



UFRRJ

**UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DO RIO DE JANEIRO
INSTITUTO DE QUÍMICA
PROGRAMA DE MESTRADO PROFISSIONAL EM QUÍMICA EM
REDE NACIONAL - PROFQUI**

DISSERTAÇÃO

**METODOLOGIAS EDUCATIVAS E DE CAPACITAÇÃO PARA
MELHORIA DA QUALIDADE DOS RECURSOS HÍDRICOS**

Wellis Rodrigo da Silva Costa

2023



UFRRJ

UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DO RIO DE JANEIRO
INSTITUTO DE QUÍMICA
PROGRAMA DE MESTRADO PROFISSIONAL EM QUÍMICA EM
REDE NACIONAL - PROFQUI

METODOLOGIAS EDUCATIVAS E DE CAPACITAÇÃO PARA A
MELHORIA DA QUALIDADE DOS RECURSOS HÍDRICOS

WELLIS RODRIGO DA SILVA COSTA

Sob a orientação do professor

Dr. André Marques dos Santos

Dissertação submetida como requisito parcial para obtenção do grau de **Mestre em Química**, no Programa de Mestrado Profissional em Química em Rede Nacional (PROFQUI) – Área de Concentração em Química.

Seropédica, RJ

Março de 2023

Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro
Biblioteca Central / Seção de Processamento Técnico

Ficha catalográfica elaborada
com os dados fornecidos pelo(a) autor(a)

C837m Costa, Wellis Rodrigo da Silva, 1980-
METODOLOGIAS EDUCATIVAS E DE CAPACITAÇÃO PARA
MELHORIA DA QUALIDADE DOS RECURSOS HÍDRICOS / Wellis
Rodrigo da Silva Costa. - Seropédica, 2023.
107 f.: il.

Orientador: André Marques dos Santos.
Dissertação(Mestrado). -- Universidade Federal Rural
do Rio de Janeiro, Programa de Mestrado Profissional
em Química em Rede Nacional (PROFQUI), 2023.

1. Água. 2. Ensino de Química. 3. Pensamento
Sistêmico. 4. Autonomia. I. Santos, André Marques
dos, 1977-, orient. II Universidade Federal Rural do
Rio de Janeiro. Programa de Mestrado Profissional em
Química em Rede Nacional (PROFQUI) III. Título.

**UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DO RIO DE JANEIRO
INSTITUTO DE QUÍMICA
PROGRAMA DE MESTRADO PROFISSIONAL EM QUÍMICA EM REDE
NACIONAL**

WELLIS RODRIGO DA SILVA COSTA

Dissertação submetida como requisito parcial para a obtenção do grau de Mestre em Química, no Programa de Mestrado Profissional em Química em Rede Nacional, Área de Concentração em Química

DISSERTAÇÃO APROVADA EM 31/03/2023

Membros da banca

Andre Marques dos Santos Dr. UFRRJ
(Orientador)

Emerson Guedes Pontes Dr. UFRRJ

Fabiana Soares dos Santos. Dr^a. UFF



Emitido em 2023

TERMO Nº 326/2023 - PPGQ (12.28.01.00.00.00.60)

(Nº do Protocolo: NÃO PROTOCOLADO)

(Assinado digitalmente em 03/04/2023 10:26)

ANDRÉ MARQUES DOS SANTOS
PROFESSOR DO MAGISTERIO SUPERIOR
DBQ (11.39.00.24)
Matrícula: ###091#3

(Assinado digitalmente em 03/04/2023 10:43)

EMERSON GUEDES PONTES
PROFESSOR DO MAGISTERIO SUPERIOR
DBQ (11.39.00.24)
Matrícula: ###553#7

(Assinado digitalmente em 03/04/2023 10:24)

FABIANA SOARES DOS SANTOS
ASSINANTE EXTERNO
CPF: ###.###.817-##

Visualize o documento original em <https://sipac.ufrj.br/documentos/> informando seu número: **326**, ano: **2023**, tipo: **TERMO**, data de emissão: **03/04/2023** e o código de verificação: **b493570b36**

Dedico este trabalho à minha família,

*Em especial a meus pais Antonio Carlos e
Teresinha, pelo incentivo e apoio incondicional.*

*À minha esposa Clareana, companheira
de uma vida toda, amiga, parceira e meu amor.*

*Aos meus queridos e amados filhos,
Catarina, Carolina e Tomás, fontes de toda minha
força de vontade e impulso para ultrapassar
qualquer dificuldade.*

AGRADECIMENTOS

Agradeço, primeiramente, a Deus pois acredito que Ele me guiou através de diversos caminhos na Educação e no Saneamento Ambiental, esclarecendo minha mente para criar uma ponte entre estes dois setores importantíssimos para o bem-estar social da humanidade.

A minha família, razão pela qual dedico este trabalho.

Ao Professor Dr. André Marques dos Santos, meu orientador, pela forma como conduziu a orientação desta pesquisa, sempre sereno, suave e extremamente técnico, muito sábio e criterioso, um grande educador, que compartilha todo seu conhecimento com muita amorosidade, verdadeiro discípulo de Paulo Freire.

A Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro (UFRRJ) e ao Programa de Mestrado Profissional em Química em Rede Nacional (PROFQUI) por possibilitar minha formação acadêmica e aperfeiçoamento profissional.

Aos diretores do Colégio Estadual Presidente Rodrigues Alves (CEPRA) Sra. Simone Pereira Galdino Domingues pelos trâmites administrativos para validar junto à SEEDUC-RJ a anuência da pesquisa, e ao Sr. Francisco Potiguara Cavalcante Junior por sugerir o referencial teórico pedagógico pressuposto por Paulo Freire integrando o trabalho desta pesquisa de mestrado.

Aos professores de Ciências da Natureza do Colégio Estadual Presidente Rodrigues Alves (CEPRA) que contribuíram diretamente na viabilização desta pesquisa.

À Companhia Estadual de Águas e Esgotos do Rio de Janeiro (CEDAE), pelo investimento em minha carreira e confiança no desempenho de minhas diversas atribuições.

Aos companheiros, colegas e amigos de trabalho da CEDAE, pelos debates técnicos sobre recursos hídricos, educação ambiental e responsabilidade socioambiental.

Aos membros da Banca Examinadora pela disponibilidade e contribuições para que este trabalho fosse aperfeiçoado.

O presente trabalho foi realizado com apoio da coordenação de aperfeiçoamento de pessoal de nível superior - Brasil (CAPES) – Código de Financiamento 001.

BIOGRAFIA

A biografia é uma página opcional no manual de instruções para organização e apresentação de dissertações e teses na UFRRJ, por definição, a biografia é a história escrita da vida de uma pessoa, podendo o texto ser escrito pelo indivíduo ou por terceiros. Longe de mim a audácia de querer escrever uma autobiografia, mas acredito que destacar e compartilhar minhas ações profissionais nos últimos anos contextualizam a motivação desta dissertação de mestrado.

Este relato inicia-se em 2001, ano em que eu, Wellis Rodrigo da Silva Costa, munícipe de Paracambi-RJ ingressei na graduação em química pela UFRRJ em horário noturno, pois o trabalho em horário diurno era indispensável em minha vida. Com o passar dos anos, cursando diversas disciplinas, consegui no ano de 2006 minha tão sonhada colação de grau nesta estimada instituição federal de ensino localizada a apenas alguns quilômetros de minha residência, isso devido ao atraso do semestre 2005-II do calendário da universidade. Neste mesmo ano, 2006, início minha carreira de funcionário efetivo da CEDAE e professor da educação básica de forma concomitante.

Tenho plena certeza que minha formação acadêmica foi a grande responsável por esta história, vou iniciá-la pela CEDAE, onde consegui aprovações nos concursos realizados nos anos de 2002 e 2009, minha carreira é toda dedicada à área operacional da empresa, pois atuei efetivamente na operação de Estação de Tratamento de Água na Gerência do Médio Paraíba (2006-2009) e no laboratório de controle de qualidade da ETA Guandu (2010-2015), a partir de 2015 assumi a chefia de Coordenação de operação de tratamento da ETA Guandu, passando a ser responsável pelas operações unitárias dos processos físico-químicos do tratamento de água da maior ETA do mundo segundo Guinness Book. A partir de setembro de 2021 fui convidado pela alta direção da CEDAE a assumir função de gerente do sistema Guandu-Lameirão, indicado como membro representante da companhia na CTSB (Câmara Técnica de Saneamento Básico) do Comitê Guandu-RJ (Comitê da bacia hidrográfica) 2022-2023 e responsável técnico do controle ambiental do manancial de abastecimento público da Estação Guandu, junto ao CRQ-3 conforme a ART N°00036/2023, código validador: 2023-2191226200.

Como professor da educação básica, trabalhei em contrato temporário pela SEEDUC-RJ no ano de 2006, também em 2006 fui aprovado no concurso de professor da FEVRE (Fundação Educacional de Volta Redonda) autarquia municipal da prefeitura de Volta de Redonda-RJ que oferta Ensino Médio público, ministrando a disciplina de química no ano de 2007 até meados de 2008, pois em 2007 prestei o concurso público da SEEDUC-RJ e fui contratado em meados de 2008, agora em 2023 inicio meu 16° ano letivo consecutivo como professor de química da SEEDUC-RJ lotado no CEPRA (Colégio Estadual Presidente Rodrigues Alves) localizado no município de Paracambi-RJ.

Minha dupla jornada se resume em atuar como profissional da área de saneamento durante o dia e profissional da educação básica à noite, esses dois setores públicos se relacionam diretamente com a sociedade, meu desafio pessoal é criar uma ferramenta que traga benefícios para ambos os setores, almejando uma interface mais direta destes setores.

Se é possível obter água cavando o chão, se é possível enfeitar a casa, se é possível crer desta ou daquela forma, se é possível nos defendermos do frio ou do calor, se é possível desviar leitos de rios, fazer barragens, se é possível mudar o mundo que não fizemos, ou da natureza, por que não mudar o mundo que fazemos: o da cultura, o da história, o da política?

Paulo Freire

RESUMO

Costa, Wellis Rodrigo da Silva. **Metodologias educativas e de capacitação para melhoria da qualidade dos recursos hídricos**. 2023. 115 f. Dissertação (Programa de Mestrado Profissional em Química em Rede Nacional - PROFQUI). Instituto de Química, Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Seropédica, RJ, 2023.

