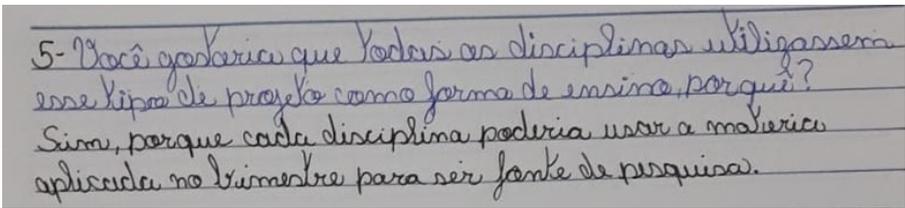
A quinta questão perguntava se os participantes gostariam que outras disciplinas utilizassem a abordagem utilizada, obtivemos oito respostas com complementos para além de “sim” ou “não”, Quadro 12.

Apesar dos participantes não terem recebido nenhum material teórico sobre a abordagem temática, com definições, metodologias ou objetivos, analisando as respostas dos participantes é possível perceber que as devolutivas são complementares e muito próximas das definições formais da Abordagem Temática Freireana.

Na opinião dos estudantes a abordagem pode ser utilizada para aumentar a fonte de informação sobre o tema, apenas pelo fato de ser diferente ou mais dinâmica, o método foi uma forma apresentar aplicações cotidianas ao conhecimento escolar, ajudando a manter o foco nas atividades, uma fonte de pesquisa e por fim ajudando a despertar a curiosidade.

Quadro 12 - Respostas sobre o desejo do uso da abordagem temática em outras disciplinas

Participantes	Respostas
P1	<p>5) Você gostaria que todas as disciplinas utilizassem esse tipo de projeto como forma de ensino, por quê?</p> <p>Sim, acho justo ampliarem essas informações.</p>

P2	<p>5) Você gostaria que todas as disciplinas utilizassem esse tipo de projeto como forma de ensino, por quê?</p> <hr/> <p>Sim, eu gostaria, já que aumentaria o conhecimento prático de todos os participantes além de mostrar a utilidade daquilo em uma situação real, como por exemplo usar matemática e física na construção de sua casa própria ou de algo</p>
P3	 <p>6. Você gostaria que todas as disciplinas utilizassem esse tipo de projeto como forma de ensino, por quê? Sim, porque é diferente</p>
P4	 <p>5) Você gostaria que todas as disciplinas utilizassem esse tipo de projeto como forma de ensino, por quê? Sim, porque é uma forma a mais de aprender sobre um determinado tema e também é uma ótima forma de fazer os alunos prestarem atenção</p>
P5	 <p>5) Você gostaria que todas as disciplinas utilizassem esse tipo de projeto como forma de ensino, por quê? Sim, porque aprendemos muito mais de uma forma de aprender, incentivando o aluno a buscar, conhecer e aprender mais.</p>
P6	 <p>5) Você gostaria que todas as disciplinas utilizassem esse tipo de Projeto como forma de Ensino, por quê? Sim, porque muda a forma de ensino, e faz com que o aluno se interesse a aprender mais ou até mesmo pesquisar sobre o assunto; ou que se torne um aprendizado mais dinâmico.</p>
P7	 <p>5- Você gostaria que todas as disciplinas utilizassem esse tipo de projeto como forma de ensino, por quê? Sim, porque cada disciplina poderia usar a matéria aplicada no ambiente para ser fonte de pesquisa.</p>
P10	<p>5) Você gostaria que todas as disciplinas utilizassem esse tipo de projeto como forma de ensino, por quê?</p> <hr/> <p>Sim, porque é um método de incentivar o aluno a buscar mais sobre a matéria e despertar curiosidade de saber mais sobre.</p>

Ao longo da implantação do projeto em sala de aula, procurou-se compartilhar nossa percepção com os outros professores, enfatizando o engajamento dos estudantes durante as atividades, além disso, com base nas respostas dos alunos no último questionário entendemos que nossos principais objetivos de implantação de uma abordagem contextualizada para o tema água, com a finalidade de formação de pensamento crítico, pertencimento local e formação cidadã foram de alguma forma alcançados.

## 7 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Foi possível concluir que a adaptação da Abordagem Temática Freireana, com um tema de relevância social, orientando a organização curricular da disciplina de química, associada com atividades experimentais fornecendo saberes aplicáveis na resolução de problemas do cotidiano, pode promover um ensino de química mais dinâmico.