A água é uma substância que nos convida a estudar as Ciências da Natureza e suas Tecnologias, os rios de cada região e suas características físicas, químicas e microbiológicas abrem um leque de oportunidades para atingir as metodologias orientativas da Agência Nacional de Águas e Saneamento (ANA), Programa das Nações Unidas para o Meio Ambiente (PNUMA), Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS) da ONU-Brasil agenda 2030, e os fundamentos estabelecidos para o Novo Ensino Médio brasileiro. Todo arcabouço desta pesquisa está focado no efeito do curso **Metodologias Educativas e de Capacitação para Melhoria da Qualidade dos Recursos Hídricos** nos participantes, que foi registrado na Biblioteca Nacional de Registros do Brasil (BNRB) como um curso livre de qualificação continuada para professores de Ciências da Natureza e Suas Tecnologias sob o código C6X9F562. O projeto da pesquisa foi aprovado pelo Comitê de Ética em Pesquisa através do parecer 5.675.655. A pesquisa foi realizada com 10 professores da SEEDUC-RJ lotados no Colégio Estadual Presidente Rodrigues Alves (CEPRA), localizado no município de Paracambi, região metropolitana do Estado do Rio de Janeiro. A abordagem da pesquisa é qualitativa, de natureza aplicada, com características exploratórias, onde os procedimentos adotados foram conduzidos por uma pesquisa-ação devido seu caráter participativo, impulso democrático e contribuição à mudança social. A fundamentação teórica deste trabalho está pautada em documentos oficiais da área de meio ambiente, onde a classificação da água dos rios de uma região é utilizada como uma reorientação do ensino, principalmente na área de química, sendo idealizado numa abordagem do pensamento sistêmico para o ensino Ciências da Natureza e convergente com a Pedagogia da Autonomia de Paulo Freire. A pesquisa realizada nesta dissertação de mestrado demonstra que a ferramenta metodológica desenvolvida impactou de forma positiva os professores pesquisados, contribuindo no desenvolvimento de sua autonomia, através do propósito de melhoria da qualidade da água de rios, aguçando a investigação científica e possibilitando uma visão sistêmica para enfrentar os desafios ambientais da atualidade.

Palavras-chave: Água, Ensino de Química, Pensamento sistêmico, Autonomia.

ABSTRACT

Costa, Wellis Rodrigo da Silva. **Educational and training methodologies to improve the quality of water resources**. 2023. 115 f. Dissertation (Programa de Mestrado Profissional em Química em Rede Nacional - PROFQUI). Instituto de Química, Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Seropédica, RJ, 2023.

Water is a substance that invites us to study the Natural Sciences and their Technologies, the rivers of each region and their physical, chemical and microbiological characteristics, open up a range of opportunities to achieve the guiding methodologies of the National Water and Sanitation Agency (Agência Nacional de Águas e Saneamento - ANA), United Nations Environment Program (UNEP), Sustainable Development Goals (SDGs) of the UN-Brazil 2030, and the foundations established for the New Brazilian High School. The entire framework of this research is focused on the effect of the course **Educational Methodologies and Training for Improving the Quality of Water Resources** on the participants, which was registered at the National Library of Records of Brazil (BNRB) as a free course of continuous qualification for teachers of Sciences Nature and Its Technologies under code C6X9F562. The research project was approved by the Research Ethics Committee through opinion 5,675,655. The research was carried out with 10 SEEDUC-RJ teachers working at Colégio Estadual Presidente Rodrigues Alves (CEPRA), located in the municipality of Paracambi, in the metropolitan region of the State of Rio de Janeiro. The research approach is qualitative, of an applied nature, with exploratory characteristics, where the adopted procedures were conducted by action research due to its participative character, democratic impulse, and contribution to social change. The theoretical basis of this work is based on official documents around the environment, where the classification of river water in a region is used as a reorientation of teaching, mainly in chemistry, being idealized in an approach of systemic thinking for teaching Natural Sciences and convergent with Paulo Freire's Pedagogy of Autonomy. The research carried out in this master's thesis demonstrates that the methodological tool developed had a positive impact on the researched teachers, contributing to the development of their autonomy, through the purpose of improving the quality of water in rivers, sharpening scientific research, and enabling a systemic vision for address today's environmental challenges.

Keywords: Water, Teaching Chemistry, Systemic thinking, Autonomy.

LISTA DE ABREVIACÕES

ABNT - Associação Brasileira de Normas Técnicas

AGEVAP - Associação Pró-Gestão das Águas da Bacia Hidrográfica do Rio Paraíba do Sul

ANA - Agência Nacional de Águas e Saneamento Básico

APR - Análise Preliminar de Riscos

AWWA - American Water Works Association

BNCC - Base Nacional Comum Curricular

CEDAE - Companhia Estadual de Águas e Esgotos

CEPRA - Colégio Estadual Presidente Rodrigues Alves

CERHI-RJ - Conselho Estadual de Recursos Hídricos do Estado do Rio de Janeiro

CONAMA - Conselho Nacional do Meio Ambiente

EMR - Ensino Médio Regular

EJA - Educação de Jovens e Adultos

INEA - Instituto Estadual do Ambiente do Estado do Rio de Janeiro

IQA - Índice de Qualidade das Águas

IET - Índice de Estado Trófico

MMA - Ministério do Meio Ambiente

MS - Ministério da Saúde

NEM - Novo Ensino Médio

ODS - Objetivos de Desenvolvimento Sustentável

OMS - Organização Mundial da Saúde

ONU - Organização das Nações Unidas

PNUMA - Programa das Nações Unidas para o Meio Ambiente

RH - Região Hidrográfica

SEEDUC-RJ - Secretaria Estadual de Educação do Rio de Janeiro

SUS - Sistema Único de Saúde

UFRRJ - Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro

WEB - é uma palavra inglesa que significa teia ou rede. O significado de *web* ganhou outro sentido com o aparecimento da internet. A web passou a designar a rede que conecta computadores por todo mundo, a World Wide Web (WWW).

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Itinerários Formativos: Divisão das quatro propostas na área do conhecimento Ciências da Natureza e suas Tecnologias para o EMR.....	17
Figura 2 – Itinerários Formativos: Divisão das quatro propostas na área do conhecimento Ciências da Natureza e suas Tecnologias para o EJA.....	17
Figura 3 – ODS no Brasil.....	18
Figura 4 – Adaptação esquematizada das recomendações do documento Cuidando das águas: soluções para melhorar a qualidade dos recursos hídricos ANA-PNUMA/2013.....	23
Figura 5 – Mapa conceitual para o tema “água”.....	26
Figura 6 – Exemplo de mapa conceitual que tem a “água” como tema central (tema gerador).....	27
Figura 7 – Trama de conteúdos relativa aos pesquisadores em: QA (Química Ambiental), QAG (Química das Águas), EA (Educação Ambiental) e dez professores da educação básica (P1, P2, P3, P4, P5, P6, P7, P8, P9 e P10).....	29
Figura 8 – – Trama de conteúdos relativa aos pesquisadores em EQ (Ensino de Química) e dez professores da educação básica (P1, P2, P3, P4, P5, P6, P7, P8, P9 e P10).....	30
Figura 9 – Características dos estudantes do CEPRA.....	36
Figura 10 – Professores do CEPRA ano letivo de 2022.....	37
Figura 11 – Regiões hidrográficas do Estado do Rio de Janeiro.	40
Figura 12 – Regiões hidrográficas e Regiões de Governo do Estado do Rio de Janeiro.....	41
Figura 13 - Principais aspectos do uso do solo de RH-II – Guandu.....	42
Figura 14 – Aspectos quantitativos do uso do solo de RH-II – Guandu.....	42
Figura 15 – Curso do rio Macaco no município de Paracambi-RJ.....	44
Figura 16 – Localização do Ponto de Coleta MC410 no rio Macaco, Paracambi-RJ.....	45
Figura 17 – Site do INEA.....	45
Figura 18 – PERH - 2017.....	48
Figura 19 – Meta de enquadramento rio Macaco – Paracambi-RJ (PERH - 2017).....	49
Figura 20 – Proposta de Representação Esquemática do Pensamento Sistêmico Centrado em Metodologias Educativas.	52
Figura 21 – Esquemático do Pensamento Sistêmico centrado em metodologias educativas aplicado no propósito de melhorar a educação.....	53
Figura 22 – Esquemático do Pensamento Sistêmico centrado em metodologias educativas aplicado no propósito melhorar a qualidade dos Recursos Hídricos.....	53

Figura 23 – Resultados da Questão 1 do Questionário (A), formação acadêmica dos Professores de Ciências da Natureza do CEPRA em 2022.....	54
Figura 24 – Percentual de Professores e Professoras de Ciências da Natureza do CEPRA em 2022.....	54
Figura 25 – Resultados da Questão 2 do Questionário (A), docentes do CEPRA, anos de atuação no magistério.	55
Figura 26 – Resultados da Questão 3 do Questionário (A), títulos acadêmicos dos Professores de Ciências da Natureza do CEPRA em 2022.	55
Figura 27 – Resultados da Questão 4 do Questionário (A) área de formação dos títulos acadêmicos de Pós-Graduação dos Professores de Ciências da Natureza do CEPRA em 2022.....	56
Figura 28 – Resultados da Questão 5 do Questionário (A), carga horária semanal dos professores de Ciências da Natureza no CEPRA em 2022.	56
Figura 29 – Resultados da Questão 1 dos Questionários (B1) e (B2), dos recursos hídricos de sua região (sua cidade), quais corpos hídricos você conhece?.....	57
Figura 30 – Resultados da Questão 2 dos Questionários (B1) e (B2), existem fontes poluidoras nos corpos hídricos de sua cidade?	58
Figura 31 – Resultados da Questão 3 dos Questionários (B1) e (B2), das fontes poluidoras dos corpos hídricos de sua cidade, quais você destacaria?.....	59
Figura 32 – Resultados da Questão 4 dos Questionários (B1) e (B2), como você classificaria a qualidade dos recursos hídricos de sua região?	60
Figura 33 – Resultados da Questão 5 dos Questionários (B1) e (B2) , sua resposta para a classificação da qualidade dos recursos hídricos de sua região é baseada em quê?.....	60
Figura 34 – Resultados da Questão 6 dos Questionários (B1) e (B2).....	61
Figura 35 – Resultados da Questão 7 dos Questionários (B1) e (B2).....	62
Figura 36 – Resultados da Questão 8 dos Questionários (B1) e (B2).....	63
Figura 37 – Resultados da Questão 9 dos Questionários (B1) e (B2).....	64
Figura 38 – Resultados da Questão 10 dos Questionários (B1) e (B2).....	65
Figura 39 – Relação de interdependência entre as áreas do conhecimento e as metodologias educativas sem atingir o propósito.....	66
Figura 40 – “Pensamento sistêmico centrado em metodologias educativas” através das “pontes do fazer”.....	67

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 – Elaboração, diversificação e escolha dos itinerários pelos estudantes.....	14
Quadro 2 – Objetivos dos Itinerários Formativos.....	15
Quadro 3 – Resultados esperados com os Itinerários Formativos.....	15
Quadro 4 – Eixos estruturantes dos Itinerários Formativos.....	15
Quadro 5 – Competências, conhecimento, habilidades e capacidade dos Itinerários Formativos.....	16
Quadro 6 – ANA/PNUMA esferas de atuação internacional.....	24
Quadro 7 – ANA/PNUMA esferas de atuação nacional.....	24
Quadro 8 – ANA/PNUMA esferas de atuação regional.....	25
Quadro 9 – ANA/PNUMA esferas de atuação local.....	25