Os debates, a experiência e a participação dos envolvidos no levantamento de informações demonstram grande potencial em fornecer contribuições significativas para um ensino mais motivador e contextualizado, sem comprometer os conhecimentos disciplinares essenciais à aprendizagem de conceitos científicos.

Como a identificação do problema partiu de uma percepção pessoal procurou-se realizar uma sólida pesquisa sobre o problema, buscando o vínculo entre o conhecimento global e local, de acordo com as teses de Boaventura, o que contribuiu bastante para a confecção do produto final.

Voltando para a questão do produto, tanto do material teórico quanto da maleta, acreditamos que são materiais de fácil utilização para professores em contextos variados. Para os docentes que têm pouco tempo para realizar uma pesquisa sobre o tema, o material teórico contém tópicos bem diversos, desde informações mais gerais sobre o tema, até conhecimentos disciplinares bastante específicos, cabendo ao docente abordar o material por completo, ou selecionar os tópicos que deseja trabalhar, de acordo com sua realidade.

Quanto à maleta para realização das atividades experimentais, foi possível produzir um material compacto, fácil de ser transportado, dinâmico o suficiente para ser utilizado em aulas consecutivas, e com uma diversidade de métodos analíticos, para que as atividades experimentais não se tornassem repetitivas.

Por fim, o ambiente de trabalho em grupo, tornou-se o mais acolhedor possível contribuindo de alguma forma para que os estudantes possam enxergar no ambiente escolar uma fonte de inspiração para compreender o mais profundamente possível a origem de muitos dos seus problemas cotidianos.

## **8 PERSPECTIVAS**

As perspectivas após a finalização deste trabalho é reproduzi-lo em um número maior de turmas, fazer um levantamento dos resultados, positivos ou não obtidos após a aplicação do mesmo, continuar estudando sobre metodologias ativas de ensino a fim de desenvolver outros trabalhos.

Além disso, já existe a possibilidade da realização de parcerias com outros professores da rede para verificar a possibilidade de aplicação do projeto em outros contextos, aplicando o projeto em outras escolas, como exposição ou oficina única, e por fim apresentar o projeto como uma disciplina na rede estadual do Rio de Janeiro.

## REFERÊNCIAS

AIKENHEAD, G. S. Science education: Border crossing into the subculture of science. **Studies in Science Education**, v. 27, p. 1-52, 1996.

\_\_\_\_\_. Towards a first nations cross-cultural science and technology curriculum. **Science Education**, v. 81, 1997. Disponível em: <https://www.researchgate.net/publication/319330012>  
Acesso em: 02 fev. 2023.

\_\_\_\_\_. Renegotiating the culture of school science. *In*: Millar, R.; Leach, J.; Osborne J. (Eds.). Improving science education: the contribution of research. **Buckingham & Philadelphia: Open University Press**, 2000. p. 245-264. Disponível em: <https://education.usask.ca/documents/profiles/aikenhead/renegotiating.htm>. Acesso em: 02 fev. 2023

ARAÚJO, B.; ALENCAR, F. Falta de ‘plano B’ põe em risco abastecimento de água do Rio. [oeco.org.br](https://oeco.org.br/reportagens/falta-de-plano-b-poe-em-risco-abastecimento-de-agua-do-rio). Rio de Janeiro, 2020. Disponível em: <https://oeco.org.br/reportagens/falta-de-plano-b-poe-em-risco-abastecimento-de-agua-do-rio>. Acesso em: 02 fev. 2023

ASSIS, N. R. B.; VAZ, W. F. Ensino de Química e Cidadania: Análise dos Livros Didáticos de Química do Programa Nacional do Livro Didático. **Revista Virtual de Química**, v. 12, n. 1, p. 196-222, 2020.

AUGUSTO, L. G. S.; GURGEL, I. G. D.; CÂMARA NETO; H. F.; MELO, C. H. de; COSTA, A. M. O contexto global e nacional frente aos desafios do acesso adequado à água para consumo humano. **Ciência e Saúde coletiva**, Rio de Janeiro, RJ, v.17, n.6, 2012.

AULER, D.; DALMOLIN, A. M. T.; FENALTI, V. S. Abordagem Temática: natureza dos temas em Freire e no enfoque CTS. **ALEXANDRIA - Revista de Educação em Ciência e Tecnologia, Florianópolis**, v.2, n.1, p.67-84, mar. 2009.

BAZIN, M. O Cientista como Alfabetizador Técnico. *In*: ANDERSON, A.; BAZIN, M. **Ciência e (In)Dependência**. Lisboa: Livros Horizonte, v.2, p. 94-98, 1977.

BOTELHO, L. L. R.; CUNHA, C. C. A.; MACEDO, M. O método da revisão integrativa nos estudos organizacionais. **Gestão e sociedade**, v. 5, n. 11, p. 121-136, 2011.

BRASIL. **Lei nº 9.433/1997**. Instituiu a Política Nacional de Recursos Hídricos. Diário Oficial da República Federativa do Brasil, Poder Executivo, Brasília, DF, 09 jan. 1997.

\_\_\_\_\_. [Constituição (1988)]. **Constituição da República Federativa do Brasil**: promulgada em 5 de outubro de 1988.

\_\_\_\_\_. Agência Nacional de Energia Elétrica, **Superintendência de Estudos e Informações Hidrológicas**, Brasília: ANEEL, 2000.

\_\_\_\_\_. Ministério das Cidades, Secretaria Nacional de Saneamento Ambiental, **Plano Nacional de Saneamento Básico- PLANSAB**, Brasília, 2013.

\_\_\_\_\_. CONAMA. Conselho Nacional do Meio Ambiente. **Resolução nº 357**, de 17 de

março de 2005 (Alterada pela Resolução 410/2009 e pela 430/2011). Diário Oficial da República Federativa do Brasil, Brasília: CONAMA, 17 mar. pp. 58-63, 2005.

\_\_\_\_\_. Ministério da Educação, **PCN+ Ensino Médio**: orientações curriculares complementares aos Parâmetros Curriculares Nacionais. Ciências da natureza e suas tecnologias. Brasília: MEC, 2002.

BRITO, T. A.; NASCIMENTO, H. F.; SILVA, I. D.; MARTINHON, P. T.; SOUSA, C. Breves considerações acerca da educação pública brasileira e o novo ensino médio. *In*: Congresso Brasileiro Interdisciplinar em Ciência e Tecnologia, IV. Diamantina, 2023. **Anais** [...]. Disponível em: <https://www.even3.com.br/anais/cobicet2023/665858-BREVES-CONSIDERACOES-ACERCA-DA-EDUCACAO-PUBLICA-BRASILEIRA-E-O-NOVO-ENSINO-MEDIO>. Acesso em: 02 fev. 2023

BRITTO, A. L.; FORMIGA-JOHNSSON, R. M.; CARNEIRO, P. R. F. Abastecimento público e escassez hidrossocial na metrópole do rio de janeiro. **Ambiente & Sociedade**, São Paulo, v. 19, n. 1, p. 185-208, 2016.

CARVALHO, I. C. M. O “Ambiental” como valor substantivo: uma reflexão sobre a identidade ambiental. *In*: SAUVÉ, L.; ORELLANA, I.; SATO, M. Textos escolhidos em Educação Ambiental: de uma América à outra. **Montreal: Publications ERE-UQAM**, p. 85-90 (versão em português), 2002.

CASTRO, J. E. Water governance in the twentieth-first century. **Ambiente e Sociedade**, São Paulo v. 10, n. 2, p. 97-118, 2007.

CASTRO, M. C. **Análise de uma sequência didática com enfoque CTS e ensino por investigação a partir da temática “água potável”**. 2019. 171 f. Dissertação (Mestrado Profissional em Ensino de Ciências e Matemática) - Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de São Paulo. São Paulo, 2019.

CHASSOT, A. **Alfabetização científica**: questões e desafios. 7. Ed. Rio Grande do Sul, RS: Editora Unijuí, 2016.

COELHO, F. J. F.; ROCHA, A. S.; MIRANDA, J. L. de; MARTINHON-TAMIASSO, P. (Org.). (E-Book) **Anais do workshop: educação ambiental e o ensino de química**. 1. ed. CURITIBA: Brazil Publishing, 2020. v. 1. 213p.

CNBB. Conferência Nacional dos Bispos do Brasil. **Documento Base: Fraternidade e Água**, 2004. Disponível em <https://campanhas.cnbb.org.br/wp-content/uploads/2015/04/patrimonioidrico.pdf>,

CORONA, F. F. **Educação CTS/CTSA com enfoque freiriano no ensino de Química de nível médio**: debates sobre a temática de saneamento básico. Dissertação (Mestrado Profissional em Química) -Polo Espírito Santo, Instituto Federal do Espírito Santo, Vila Velha, 2020.