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Status dos Indicadores do Objetivo 4 dos ODS Brasil, Agenda 2030.....	19
Tabela 2 – Status dos Indicadores do Objetivo 6 dos ODS Brasil, Agenda 2030.....	21
Tabela 3 – Pontos de coleta da rede de monitoramento do INEA na RH-II.....	43
Tabela 4 – Pesos dos parâmetros do IQA _{NSF}	46
Tabela 5 – Dados brutos IQA (Índice de Qualidade de Água) rio Macacos, ponto de amostragem MC410.....	47
Tabela 6 – Índice de Qualidade de Água associado a Classe CONAMA 357/2005.....	48
Tabela 7 – Classificação dos ambientes aquáticos em função do IET.....	50

SUMÁRIO

1 – INTRODUÇÃO.....	9
2 – REVISÃO DE LITERATURA	11
2.1 – Novo Ensino Médio	11
2.1.1 – Base Nacional Comum Curricular (BNCC)	12
2.1.2 – Itinerário Formativos	13
2.5 – Novo Marco Regulatório do Saneamento Brasileiro	22
2.6 – Soluções para Melhorar a Qualidade dos Recursos Hídricos	23
2.4 – Pedagogia da Autonomia	31
3 – OBJETIVOS	33
3.1 – Objetivo Geral.....	33
3.2 – Objetivos Específicos.....	33
4 – METODOLOGIA.....	33
4.1 – Abordagem Metodológica da Pesquisa.....	33
4.2 – Etapas prévias à Pesquisa.....	34
4.3 – Caracterização do Universo da Pesquisa	35
4.4 – Etapas Metodológicas da Pesquisa	37
4.5 – Instrumento de Coleta de Dados	38
4.6 – Desenvolvimento/Criação do Curso	38
4.7 – Análise dos Resultados Obtidos.....	38
5 – RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	39
5.1 – Resultados do Desenvolvimento do Curso	39
5.1.1 – ETAPA 1 - Entendimento sobre a Resolução CONAMA 357	39
5.1.2 – ETAPA 2 - Entendimento sobre a região hidrográfica na qual o grupo a ser pesquisado está inserido	39
5.1.3 – ETAPA 3 – Entendimento sobre ponto de amostragem e rede de monitoramento	43
5.1.4 – ETAPA 4 – Buscar fontes regulamentadas que apresentem os dados de parâmetros Físico-químicos e biológicos estabelecidos na Resolução CONAMA 357 ...	45
5.1.5 – ETAPA 5 – Correlacionar os dados obtidos na ETAPA 1 com os corpos hídricos da ETAPA 3 e estabelecer enquadramentos	48
5.1.6 – ETAPA 6 – Buscar fontes regulamentadas que apresentem diretrizes e propostas de enquadramento do corpo hídrico	48
5.1.7 – ETAPA 7 – Estabelecimento de condições ambientais	50
5.2 – O Pensamento Sistêmico Centrado em Metodologias Educativas	51
5.3 – Resultados Obtidos a partir dos Questionários da Pesquisa	54

6 – CONCLUSÕES	68
7 – REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	69
8 – APÊNDICE	72
8.1 – Caderno de Capacitação do Curso	72
8.2 – Questionário (A) do Curso.....	76
8.3 – Questionário (B1) do Curso	77
8.4 – Questionário (B2) do Curso.....	79
8.5 – Convite Enviado aos Pesquisados.....	81
8.6 – Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE)	82
9 – ANEXOS	85
9.1 – Parecer 5.675.655 emitido pelo Comitê Ética em Pesquisa do CCFEx (Centro de Capacitação Física do Exército).....	85
9.2 – Termo de Anuência do CEPRA.....	86
9.3 – Resolução CONAMA 357/2005	87

1 – INTRODUÇÃO

O tema recursos hídricos remete o pensamento humano de maneira instintiva às condições do meio ambiente e a substância água. Independente do lugar onde o ser humano esteja habitando, a água é um fator limitante para condições de sobrevivência e bem-estar social. Sendo assim, a água faz parte da vida, tanto em níveis macroscópicos, quanto microscópicos.

Para níveis macroscópicos podemos classificar a água utilizando os sentidos da visão, do olfato e do paladar, pois na natureza é comum a observação de água turva e colorida, água barrenta, água esverdeada, água escura ou água cristalina. A identificação de odores na água é comum, possibilitando “impressões” em nossa memória olfativa, pois podemos sentir o cheiro de maresia ou “cheiro do mar” e associá-lo ao gosto de água salgada. Outro exemplo é sentir o cheiro de água contaminada por fontes de origem antropogênica como esgotos domésticos e já imaginar uma “vala negra”, com lixo boiando e ambiente degradado.

Para níveis microscópicos a classificação da água depende de resultados analíticos de parâmetros físicos, químicos e microbiológicos. No Brasil, o Ministério do Meio Ambiente e Ministério da Saúde, através da Resolução CONAMA nº 357/2005 estabelece os padrões de qualidade dos corpos hídricos disponíveis na natureza. A interpretação dos parâmetros de qualidade da água é um convite ao estudo de ciências da natureza, fazendo com que a química tenha um papel de grande destaque neste processo.

As diversas possibilidades de classificação da água aguçam o aspecto investigativo e estabelece a necessidade de métodos específicos de caracterização. Parâmetros químicos como metais solúveis em água são expressos em miligrama por litro (mg/L), como por exemplo, ferro (Fe), cobre (Cu), chumbo (Pb) e outros.

A química auxilia também na classificação de parâmetros com aspectos macroscópicos, pois a cor das águas naturais é semelhante à produzida por soluções de cloroplatinato de potássio (K_2PtCl_6) acrescentado de pequenas quantidades de cloreto de cobalto ($CoCl_2$), a determinação da cor é feita por soluções de diferentes concentrações, onde o resultado da análise é representado por uC (unidade de cor) ou uH¹ (unidade de Hazen) que representam cor aparente e cor verdadeira, método colorimétrico 2120E (AWWA Standard Methods).

O ensino de Ciências da Natureza e suas Tecnologias em consonância com as metodologias orientativas da Agência Nacional de Águas e Saneamento (ANA) e Programa das Nações Unidas para o Meio Ambiente (PNUMA), convergem com os novos fundamentos

¹ A unidade de Hazen (uH) é uma homenagem ao físico e matemático iraquiano Abu-Ali Al-Hasan Ibn Al Haythan (Al-Hazen) pelos estudos desenvolvidos no campo da óptica. 1 unidade Hazen (uH) = 1 mg Pt-Co/L

estabelecidos pela Base Nacional Comum Curricular (BNCC-2018) e seus Itinerários Formativos. O estudo da água doce na natureza pode ser abordado de forma a gerar uma reorientação do ensino de química, utilizando suas classificações da água como foco temático, transformando professores e alunos em agentes conscientes sobre questões ambientais relacionadas aos recursos hídricos como estabelecido pela Organização das Nações Unidas (ONU), através dos Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS) para agenda Brasil 2030 e ao novo marco regulatório do saneamento brasileiro.

Nesse contexto, propomos aqui uma nova ferramenta orientativa organizada em um curso ministrado aos professores de Ciências da Natureza e suas Tecnologias atuantes na Secretaria de Educação do Estado do Rio de Janeiro (SEEDUC-RJ). A ferramenta orientativa proposta foi elaborada e validada por meio de sua aplicação a professores lotados no Colégio Estadual Presidente Rodrigues Alves – CEPRA, unidade Escolar 33038929-INEP, localizada no centro de Paracambi, município da região metropolitana do estado do Rio de Janeiro.

A ementa do curso é uma sequência lógica utilizando a interpretação e entendimento de documentos oficiais para regulação e controle de recursos hídricos; avaliação de dados e monitoramento de qualidade de água e sua classificação frente aos documentos oficiais; avaliação de metas futuras em relação a corpos hídricos de uma região; estabelecimento de uma conscientização sobre a sustentabilidade dos recursos hídricos através dos princípios da Pedagogia da Autonomia de Paulo Freire.

O ensino de química contextualizado nos recursos hídricos é uma forma de aguçar a investigação científica, sendo uma estratégia diferenciada para reorientar o ensino de química no ensino médio. Desenvolvendo no aluno habilidades no pensar e fazer científico, criando oportunidades para que seja capaz de compreender e resolver situações cotidianas, promovendo desenvolvimento local e melhoria da qualidade de vida da comunidade.

O novo ensino médio brasileiro define que as instituições de ensino devem garantir a oferta de mais de um Itinerário Formativo em cada município possibilitando aos alunos escolhas desde o 1º ano do Ensino Médio, assim como, a possibilidade de mudança em seu Itinerário Formativo.

Os professores devem ajudar os estudantes a identificar interesses, aptidões e objetivos, orientando o educando no desenvolvimento de autonomia, ajudando a conectar suas escolhas com seus projetos de vida.

2 – REVISÃO DE LITERATURA

2.1 – Novo Ensino Médio

A Lei nº 13.415/2017 alterou a Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional (LDB - 9394/96) e estabeleceu uma mudança na estrutura do ensino médio, ampliando o tempo mínimo do estudante na escola de 800 horas para 1.000 horas anuais (até 2022), ou seja, as escolas públicas e privadas tiveram até o ano de 2022 para ampliar em 200 horas a carga horária das aulas. O antigo ensino médio somava 2.400 horas nos três anos, isto é, 800 horas por ano, agora estão previstas três mil horas de aulas no período ao longo dos três anos, e definindo uma nova organização curricular, mais flexível, que contemple uma Base Nacional Comum Curricular (BNCC) e a oferta de diferentes possibilidades de escolhas aos estudantes, chamados de “Itinerários Formativos”, com foco nas áreas de conhecimento e na formação técnica e profissional. A mudança tem como objetivos garantir a oferta de educação de qualidade a todos os jovens brasileiros e de aproximar as escolas à realidade dos estudantes de hoje, considerando as novas demandas e complexidades do mundo do trabalho e da vida em sociedade.

Do total de três mil horas de aulas, 1.200 horas devem ser destinadas à oferta dos Itinerários Formativos, que é uma formação à parte da obrigatória onde o estudante pode escolher a área de conhecimento ou formação técnica para aprofundar os estudos a partir de suas preferências e intenções de carreira.

As escolas devem oferecer aos alunos pelo menos um “itinerário formativo”. As opções deverão ser organizadas por meio da oferta de diferentes arranjos curriculares com foco em:

- Linguagens e suas tecnologias;
- Matemática e suas tecnologias;
- Ciências da natureza e suas tecnologias;
- Ciências humanas e sociais aplicadas;
- Formação técnica e profissional.

As 1.800 horas restantes serão destinadas para a nova BNCC.

2.1.1 – Base Nacional Comum Curricular (BNCC)

É um conjunto de orientações que deverá nortear a (re)elaboração dos currículos de referência das escolas das redes públicas e privadas de ensino de todo o Brasil. A BNCC trará os conhecimentos essenciais, as competências, habilidades e as aprendizagens pretendidas para crianças e jovens em cada etapa da educação básica. A BNCC pretende promover a elevação da qualidade do ensino no país por meio de uma referência comum obrigatória para todas as escolas de educação básica, respeitando a autonomia assegurada pela Constituição aos entes federados e às escolas. A carga horária da BNCC deve ter até 1800 horas e a carga horária restante deverá ser destinada aos itinerários formativos, espaço de escolha dos estudantes.

A BNCC é um documento de caráter normativo que define o conjunto orgânico e progressivo de aprendizagens essenciais que todos os alunos devem desenvolver ao longo das etapas e modalidades da Educação Básica. A área de Ciências da Natureza, possibilita aos estudantes compreender conceitos fundamentais, estruturas explicativas, analisar características, fenômenos e processos relativos ao mundo natural e tecnológico, além dos cuidados pessoais e o compromisso com a sustentabilidade e a defesa do ambiente. O Novo Ensino Médio propõe que os estudantes possam construir e utilizar conhecimentos específicos da área para argumentar, propor soluções e enfrentar desafios locais e/ou globais, relativos às condições de vida e ao ambiente.

Em destaque, pode-se pontuar as dez competências gerais da BNCC (Ministério da Educação do Brasil disponível em http://basenacionalcomum.mec.gov.br/images/historico/BNCC_EnsinoMedio_embaixa_site_110518.pdf acessado em 05 de janeiro de 2021).

- conhecimento;
- pensamento científico, crítico e criativo;
- repertório cultural;
- comunicação;
- cultura digital;
- trabalho e projeto de vida;
- argumentação;
- autoconhecimento e autocuidado;
- empatia e cooperação;
- responsabilidade e cidadania.

2.1.2 – Itinerário Formativos

Os Itinerários Formativos são o conjunto de disciplinas, projetos, oficinas, núcleos de estudo, entre outras situações de trabalho, que os estudantes poderão escolher no ensino médio. Os Itinerários Formativos podem se aprofundar nos conhecimentos de uma área do conhecimento (Matemáticas e suas Tecnologias, Linguagens e suas Tecnologias, Ciências da Natureza e suas Tecnologias e Ciências Humanas e Sociais Aplicadas) e da formação técnica e profissional (FTP) ou mesmo nos conhecimentos de duas ou mais áreas e da FTP. As redes de ensino terão autonomia para definir quais os Itinerários Formativos irão ofertar, considerando um processo que envolva a participação de toda a comunidade escolar.

O aluno estudará ciências da natureza e suas tecnologias por meio de um olhar articulado da Biologia, da Física e da Química. Sendo um aprofundamento de conhecimentos estruturantes para aplicação de diferentes conceitos em contextos sociais e de trabalho, organizando arranjos curriculares que permitam um aprofundamento nas temáticas Matéria e Energia, Vida e Evolução e Terra e Universo. Os conhecimentos conceituais associados a essas temáticas constituem uma base que permite aos estudantes investigar, analisar e discutir situações-problema que surjam de diferentes contextos socioculturais, além de compreender e interpretar leis, teorias e modelos, aplicando-os na resolução de problemas individuais, sociais e ambientais. Dessa forma, os estudantes podem reelaborar seus próprios saberes relativos a essas temáticas, bem como reconhecer as potencialidades e limitações das Ciências da Natureza e suas Tecnologias.

Essa perspectiva está presente nas competências específicas e habilidades da área por meio do incentivo à leitura e análise de materiais de divulgação científica, à comunicação de resultados de pesquisas, à participação e promoção de debates, entre outros. Pretende-se, também, que os estudantes aprendam a estruturar discursos argumentativos que lhes permitam avaliar e comunicar conhecimentos produzidos, para diversos públicos, em contextos variados, utilizando diferentes mídias e tecnologias digitais de informação e comunicação (TDIC), e realizar propostas de intervenção pautadas em evidências, conhecimentos científicos e princípios éticos e socioambientalmente responsáveis. (BRASIL, Ministério da Educação. Disponível em: <<https://www.gov.br/mec/pt-br/novo-ensino-medio/itinerarios-formativos-do-novo-ensino-medio/ciencias-da-natureza-e-suas-tecnologias>>, publicado em 29/06/2021 às 15h37, acessado em 01 de julho de 2022).

Os quadros 1, 2, 3, 4 e 5 são de autoria própria, mas com base nas orientações do Ministério da Educação do Brasil e pelo site <https://porvir.org>. O Porvir é a principal plataforma de conteúdos e mobilização sobre inovações educacionais do Brasil, desde 2012, mapeia, produz e difunde referências para inspirar e apoiar transformações que garantam equidade e qualidade na educação a todos os estudantes brasileiros. Em 2019, após sete anos como um projeto do Instituto Inspirare, tornou-se uma organização autônoma e sem fins lucrativos.

Os quadros a seguir foram organizados de forma a apresentar itens ligados aos Itinerários Formativos, que é a parte flexível do currículo do Novo Ensino Médio, onde os estudantes “podem escolher” conforme seus interesses, aptidões e objetivos. Já as instituições de ensino “devem elaborar” propostas para Itinerários Formativos baseados nos eixos estruturantes, diversificação dos itinerários e impacto na vida dos estudantes para o desenvolvimento de competências, conhecimento, habilidades e capacidade.

Quadro 1 – Elaboração, diversificação e escolha dos itinerários pelos estudantes.

ITINERÁRIOS FORMATIVOS		
Elaboração dos Itinerários	Diversificação dos Itinerários	Escolha dos Itinerários pelos estudantes
Demandas e necessidades do mundo contemporâneo	Garantir oferta de mais de um Itinerário Formativo em cada município	Definir regras claras sobre o que e como podem escolher em relação ao currículo
Interesses, aptidões e perspectivas de futuro	Permitir que estudantes cursem mais de um Itinerário Formativo, de forma concomitante ou sequencial, durante ou após concluir o Ensino Médio, desde que haja disponibilidade de vaga	Garantir que tenham possibilidade de escolha desde o 1º ano do Ensino Médio
Contexto local	Ofertar atividades eletivas complementares aos Itinerário Formativo	Ajudá-los a identificar interesses, aptidões e objetivos e a conectar suas escolhas com seus projetos de vida
Capacidade das redes e escolas	Estabelecer parcerias com outras instituições de ensino credenciadas para oferta de cursos e outras atividades pedagógicas presenciais e a distância que enriqueçam os Itinerário Formativo (opcional)	Permitir que mudem de Itinerário Formativo e que aproveitem os estudos realizados no Itinerário anterior em caso de mudança

Fonte: Adaptação do MEC e <https://porvir.org/novo-ensino-medio-entenda-os-itinerarios-formativos/>redação de 11/04/2019.

Quadro 2 - Objetivos dos Itinerários Formativos.

Objetivos Gerais	Objetivos Específicos
Aprofundar e ampliar aprendizagens	Competências gerais, áreas do conhecimento e/ou formação técnica e profissional.
Consolidar formação integral	Desenvolvimento de autonomia para estudantes realizarem seus projetos de vida.
Promover valores universais	Ética, liberdade, democracia, justiça social, pluralidade, solidariedade e sustentabilidade.
Desenvolver habilidades	Visão de mundo ampla e heterogênea, capacidade de tomar decisões e agir.

Fonte: Adaptação do MEC e <https://porvir.org/novo-ensino-medio-entenda-os-itinerarios-formativos/redação de 11/04/2019>.

Quadro 3 - Resultados esperados com os Itinerários Formativos.

Impacto na vida dos estudantes	Objetivos Específicos
Continuidade dos estudos	Competências gerais, áreas do conhecimento e/ou formação técnica e profissional.
Atuação no mundo do trabalho	Desenvolvimento de autonomia para estudantes realizarem seus projetos de vida.
Resolução de demandas complexas da vida cotidiana	Ética, liberdade, democracia, justiça social, pluralidade, solidariedade e sustentabilidade.
Exercício da cidadania	Visão de mundo ampla e heterogênea, capacidade de tomar decisões e agir.

Fonte: Adaptação do MEC e <https://porvir.org/novo-ensino-medio-entenda-os-itinerarios-formativos/redação de 11/04/2019>.

Quadro 4 - Eixos estruturantes dos Itinerários Formativos.

Eixos estruturantes gerais	Eixos estruturantes específicos
Investigação Científica	Investigação da realidade por meio da realização de práticas e produções científicas
Processos Criativos	Idealização e execução de projetos criativos
Mediação e intervenção sociocultural	Envolvimento na vida pública via projetos de mobilização e intervenção sociocultural
Empreendedorismo	Criação de empreendimentos pessoais ou produtivos articulados ao projeto de vida

Fonte: Adaptação do MEC e <https://porvir.org/novo-ensino-medio-entenda-os-itinerarios-formativos/redação de 11/04/2019>.

Quadro 5 – Competências, conhecimento, habilidades e capacidade dos Itinerários Formativos.

ITINERÁRIOS FORMATIVOS			
Competências	Conhecimento	Habilidades	Capacidade
Investigação Científica	Conceitos fundamentais das ciências	Pensar e fazer científico	Compreender e resolver situações cotidianas para promover desenvolvimento local e melhoria da qualidade de vida da comunidade
Processos Criativos	Arte, cultura, mídia, ciências e suas aplicações	Pensar e fazer criativo	Expressar-se criativamente e/ou construir soluções inovadoras para problemas da sociedade e do mundo do trabalho
Mediação e intervenção sociocultural	Questões que afetam a vida dos seres humanos e do planeta	Convivência e atuação sociocultural e ambiental	Medir conflitos e propor soluções para problemas da comunidade
Empreendedorismo	Mundo do trabalho e gestão de iniciativas empreendedoras	Autoconhecimento, empreendedorismo e projeto de vida	Estruturar iniciativas empreendedoras que fortaleçam sua atuação como protagonistas de sua trajetória.

Fonte: Adaptação do MEC e <https://porvir.org/novo-ensino-medio-entenda-os-itinerarios-formativos/> redação de 11/04/2019.

No ano 2022, através da Resolução N° 6.069, de 29 de março de 2022, a SEEDUC-RJ desenvolveu a construção das propostas de Itinerários Formativos para sua rede, que foram consolidadas por um grupo de trabalho composto por professores e um comitê com representantes de outros setores da SEEDUC e da sociedade civil. As propostas foram validadas pelas unidades escolares, através de uma pesquisa com formulários eletrônicos concluída em 08/07/2022, onde 1.103 (mil cento e três) das 1.155 (mil cento e cinquenta e cinco) unidades participaram ativamente, representando assim 95,5% das unidades escolares estaduais que ofertam ensino médio no Rio de Janeiro.

Os resultados foram divididos em categorias, Ensino Médio Regular (EMR) (Figura 1) e Educação de Jovens e Adultos (EJA) (Figura 2), destaca-se aqui a área do conhecimento Ciências da Natureza e suas Tecnologias.