CRUZ, C. A.; MELO, I. B. N.; MARQUES, S. C. M. A Educação Ambiental Brasileira: Histórias e Adjetivações. **Revbea**, São Paulo, v. 11, n. 1, p. 183-195, 2016.

CURTI, L. Z. C. **Um estudo da qualidade da água do Rio dos Porcos**: indícios de aprendizagem de conceitos científicos. 2020. 86 f. Dissertação (Mestrado Profissional em Química) - Instituição de Ensino, Universidade Federal de São Carlos, São Carlos, 2020.

DE OLIVEIRA, R. D. V. L.; PINHEIRO, B. C. S.; NETO, J. E. S. Ética Ubuntu nas discussões sobre experimentação científica: colonialidade e (des) humanização no ensino de Química. **Ensino, Saude e Ambiente**, v. 15, n. 3, p. 543-559, 2022.

DE OLIVEIRA, P. S. C. B.; OLIVEIRA, N. C. M. de; DAMASCENO, A. Monitoramento e avaliação dos planos de educação: desafios aos conselhos de educação. **Jornal de Políticas Educacionais**, v. 17, p. e90001, 2023.

DELIZOICOV, D. **Conhecimento, tensões e transições**. São Paulo, 1991. Tese (Doutorado em Educação) – Faculdade de Educação, Universidade de São Paulo, São Paulo, 1991.

DELIZOICOV, D.; ANGOTTI, J. A.; PERNAMBUCO, M. M. **Ensino de ciências: fundamentos e métodos**. 4ª ed. São Paulo: Cortez, 2002.

FIALHO, W. C. G.; MENDONÇA, S. O Pisa como indicador de aprendizagem de Ciências. **Roteiro**, v. 45, p. 1-24, 2020.

FREIRE, P. **Pedagogia do oprimido**. 17 ed. Rio de Janeiro: Paz e Terra, 1987.

\_\_\_\_\_. **Pedagogia da autonomia**: saberes necessários à prática educativa. 54. ed. Rio de Janeiro: Paz e Terra, 2016.

DICKMAN, I.; CARNEIRO, S. M. M. Paulo Freire e Educação ambiental: contribuições a partir da obra Pedagogia da Autonomia. **Revista de Educação Pública**, Cuiabá, v. 21, n. 45, p. 87–102, 2012.

GANDRA, A. Atividades econômicas consumiram 3,2 trilhões de metros cúbicos de água em 2015. **Agência Brasil**. 16 mar. 2018. Disponível em: <https://agenciabrasil.ebc.com.br/economia/noticia/2018-03/pesquisa-economia-e-familias-usaram-32-trilhoesm3-de-agua-em-2015>. Acesso em: 4 abr. 2020.

GONÇALVES, M. S. **EDUCAÇÃO E PARTICIPAÇÃO SOCIAL NA GESTÃO DE RECURSOS HÍDRICOS**: proposta metodológica para práticas de conservação de nascentes. Dissertação (Mestrado em Gestão e Regulação de Recursos Hídricos) - Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Campo Mourão, 2020.

GUY, S., MARVIN, S., MEDD, W.; MOSS, T. **Shaping Urban Infrastructures. Intermediaries and the Governance of Socio-Technical Networks**. London: Earthscan, 2010.

HERNÁNDEZ, F; VENTURA, M. **A Organização do Currículo por Projetos de Trabalho**: O Conhecimento é um Caleidoscópio. Tradução Jussara Haubert. 5. ed. Porto Alegre: ArtMed, 1998. Tradução de: La organización del currículum por proyectos de trabajo: el conocimiento es un calidoscopio.

IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Censo Brasileiro de 2010**. Rio de Janeiro: IBGE, 2010.

IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Contas Econômicas Ambientais da Água**. 2018.

IBGE. **Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento (SNIS)**. Rio de Janeiro, 2020.

INEA. Instituto Estadual do Ambiente. **Outorga de direito de uso dos recursos hídricos**. Rio de Janeiro: INEA, 2010. Disponível em: <http://www.inea.rj.gov.br>. Acesso em: 10 de nov. 2018.

INEA. Instituto Estadual do Ambiente; Fundação COPPETEC. **Plano Estadual de Recursos Hídricos do Estado do Rio de Janeiro: Relatório final**. Rio de Janeiro: INEA, 2014. Disponível em: <http://www.inea.rj.gov.br>. Acesso em: 25 de nov. 2018.

JACOBI, P. R.; EMPINOTTI, V. L.; SCHMIDT, L. Escassez hídrica e direitos humanos. **Ambiente & Sociedade**, São Paulo, v. 19, n. 1, 2016.

JACOBI, P. R.; FREY, K.; RAMOS, R. F. ODS 6 – Água potável e saneamento. *In*: FREY, K.; TORRES, P. H. C.; JACOBI, P. R.; RAMOS, R. F. (org.). **Objetivos do Desenvolvimento Sustentável Desafios para o planejamento e a governança ambiental na Macrometrópole Paulista**. Santo André, SP. Editora UFABC, 2020. p. 117- 132.

KNOPMAN, E. B. **A luta pela água no Maciço da Tijuca (Rio De Janeiro): o caso das favelas do Alto da Boa Vista**. 2018. Dissertação (Mestrado em Geografia) – Instituto de Geografia, Universidade Federal do Rio de Janeiro. Rio de Janeiro, 2018.

LORRAIN, D.; POUPEAU, F. Ce que font les protagonistes de l'eau. Une approche combinatoire d'un système sociotechnique. **Actes de la recherche en sciences sociales**, v. 203, n. 3, p. 4-15, 2014.

MAIA, A. E. **O emprego de metodologias ativas de ensino a partir do tema gerador energia solar**. 2020. Rio de Janeiro. Dissertação (Mestrado em Química) - Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2020.

MARCON, P. **GOVERNANÇA DAS ÁGUAS NO BRASIL: colaborações da sociedade civil e desafios da implementação do Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos**. Tese (Doutorado em Ciências Ambientais) – Universidade Federal de São Carlos, São Carlos, 2023.

MARCONDES, M. E. R. Proposições metodológicas para o ensino de química: oficinas para a aprendizagem da ciência e o desenvolvimento da cidadania. **Em Extensão**, v. 7, p. 67-77, 2008.

MARCONDES, M. I.; MORAES, C. da L. Currículo e autonomia docente: discutindo a ação do professor e as novas políticas de sistemas apostilados na rede pública de ensino. **Currículo sem Fronteiras**, v. 13, n. 3, p. 451-463, 2013.

MARTINS, R. C. Fronteiras entre desigualdade e diferença na governança das águas. **Ambiente & Sociedade**, São Paulo, v. 18; n. 1, 2015.

MATOS, M. C. de F. G. **Panorama da Educação Ambiental Brasileira a partir do V Fórum Brasileiro de Educação Ambiental**. Rio de Janeiro. Dissertação (Mestrado em

Educação) – Faculdade de Educação, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro 2009.

MEDEIROS, K. T. B.; LUCENA, M. M. A. de. Gestão dos Recursos Hídricos: uma revisão sob a perspectiva dos objetivos do desenvolvimento sustentável. **Revista Gestão & Sustentabilidade Ambiental**, [S. l.], v. 12, n. 1, p. e12549, 2023.

MILARÉ, T.; BARBOSA, V. M. B.; PISTARINI, N. F.; OLIVEIRA, A. C. D. de. Oficinas temáticas sobre química e cidadania: pesquisa, ensino e extensão. **Revista Extensão & Cidadania**, [S. l.], v. 8, n. 14, p. 130-145, 2020.

MIRANDA, J. L.; MARTINHON-TAMIASO, P.; GERPE, R. L.; OLIVEIRA, R. F.; FARIA, P. S.; GONCALVES, A. S. A Educação Ambiental na práxis do Antropoceno e dos Objetivos do Desenvolvimento Sustentável. **Química Nova na Escola**, v. 44, p. 126-136, 2022.

MIRANDA, J. L.; SILVA, F. G. O. da; DINIZ, C.; GERPE, R. The Anthropocene, the Environmental Education and Teaching Chemistry. **Revista Virtual de Química**, v. 10, p. 1990-2004, 2018.

OLIVA, A. D. **POLUIÇÃO DAS ÁGUAS**: sequência didática contextualizando concentração das soluções. 2019. 63 f. Dissertação (Mestrado Profissional em Química) - Campus Medianeira, Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Paraná, 2019.

OLIVEIRA, D. A. Políticas conservadoras no contexto escolar e autonomia docente. **Praxis Educativa**, v. 15, p. e2015335, p. 1-18, 2020.

OLIVEIRA, V. S. **Água, Direito Humano fundamental: para que indivíduos em situação vulnerável se façam sujeitos de direitos**. 2022. 138 f. Dissertação (Mestrado Profissional em em Ensino de Ciências da Natureza) - Instituto de Ensino, Universidade Federal Fluminense, Niterói Biblioteca, 2022.