Ensino Médio Regular (EMR)

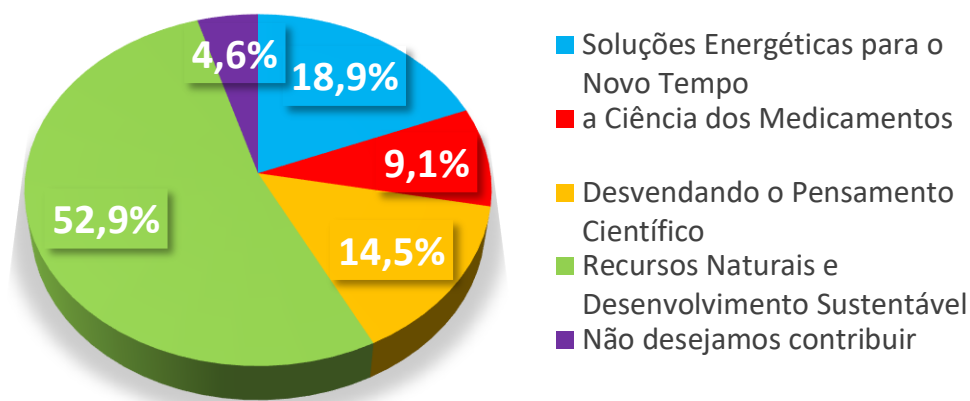


Figura 1 – Itinerários Formativos: Divisão das quatro propostas na área do conhecimento Ciências da Natureza e suas Tecnologias para o EMR. Fonte: SEEDUC-RJ

Trabalhar com recursos naturais e desenvolvimento sustentável é o tema mais desejado pelas unidades escolares da SEEDUC-RJ para desenvolver os itinerários formativos no ano letivo de 2023 pela área de ciências da natureza e suas tecnologias.

Educação de Jovens e Adultos (EJA)

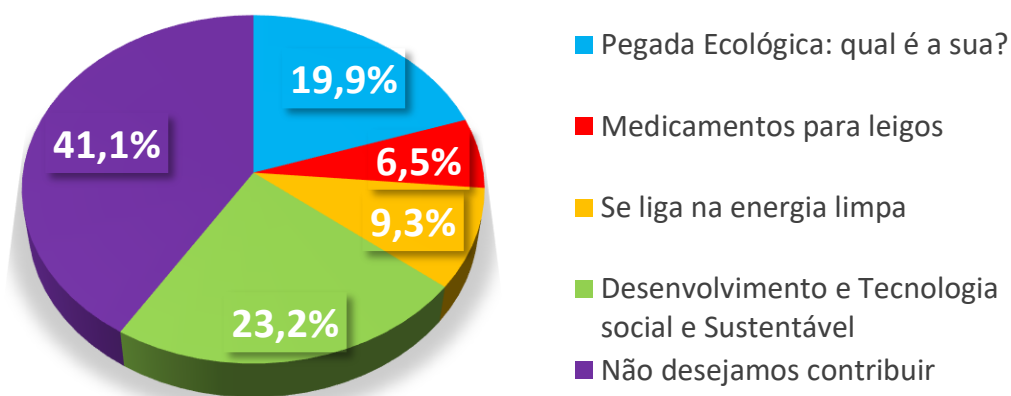


Figura 2 – Itinerários Formativos: Divisão das quatro propostas na área do conhecimento Ciências da Natureza e suas Tecnologias para o EJA. Fonte: SEEDUC-RJ

A Figura 2 demonstra que 41,1% das unidades escolares pesquisadas preferiram não contribuir com a pesquisa, mas 23,2% optaram pelo tema que está associado ao tema desenvolvimento sustentável. Observando a elevada participação das unidades escolares e

considerando-se a participação em relação ao ensino médio, seja no EMR ou no EJA, destaca-se a opção pela área de recursos naturais e desenvolvimento sustentável. Sendo assim, o tema recursos hídricos constitui-se numa oportunidade para o atendimento aos anseios que emergiram da pesquisa da SEEDUC-RJ.

2.4 – Objetivos de Desenvolvimento Sustentável no Brasil

As Nações Unidas, apoiam os Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS) no Brasil, são 17 objetivos ambiciosos e interconectados que abordam os principais desafios de desenvolvimento enfrentados por pessoas no Brasil e no mundo.

A Figura 3 demonstra os objetivos para os quais as Nações Unidas estão contribuindo a fim de que possamos atingir a Agenda 2030 no Brasil.



Figura 3 – ODS no Brasil. Fonte: <<https://odsbrasil.gov.br/relatorio/sintese>> acessado em 12 de novembro de 2022).

Dentro os objetivos apresentados pela ONU através dos ODS Brasil, esta dissertação pretende contribuir com os Objetivos 4 e 6, pois tratam dos temas Educação de Qualidade e Água Potável e Saneamento, respectivamente.

O objetivo 4 é relacionado à educação de qualidade e propõem que devemos assegurar a educação inclusiva e equitativa e de qualidade, e promover oportunidades de aprendizagem ao longo da vida para todos.

Dentre os diversos itens da agenda 2030 dos ODS Brasil, o objetivo 4 visa garantir que todos os alunos adquiram conhecimentos e habilidades necessárias para promover o desenvolvimento sustentável, inclusive, entre outros, por meio da educação para o desenvolvimento sustentável e estilos de vida sustentáveis, direitos humanos, igualdade de gênero, promoção de uma cultura de paz e não violência, cidadania global e valorização da diversidade cultural e da contribuição da cultura para o desenvolvimento sustentável.

Os ODS são um apelo global à ação para acabar com a pobreza, proteger o meio ambiente e o clima e garantir que as pessoas, em todos os lugares, possam desfrutar de paz e de prosperidade.

A ONU criou indicadores específicos para cada objetivo, numa visão global, os países devem analisar e construir os indicadores propostos, pois através da gestão dos dados gerados buscar a ação finalística dos Objetivos de Desenvolvimento Sustentável, as tabelas 1 e 2 apresentam os indicadores dos Objetivos 4 e 6 respectivamente, assim como, seus estágios de elaboração.

Tabela 1 – Status dos Indicadores do Objetivo 4, Agenda 2030.

Status dos Indicadores do Objetivo 4		
Indicador	Status	Data Atualização
Indicador 4.c.1: Proporção de professores que receberam a qualificação mínima exigida, por nível de ensino.	Produzido	12/07/2021
Indicador 4.b.1: Volume dos fluxos de ajuda oficial ao desenvolvimento para bolsas de estudo por área e tipo de estudo.	Não se aplica ao Brasil	
Indicador 4.a.1: Proporção de escolas com acesso a: (a) eletricidade; (b) internet para fins pedagógicos; (c) computadores para fins pedagógicos; (d) infraestrutura e materiais adaptados para alunos com deficiência; (e) água potável; (f) instalações sanitárias separadas por sexo; e (g) instalações básicas para lavagem das mãos.	Produzido	05/08/2022

Indicador 4.7.1: Grau em que a (i) a educação para a cidadania global e (ii) a educação para o desenvolvimento sustentável são integradas nas (a) políticas nacionais de educação; (b) currículos escolares; (c) formação de professores; e (d) avaliação de estudantes.	Em análise/construção	
Indicador 4.6.1: Percentual da população de determinado grupo etário que atingiu pelo menos o nível mínimo de proficiência em (a) leitura e escrita e (b) matemática, por sexo.	Sem dados	
Indicador 4.5.1: Índices de paridade (mulher/homem, rural/urbano, 1º/5º quintis de renda e outros como população com deficiência, populações indígenas e populações afetadas por conflitos, à medida que os dados estejam disponíveis) para todos os indicadores nesta lista que possam ser desagregados.	Produzido	09/11/2022
Indicador 4.4.1: Proporção de jovens e adultos com habilidades em tecnologias de informação e comunicação (TIC), por tipo de habilidade.	Sem dados	
Indicador 4.3.1: Taxa de participação de jovens e adultos na educação formal e não formal, nos últimos 12 meses, por sexo.	Sem dados	
Indicador 4.2.2: Taxa de participação no ensino organizado (um ano antes da idade oficial de ingresso no ensino fundamental), por sexo.	Produzido	01/11/2022
Indicador 4.2.1: Proporção de crianças com idade entre 24-59 meses que estão com desenvolvimento adequado da saúde, aprendizagem e bem-estar psicossocial, por sexo.	Sem dados	
Indicador 4.1.2: Taxa de conclusão do ensino fundamental e ensino médio.	Produzido	03/11/2021
Indicador 4.1.1: Proporção de crianças e jovens: (a) nos segundo e terceiro anos do ensino fundamental; (b) no final dos anos iniciais do ensino fundamental; e c) no final dos anos finais do ensino fundamental, que atingiram um nível mínimo de proficiência em (i) leitura e (ii) matemática, por sexo.	Em análise/construção	

Fonte: ODS no Brasil. Fonte: <<https://odsbrasil.gov.br/relatorio/sintese>> acessado em 12/11/2022.

Cada indicador possui conceitos e definições estabelecidos, assim como, fórmula de cálculo, unidade de medida, abrangência, nível de desagregação, população alvo, periodicidade, série histórica, instituição produtora com contatos e disponibilização dos dados.

O objetivo 6 é relacionado à água potável e saneamento, ou seja, o uso das águas interiores, também classificadas simplesmente como água doce e salobras, diferentemente do objetivo 14 – Vida na Água, que aborda os temas de ecossistemas aquáticos, com destaque aos seres que vivem na água salgada dos oceanos e mares.

O objetivo 6 propõem que devemos assegurar a disponibilidade e gestão sustentável da água e saneamento para todos, definindo que até 2030 deve-se melhorar a qualidade da água, reduzindo a poluição, eliminando despejo e minimizando a liberação de produtos químicos e

materiais perigosos, reduzindo à metade a proporção de águas residuais não tratadas e aumentando substancialmente a reciclagem e reutilização segura globalmente. Implementar a gestão integrada dos recursos hídricos em todos os níveis, inclusive via cooperação transfronteiriça, conforme apropriado, proteger e restaurar ecossistemas relacionados com a água, incluindo montanhas, florestas, zonas úmidas, rios, aquíferos e lagos.

Destaca-se a necessidade de apoiar e fortalecer a participação das comunidades locais, para melhorar a gestão da água e do saneamento. A Tabela 2 demonstra que todos os indicadores do objetivo 6 foram produzidos até o final de 2022.