OLIVEIRA, R. F.; MIRANDA, J. L. de. Mediação dos Biomapas para o Protagonismo do Pertencimento Socioambiental no Ensino de Química. *In*: Valdir LAMIM-GUEDES, V. (Org.). **Caminhos para o ensino de Ciências e Matemática**: documentos e práticas. 1ed., São Paulo: Editora na Raiz, 2023, v. 1, p. 57-80.

ONU. Organização das Nações Unidas. **Declaração sobre o Direito ao Desenvolvimento Adotada pela Resolução n. 41/128 da Assembleia Geral das Nações Unidas**, 1986. Disponível em: <http://www.dhnet.org.br/direitos/sip/onu/bmestar/dec86.htm>. Acesso em: 20 dez. 2019.

PEREIRA, T. V.; OLIVEIRA, V. B. de. Base Nacional Comum: a autonomia docente e o currículo único em debate. **Revista Teias**, [S. l.], v. 15, n. 39, p. 24-42, 2014.

PRAIA, J.; GIL-PÉREZ, D.; VILCHES, A. O papel da natureza da ciência na educação para a cidadania. **Ciência & Educação**, v. 13, n. 2, p. 141-156, 2007.

Prefeitura Municipal de Belford Roxo (Município). **Plano Diretor da Cidade de Belford Roxo**, Belford Roxo Lei Complementar nº084 de 12 de janeiro de 2007.

Prefeitura Municipal de Belford Roxo (Município). **Relatório final do plano de saneamento básico de Belford Roxo**, Belford Roxo, [s.d.] Disponível em:  
[http://verdeprogresso.com.br/pdf/Relat%C3%B3rio\\_Final\\_Belford\\_Roxo.pdf](http://verdeprogresso.com.br/pdf/Relat%C3%B3rio_Final_Belford_Roxo.pdf).

ROCHA, A. S.; SOUSA, C.; TAMIASSO-MARTINHON, P; SANTOS, A. T.; MAIA, A. L. Debates sobre resíduos eletrônicos: saúde, meio-ambiente e educação para a cidadania. *In: X ENCONTRO SAÚDE E EDUCAÇÃO PARA CIDADANIA: RELAÇÃO UNIVERSIDADE E ESCOLA*, X., Niterói, 2017. **Anais [...]**. 2017.

RODRIGUES, C. F. S. **Crise Hídrica, Tratamento e Qualidade da Água: uma contextualização para o ensino de química**. 2016. 140 f. Dissertação (Mestrado em Educação) – Instituto de Química, Universidade Federal Do Rio De Janeiro. Rio de Janeiro, 2016.

ROGERS, C.R. **Liberdade para Aprender**. 2.ed. Belo Horizonte: Interlivros, 1973.

ROGERS, C.R. **Liberdade de aprender em nossa década**. Porto Alegre: Artes Médicas, 1985.

RUPPENTHAL, R.; COUTINHO, C.; MARZARI, M. R. B. Literacy and scientific lettering: dimensions of scientific education. **Research, Society and Development**, [S. l.], v. 9, n. 10, p. e7559109302, 2020.

SALES, M. R. **Memórias da violência e resistências silenciadas: as ações político-educativas da paróquia São Simão, em Belford Roxo (RJ)**. Dissertação (Mestrado em Educação, Cultura e Comunicação em Periferias Urbanas) - Faculdade de Educação da Baixada Fluminense, Universidade Estadual do Rio de Janeiro. Duque de Caxias. 2019. Disponível em: <https://www.btd.uerj.br:8443/handle/1/10073>. Acesso em: 20 de jun, 2020.

SANTOS, B. S. Para uma pedagogia do conflito. *In: SILVA, L. et al. **Novos Papéis Culturais - Novas perspectivas Educacionais***. Porto Alegre: Editora Sulina; 1996.

SANTOS, B. S. de. **Um discurso sobre as ciências**. 5. ed. São Paulo: Cortez, 2008.

SANTOS, I. A dos.; SAITO, H. A mitificação da participação social na política nacional de recursos hídricos- gênese, motivação e inclusão social. **Geosul** - v. 21, n. 42, p. 7-27, 2006.

SANTOS, W. L. P. dos. **Humanistic Science Education From Paulo Freires: “education as the practice of freedom” perspective**. *In: IOSTE SYMPOSIUM – THE INTERNATIONAL ORGANIZATION FOR SCIENCE AND TECHNOLOGY EDUCATION*, 2002, Foz do Iguaçu: IOSTE, São Paulo, 2002. v. 2, p. 641-649. Disponível em:  
<https://www.academia.edu/21653493> .

\_\_\_\_\_. Contextualização no ensino de ciências por meio de temas CTS em uma perspectiva crítica. **Ciência e Ensino**, número especial, 2007.

\_\_\_\_\_. Educação Científica Humanística: Resgatando a função do Ensino CTS. **Alexandria - Revista de Educação em Ciências e Tecnologia**, v.1, n.1, p. 109-131, 2008.

SETTI, A. A. LIMA; J. E. F. W; CHAVES; A. D. M; PEREIRA, I. D. C. **Introdução ao gerenciamento de recursos hídricos**. Agência Nacional de Energia Elétrica, Brasília, 2001.

- SILVA, F. R. S. **Uso da Água na Bacia do Rio Cachoeira, Maciço da Tijuca (RJ): Qualidade, Escassez e Conflitos Locais**. 2014. 165 f. Dissertação (Mestrado em Educação) – Instituto de Geografia. Universidade Federal Do Rio De Janeiro, Rio de Janeiro, 2014.
- SILVA, I. D.; NASCIMENTO, H. F. do; SILVA, C. R. S. da. DISCUSSÕES ACERCA DA “NOVA” REFORMA DO ENSINO MÉDIO: PROGRESSO OU RETROCESSO EDUCACIONAL?. *In*: SOUZA, K. C. S. (Org.); PACHECO, A. C. R. (Org.). **A formação de professores e a crise político-educacional Paradigmas e debates sobre ensino**. São Luís: EDUFMA, 2023.
- SOUSA, J. A. de; IBIAPINA, B. R. S. Contextualização no ensino de química e suas influências para a formação da cidadania. **Revista Ifes Ciência**, [S. l.], v. 9, n. 1, p. 01-14, 2023.
- SOUZA, J. B. D.; CORRÊA, E. D. F. B.; CARVALHO, T. R. C.; CHAVES, P. V. A. Soluções e Medidas Tecnológicas para a Gestão de Recursos Hídricos em Organizações Brasileiras: uma revisão integrativa. **Revista GeTeC**, v. 12, n. 38, p. 35-55, 2023.
- SOUZA, P. S de.; BASTOS, A. P. S; FIGUEIREDO, P. S de; GEHLEN, S. T. Investigação Temática no Contexto do Ensino de Ciências: Relação entre a Abordagem Temática Freireana e a Práxis Curricular via Tema Gerador. **Alexandria - Revista de Educação em Ciências e Tecnologia**, v.7, n.2, p. 155-177, 2014.
- SWYNGEDOUW, E. **Social Power and the Urbanization of Water: Flows of Power**. Oxford: Oxford University Press, 2004.
- SWYNGEDOUW, E. The Political Economy And Political Ecology of the Hydro-Social. **Journal of Contemporary Water Research & Education**. issue 142, august 2009.
- TAVARES, S.; SILVA, D.S. Revisão integrativa: o que é e como fazer. **Einstein**. v. 8, n.1, Jan-Mar, 2010. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/S1679-45082010RW1134>. Acesso em: 12 fev., 2024.
- TEIXEIRA, L. A.; NEVES, J. P.; SILVA, F. P.; TOZONI-REIS, M. F. C.; NARDI, R. Referenciais Teóricos da Pesquisa em Educação Ambiental. *In*: ENCONTRO NACIONAL EM EDUCAÇÃO EM CIÊNCIAS, 6. Florianópolis. **Anais [...]**Florianópolis: EPEA, 2007, v.6, p. 1-12.
- TOZONI-REIS, M. F. C. Environmental education: Theoretical references in higher education. **Interface - Comunicação, Saúde, Educação**, v. 5, n. 9, p. 33-50, 2001.
- United Nations Children’s Fund and World Health Organization. **Progress on household drinking water, sanitation and hygiene 2000-2017**. New York: UNICEF, 2019.
- VARGAS, M. C. O gerenciamento integrado dos recursos hídricos como problema socioambiental. **Ambiente & Sociedade**, Campinas, v. 2, n. 5, p. 254-134, 1999.
- VERAS, P. R. M.; CORRÊA, C. de A.; CASTRO, R. M. M. de. Educação fast-food e os problemas de educação à distância brasileira. **Brazilian Journal of Business**, v. 1, n. 3, p. 1360-1369, 2019.