Tabela 2 – Status dos Indicadores do Objetivo 6, Agenda 2030. Fonte: ODS Brasil

Status dos Indicadores do Objetivo 6		
Indicador	Status	Data Atualização
Indicador 6.b.1: Proporção das unidades administrativas locais com políticas e procedimentos estabelecidos e operacionais para a participação das comunidades locais na gestão de água e saneamento	Produzido	08/07/2019
Indicador 6.a.1: Montante de ajuda oficial ao desenvolvimento na área da água e saneamento, inserida num plano governamental de despesa	Produzido	16/11/2022
Indicador 6.6.1: Alteração na extensão dos ecossistemas relacionados a água ao longo do tempo	Produzido	15/07/2019
Indicador 6.5.2: Proporção das áreas de bacias hidrográficas transfronteiriças abrangidas por um acordo operacional para cooperação hídrica	Produzido	04/07/2022
Indicador 6.5.1: Grau de implementação da gestão integrada de recursos hídricos (0-100)	Produzido	19/05/2022
Indicador 6.4.2: Nível de stress hídrico: proporção das retiradas de água doce em relação ao total dos recursos de água doce disponíveis	Produzido	14/10/2022
Indicador 6.4.1: Alteração da eficiência no uso da água ao longo do tempo	Produzido	27/12/2019
Indicador 6.3.2: Proporção de corpos hídricos com boa qualidade ambiental	Produzido	14/10/2022
Indicador 6.3.1: Proporção do fluxo de águas residuais doméstica e industrial tratadas de forma segura	Produzido	19/10/2022
Indicador 6.2.1: Proporção da população que utiliza (a) serviços de saneamento gerenciados de forma segura e (b) instalações para lavagem das mãos com água e sabão	Produzido	21/07/2020
Indicador 6.1.1: Proporção da população que utiliza serviços de água potável gerenciados de forma segura	Produzido	07/11/2019

Fonte: ODS no Brasil. Fonte: <<https://odsbrasil.gov.br/relatorio/sintese>> acessado em 12/11/2022.

2.5 – Novo Marco Regulatório do Saneamento Brasileiro

O saneamento básico dos municípios brasileiros impacta diretamente na qualidade dos recursos hídricos, segundo o Atlas Esgotos da Agência Nacional de Águas (ANA) e a Secretaria Nacional de Saneamento Ambiental, em 2022 no Brasil, apenas 43% da população possui esgoto coletado e tratado e 12% utilizam-se de fossa séptica (solução individual), ou seja, 55% possuem tratamento considerado adequado; 18% têm seu esgoto coletado e não tratado, o que pode ser considerado como um atendimento precário; e 27% não possuem coleta nem tratamento, isto é, sem atendimento por serviço de coleta sanitário.

A Constituição Federal Brasileira em seu Artigo 225 estabelece 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.

O novo marco regulatório do saneamento brasileiro é regido pela Lei nº 14.026, de 15 junho de 2020 e estabelece que até 2033, 99% da população brasileira tenha acesso à água potável e 90% a tratamento e coleta de esgotos.

Para Paulo de Bessa Antunes, meio ambiente é:

Um bem jurídico autônomo e unitário, que não se confunde com os diversos bens jurídicos que o integram. Não é um simples somatório de flora e fauna, de recursos hídricos e recursos minerais. Resulta da supressão de todos os componentes que, isoladamente, podem ser identificados, tais como florestas, animais, ar etc. Meio ambiente é, portanto, uma *res communes omnium*, uma coisa comum a todos, que pode ser composta por bens pertencentes ao domínio público ou privado. (2006, p.240-241).

O meio ambiente é definido por José Afonso da Silva, como:

Um conjunto de elementos naturais e culturais, cuja sua interação constitui e condiciona o *meio* em que se vive. (...) O conceito de meio ambiente há de ser, pois, globalizante, abrange toda a natureza original e artificial, bem com os bens culturais correlatos, compreendendo, portanto, o solo, a água, o ar, a flora, as belezas naturais, o patrimônio histórico, artístico, turístico, paisagístico e arqueológico. (2010, p. 18).

2.6 – Soluções para Melhorar a Qualidade dos Recursos Hídricos

A ANA (Agência Nacional de Águas e Saneamento do Brasil) em conjunto com o PNUMA (Programa das Nações Unidas para o Meio Ambiente) desenvolveu um documento denominado Cuidando das águas: Soluções para melhorar a qualidade dos recursos hídricos.

Metodologicamente, o documento recomenda a utilização de uma matriz de solução por escala, cujo objetivo é promover mudanças sociais, inclusive por meio do emprego de ferramentas de educação e capacitação.

A Figura 4 é uma maneira adaptada e simplificada para resumir as ações recomendadas pela ANA/PNUMA e suas interações nos diferentes níveis.



Figura 4 – Adaptação esquematizada das recomendações do documento Cuidando das águas: soluções para melhorar a qualidade dos recursos hídricos ANA-PNUMA/2013. Fonte: Figura desenvolvida pelo autor

A ordem sequencial do documento Cuidando das águas: soluções para melhorar a qualidade dos recursos hídricos demonstra de forma evidente que a educação é uma das principais formas de promover mudanças sociais. A partir deste conceito a ferramenta metodológica desenvolvida nesta dissertação de mestrado se apresenta como uma maneira de alcançar os ODS e matriz de solução por escala da ANA/PNUMA, pois foi elaborada para que os professores da prática docente de ensino de ciências da natureza, tenham uma interface

temática embasada nos recursos hídricos, visando desenvolver nestes indivíduos conscientização para melhoria da qualidade da água de sua região.

A matriz recomendada pela ANA/PNUMA apresenta uma proposta de solução por escala, estabelecendo relações entre as esferas de atuação (nível internacional, nacional, comitê de bacias, domicílios e/ou comunidades) e as ações de educação e/ou capacitação, com base em documentos oficiais da legislação ambiental brasileira e nos dados gerados pelos monitoramentos de recursos hídricos de uma região.

As propostas da matriz recomendada pela ANA/PNUMA orientaram os percursos metodológicos desta pesquisa de mestrado, onde o referencial teórico básico dos marcos legais da legislação brasileira na temática recursos hídricos e saneamento serviram de fonte documental para o estabelecimento de ações relacionadas à Educação/capacitação e Dados/monitoramento conforme apresentados nos quadros 6, 7, 8 e 9.

Quadro 6 – ANA/PNUMA esferas de atuação internacional.

INTERNACIONAL	
Educação e capacitação	<ul style="list-style-type: none"> • Ampliar campanhas globais de educação e conscientização; • Promover a igualdade de gênero na tomada de decisões e nos processos participativos
Dados e monitoramento	<ul style="list-style-type: none"> • Criar, em nível internacional, protocolos de dados, em formatos padronizados e com arranjos de compartilhamento; • Criar padrões e um cronograma recomendado para o monitoramento. • Aumentar a participação dos países em desenvolvimento e países em transição econômica no monitoramento, na avaliação e nos informes sobre a qualidade da água; • Desenvolver acessos livres a dados de satélite, dados adequados para o monitoramento da qualidade de águas interiores e costeiras em países desenvolvidos e em desenvolvimento; • Monitorar a qualidade da água em escalas de longo prazo e em escalas espaciais amplas.

Fonte: Adaptação do documento Cuidando das águas: soluções para melhorar a qualidade dos recursos hídricos / Agência Nacional de Águas (ANA), Programa das Nações Unidas para o Meio Ambiente (PNUMA). 2ªed. Brasília, 2013.

Quadro 7 – ANA/PNUMA esferas de atuação nacional.

NACIONAL	
Educação e capacitação	<ul style="list-style-type: none"> • Desenvolver capacidades de gestão de recursos hídricos por meio de programas de educação formal voltados para a capacitação de futuros especialistas, tomadores de decisão, planejadores e para o público em geral;

	<ul style="list-style-type: none"> • Realizar campanhas de conscientização para o público em geral e formuladores de tomadores de decisão, planejadores e para o público em geral. • Realizar campanhas de conscientização para o público em geral e formuladores de políticas.
Dados e monitoramento	<ul style="list-style-type: none"> • Monitorar principais indicadores da qualidade da água e do ecossistema para identificar a efetividade de medidas jurídicas e outras medidas; • Avaliar a qualidade de água junto aos ecossistemas de forma a identificar as necessidades mínimas de água desses ecossistemas; • Desenvolver capacidades nacionais de coleta, gerenciamento e análise de informações sobre a qualidade da água; • Avaliar as conexões existentes entre a qualidade e a quantidade da água; • Financiar e publicar pesquisas que apresentem uma séria estatística histórica para estabelecer as linhas de base, sazonalidade e tendências; • Melhorar as tecnologias de monitoramento, tais como a medição em tempo real da qualidade da água; ampliação da quantidade e dos tipos de indicadores que são monitorados; • Promover ferramentas e tecnologias de coleta de amostragem confiáveis de baixo custo e rápidas.

Fonte: Adaptação do documento Cuidando das águas: soluções para melhorar a qualidade dos recursos hídricos / Agência Nacional de Águas (ANA), Programa das Nações Unidas para o Meio Ambiente (PNUMA). 2ªed. Brasília, 2013.

Quadro 8 – ANA/PNUMA esferas de atuação regional.

COMITÊ DE BACIAS HIDROGRÁFICAS	
Educação e capacitação	<ul style="list-style-type: none"> • Definir um nível estratégico para aumento da conscientização acerca dos impactos de atos individuais na qualidade da água
Dados e monitoramento	<ul style="list-style-type: none"> • Desenvolver capacidades regionais para coletar, administrar e analisar informações sobre a qualidade da água

Fonte: Adaptação do documento Cuidando das águas: soluções para melhorar a qualidade dos recursos hídricos / Agência Nacional de Águas (ANA), Programa das Nações Unidas para o Meio Ambiente (PNUMA). 2ªed. Brasília, 2013.

Quadro 9 – ANA/PNUMA esferas de atuação local.

DOMICÍLIO/COMUNIDADE	
Educação e capacitação	<ul style="list-style-type: none"> • Estabelecer a conexão entre comportamentos individuais e da comunidade e os impactos na qualidade da água e desenvolver as capacidades de efetuar melhorias em saneamento e tratamento dos efluentes e da água potável.
Dados e monitoramento	<ul style="list-style-type: none"> • Rever os dados fornecidos; • Contribuir para soluções

Fonte: Adaptação do documento Cuidando das águas: soluções para melhorar a qualidade dos recursos hídricos / Agência Nacional de Águas (ANA), Programa das Nações Unidas para o Meio Ambiente (PNUMA). 2ªed. Brasília, 2013.

2.3 – O Tema Água no Ensino

A Figura 5 faz parte do trabalho, **A água como tema gerador do conhecimento químico**, QUADROS (2004) trata da água em uma visão mais voltada para natureza e as problemáticas que envolvem o tema água, para possibilitar aos alunos o desenvolvimento de conhecimento químico, abordando conteúdos programáticos do ensino de química no ensino médio.

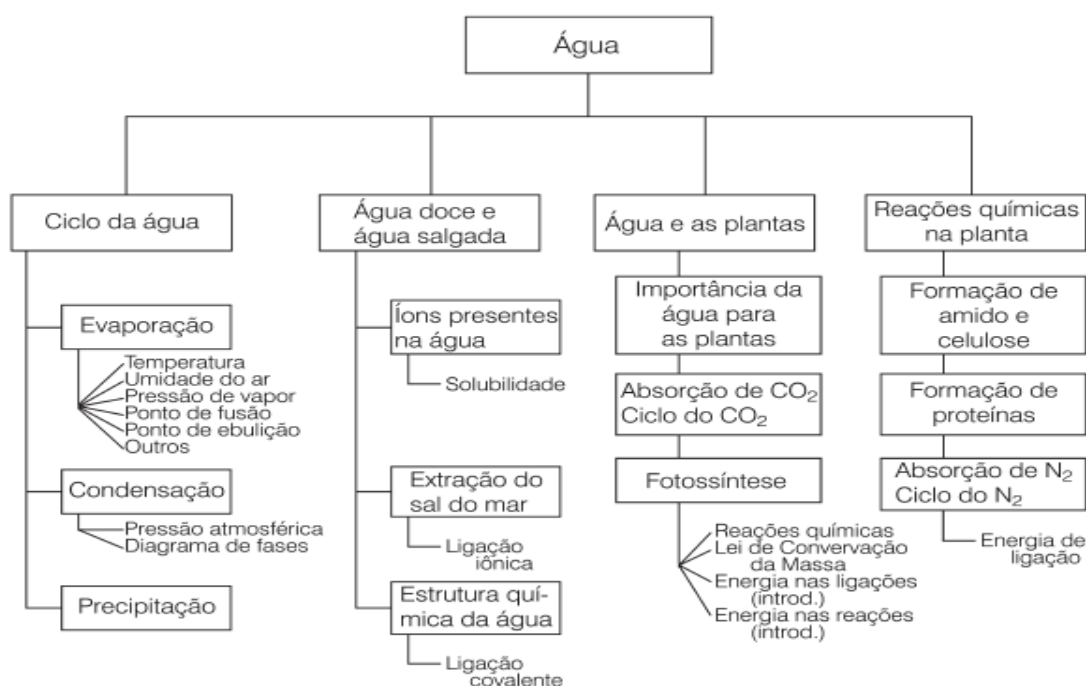


Figura 5 – Mapa conceitual para o tema “água”. Fonte: QUADROS (2004).

No trabalho **Educação ambiental no ensino de Química: a “água” como tema gerador**, SANTOS e RODRIGUES (2018) apresentam na Figura 6 que os recursos hídricos permitem abordar conteúdos químicos e ampliá-los com a exploração de aspectos socioambientais, contudo, ao tratar do assunto *despoluir é possível?* Os autores destacam realidades que podem não ter representação significativa para a maioria de professores e alunos, pois tratam de locais distantes na Europa e centros urbanos dos estados do Rio de Janeiro e São Paulo.

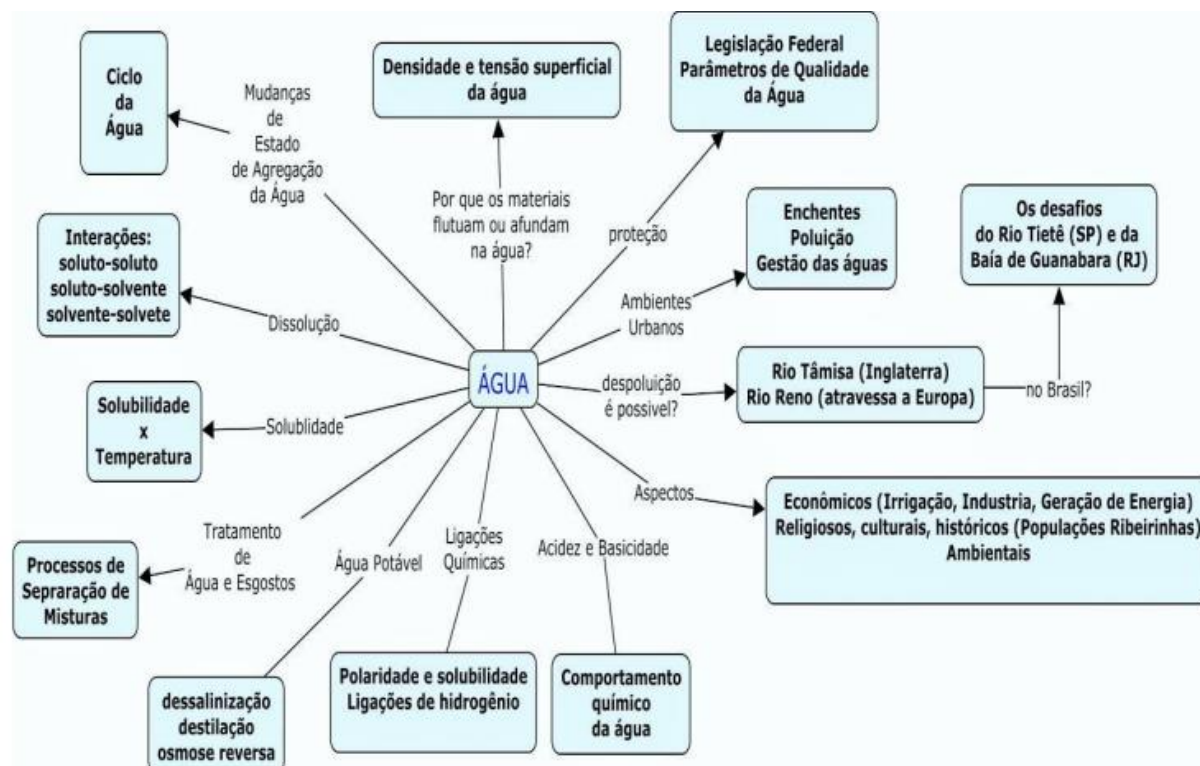


Figura 6 – Exemplo de mapa conceitual que tem a “água” como tema central (tema gerador). Fonte: SANTOS e RODRIGUES (2018).

No trabalho, **A água como tema gerador do conhecimento químico: Construindo Um Ensino-Aprendizado Contextual e Cidadão no Ensino de Química**, Ribeiro et al. (2021), propuseram o tema água como tema gerador do conhecimento químico para construção de um ensino-aprendizado contextual e cidadão, onde neste contexto evidenciaram que as práticas educacionais desenvolvidas durante as intervenções oportunizaram aprendizagens significativas no processo de ensino aprendizagem de Química e auxiliaram a formação de cidadãos críticos e reflexivos frente à problemática dos recursos hídricos apresentada atualmente, considerando que os sujeitos necessitam ser capazes de intervir de modo responsável no meio onde está inserido.

Segundo TORRALBO (2009), a água deveria ser um objeto de estudo no ensino médio, em que fossem enfatizadas questões relativas à importância desse recurso para o ser humano, à distribuição, ao tratamento e à qualidade. Nesse sentido, aponta para um enfoque interdisciplinar e contextualizado socialmente, destacando a visão de pesquisadores e de professores de Química.

A contribuição dos especialistas pode nos revelar os conhecimentos importantes sobre a água que as pessoas deveriam ter, de maneira a contribuir com o exercício de sua cidadania. Assim, nossos alunos, ao terminarem o ensino médio deveriam saber sobre a disponibilidade de água no planeta, seu papel na manutenção da vida e da saúde, os usos que a sociedade faz dos padrões de qualidade e o tratamento que a água recebe ou deveria receber, seu custo, suas etapas e seus benefícios.

No ensino desses conhecimentos, deveria ser discutida e enfatizada a responsabilidade que individualmente cada um tem, de zelar pela qualidade da água e pelo seu uso controlado.

Quanto às atitudes coletivas são apontadas pelos pesquisadores, porém com menos ênfase, sendo citado, por exemplo, que projetos deveriam ser realizados na escola em parceria com a comunidade, visando à construção de atitudes de responsabilidade e respeito.

Os professores de Química participantes desta pesquisa atribuem importância ao tema, sendo que nenhum revelou um enfoque apenas no conteúdo, mas se pode perceber:

- Ausência de abordagem mais problematizadora, mais contextualizada socialmente;
- ênfase em uma abordagem centrada no desenvolvimento de conceitos, tendo a temática da água mais como um pretexto, do que um objeto de estudo;
- Pouca valorização de aspectos atitudinais, sejam esses individuais ou coletivos.

Os professores, de maneira geral, estão presos a uma sequência de organização de conteúdos tradicionais, que os pesquisadores identificam como relação de subordinação, ao ensino tradicionalmente realizado em nossas escolas. Assim, consideramos que a temática água ainda não é explorada nas escolas, contribuindo pouco para que o aluno entenda de maneira mais ampla e profunda tal temática e tenha conhecimentos que lhe permita refletir sobre suas próprias atitudes e tomar decisões sobre mudá-los ou não.

Os professores, de maneira geral, também apresentam uma multiplicidade de visões de acordo com os aspectos da temática abordada. A visão ecologista, entretanto, é a menos compartilhada entre os professores, que pouco tratam de situações políticas e econômicas relacionadas à água. (Torrallbo, 2009, p. 10 e 11).

A pesquisa de TORRALBO (2009) buscou investigar como os professores de Química do Ensino Médio abordam esse tema em suas aulas, e conhecer as visões de especialistas sobre os conhecimentos relevantes que a sociedade, de maneira geral, deveria ter sobre a água, bem como o que deveria ser ensinado dessa temática na escola. Na Figura 7 pode-se observar que a autora coletou dados entre 17 pesquisadores do ensino superior, divididos da seguinte forma:

6 pesquisadores em Química Ambiental (QA);

6 pesquisadores em Química das Águas (QAG);

5 pesquisadores em Educação Ambiental (EA);

Os dados também foram coletados com Professores da educação básica, sendo eles, 10 professores de Química do Ensino Médio.