ZANON, L. B.; MALDANER, O. A. **A Química escolar na inter-relação com outros campos de saberes.** *In:* SANTOS, W. L. P. dos; MALDANER, O. A. (org.). **Ensino de Química em Foco.** 2. Ed. Ijuí: Editora Unijuí, 2015.

XAVIER, L. Y.; GONÇALVES, L.; SINISGALLI, P.; TURRA, A. ODS 14 – Vida na água. *In:* FREY, K.; TORRES, P. H. C.; JACOBI, P. R.; RAMOS, R. F. (org.). **Objetivos do Desenvolvimento Sustentável Desafios para o planejamento e a governança ambiental na Macrometrópole Paulista.** Santo André, SP: Editora UFABC, 2020.

## APÊNDICE A - QUESTIONÁRIO SOBRE ACESSIBILIDADE HÍDRICA

### Questionário sobre o acesso a recursos hídricos

Endereço-Bairro/Rua/CEP \_\_\_\_\_

1) Tipo de imóvel em que reside:

- Casa/individual       Apartamento/condomínio       Casa/vila

2) Número de pessoas que tem acesso a mesma fonte de água que você aproximadamente: \_\_\_\_\_

3) Com que frequência, sua residência recebe água fornecida tratada, fornecida por uma concessionária pública:

- Diariamente       Entre 5 e 3 dias por semana  
 Raramente       Uma ou duas vezes por semana

4) Caso a pergunta anterior tenha sido raramente, poderia informar uma frequência aproximada?  
 \_\_\_\_\_

5) E utilizada outra fonte de acesso a água na residência onde mora, que não seja o abastecimento público?

- Sim       Não

6) Caso a resposta acima tenha sido positiva, preencha o quadro abaixo, sobre o tipo de fonte que utilizam e quais as aplicações dessa água.

Aplicações	Poço de manilha	Poço Artesiano	Nascente	Chuva	Outros
Beber					
Cozinhar					
Lavar louça					
Lavar roupa					
Tomar banho					
Descarga					
Limpeza geral					
Criação de animais					
Recreação					

Em caso de outros, cite: \_\_\_\_\_

7) Você considera importante que essa temática sobre recursos hídricos seja abordada na escola?

\_\_\_\_\_

8) Tem alguma informação específica que gostaria de ter?

\_\_\_\_\_

9) Quais disciplinas você acha que poderiam trabalhar esse tema?

\_\_\_\_\_

## APÊNDICE B - MATERIAL TEÓRICO SOBRE RECURSOS HÍDRICOS

# A (in)disciplinaridade da água: Mais que uma substância, é um direito!

Marcus Aurelio Gomes da Rocha



Produto de  
dissertação

**PEQui**  
UFRJ



Rio de Janeiro  
2023

## APÊNDICE C - QUESTIONÁRIO DE AVALIAÇÃO DAS ATIVIDADES

Primeiro nome \_\_\_\_\_ Turma: \_\_\_\_\_ Idade: \_\_\_\_\_ Data: \_\_\_\_\_

- 1) A participação nas oficinas sobre recursos hídricos contribuiu para melhorar o aprendizado de conteúdos de química.

<input type="checkbox"/>	Concordo	<input type="checkbox"/>	Concordo totalmente	<input type="checkbox"/>	Sem opinião
<input type="checkbox"/>	Discordo	<input type="checkbox"/>	Concordo totalmente	<input type="checkbox"/>	

- 2) O projeto estimulou o seu senso investigativo.

<input type="checkbox"/>	Concordo	<input type="checkbox"/>	Concordo totalmente	<input type="checkbox"/>	Sem opinião
<input type="checkbox"/>	Discordo	<input type="checkbox"/>	Concordo totalmente	<input type="checkbox"/>	

- 3) A realização das atividades você participou contribuiu para a compreensão de assuntos do seu cotidiano que você não sabia que você não conhecia.

<input type="checkbox"/>	Concordo	<input type="checkbox"/>	Concordo totalmente	<input type="checkbox"/>	Sem opinião
<input type="checkbox"/>	Discordo	<input type="checkbox"/>	Concordo totalmente	<input type="checkbox"/>	

- 4) Existe algum outro tema que você gostaria que fosse abordado pela metodologia aplicada?

---



---



---



---

- 5) Você gostaria que todas as disciplinas utilizassem esse tipo de projeto como forma de ensino, por quê?

---



---



---



---