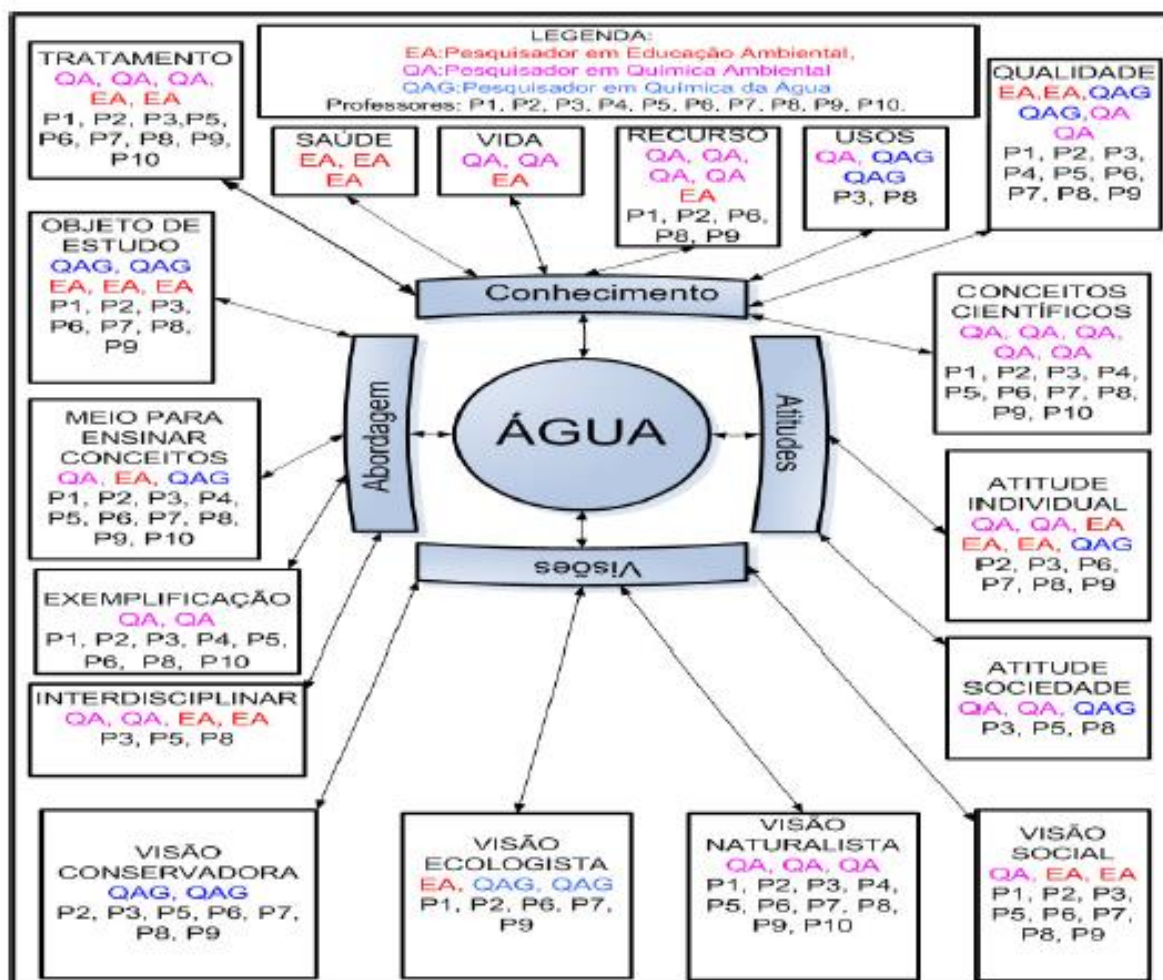


Figura 7 – Trama de conteúdos relativa aos pesquisadores em: QA (Química Ambiental), QAG (Química das Águas), EA (Educação Ambiental) e dez professores da educação básica (P1, P2, P3, P4, P5, P6, P7, P8, P9 e P10). Fonte: TORRALBO (2009)

A pesquisa de Daniele Torralbo fornece elementos para uma reflexão sobre a importância do tema água, a autora faz uma crítica construtiva sobre o modo com que os professores de química abordam esse tema, em sua conclusão ela cita:

A água é um tema de suma importância, que deveria ser abordado na escola. Assim, é importante que se identifiquem conteúdos e metodologias que permitam uma educação que transcenda a escola e se revele em atitudes pró-ambientais, individuais e coletivas. (Torralbo, 2009, p. 20).

Na Figura 8 pode-se observar que a autora coletou dados entre 5 pesquisadores do ensino superior da área de EQ (Ensino de Química), também foram coletados dados com 10 professores da educação básica de forma similar a Figura 7.

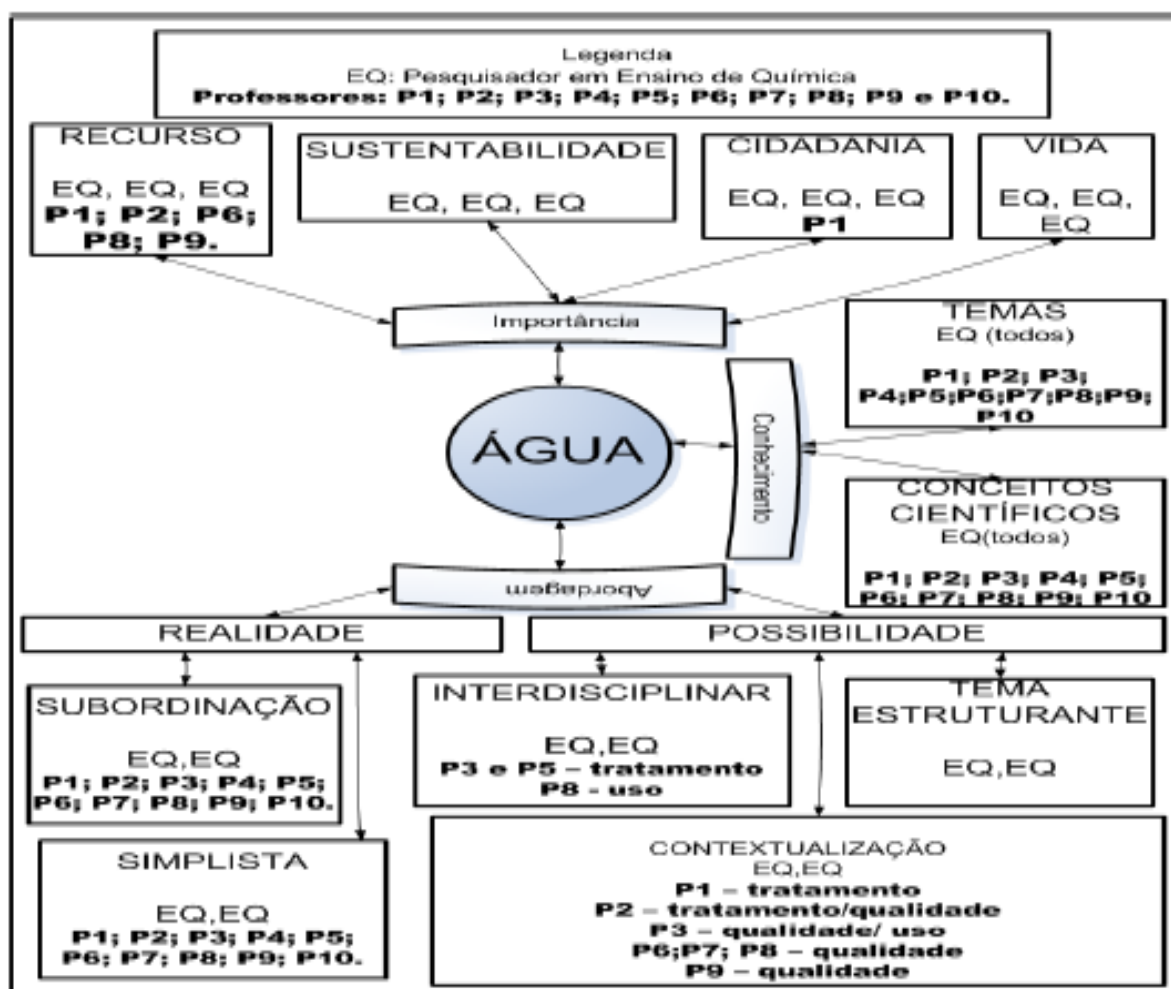


Figura 8 – Trama de conteúdos relativa aos pesquisadores em EQ (Ensino de Química) e dez professores da educação básica (P1, P2, P3, P4, P5, P6, P7, P8, P9 e P10). Fonte: TORRALBO (2009)

Os autores anteriormente citados demonstram que os professores utilizaram o tema água como foco central de seus estudos, tema gerador para alcançar conteúdos programáticos do ensino de química ou educação ambiental.

Diferentemente das pesquisas aqui apresentadas, nossa trabalho visa benefícios diretos aos professores participantes através da aplicação do produto desta dissertação de mestrado que é o curso C6X9F562 - Metodologias educativas e de capacitação para melhoria da qualidade dos recursos hídricos, criando possibilidades para uma nova abordagem do ensino de química, baseada no pensamento sistêmico do ensino Ciências da Natureza centrado em um propósito, utilizando áreas do conhecimento e uma ferramenta metodológica educativa que seja capaz de atingir esse propósito.

2.4 – Pedagogia da Autonomia

Paulo Freire (1921-1997) foi um grande pensador, educador e escritor brasileiro. Em sua última obra, intitulada *Pedagogia da Autonomia*, o autor convida o leitor a realizar uma reflexão sobre o que é ensinar, considerando a autonomia do educando e do professor, assim como, uma forma de construir esta relação.

Uma das premissas desta obra é que não existe docência sem discência, ou seja, não existe ser professor sem se ter aluno, por mais óbvio que esta consideração possa parecer, ela é bem pertinente, pois muitos professores, na prática, apenas transferem seus conhecimentos aos alunos sem considerar seus saberes pré-existentes, mesmo que de maneira involuntária essa prática é um desrespeito a autonomia do educando. Para Paulo Freire, ensinar é um imperativo ético, que exige respeito do educador pelo educando, ensinar não é só transferir conhecimento, ensinar é construir conhecimento.

Dentre as premissas da obra, Paulo Freire define que ensinar é ato amoroso, e que exige amorosidade, mas é preciso considerar que a amorosidade aqui fundamentada pelo autor, não é uma forma de excluir ou reduzir a seriedade e muito menos a autoridade do professor. Ainda no âmbito das premissas da obra, Paulo Freire considera que ensinar requer responsabilidade e exige rigorosidade metódica. Vários são os desafios encontrados pelos professores em sala de aula no seu dia a dia, pois os desafios gerados pela sociedade e as expectativas para educação de modo geral, fazem com que ensinar não seja uma tarefa simples ou fácil, e muito menos que possa ser realizada por leigos, pois a educação não é neutra, e requer posicionamento, envolvendo assuntos como ética, respeito, dignidade e fundamentos pedagógicos que irão construir a autonomia tanto do aluno quanto do próprio professor.

Outra premissa é a superação permanente da ignorância e da ingenuidade, desenvolvendo assim a consciência do inacabado, consciência da inconclusão. Todos estamos em permanente construção, desta maneira o autor cria reflexões interessantes aos educadores. Pois como o professor irá ajudar o aluno a superar sua ignorância, se o próprio professor não consegue superar permanentemente as suas.

As expectativas para educação são amplas e fazem com os educadores necessitem de autonomia para realizar transformação social. O posicionamento do professor não pode ser apenas livre e libertino, mas deve ser entendido de maneira clara, mostrando que não existe teoria separada da prática, pois o educador e o educando possuem responsabilidade, e devem pensar em que tipo de sociedade ambos desejam construir.

A Pedagogia da Autonomia ajuda o profissional da educação a refletir sua conduta, se deseja apenas reproduzir e perdurar as condições de uma sociedade desigual, com desafios sociais, econômicos e ambientais, ou se deseja uma transformação para uma sociedade mais humana, saudável e sustentável.

Para Paulo Freire, a desvalorização da educação se dá juntamente com a desumanização da sociedade, ou seja, à medida que a sociedade se torna menos humana, as pessoas se importam menos umas com as outras, menos valor elas darão à educação. Desde 1997, ano de lançamento desta obra, o autor nos ensina que as pessoas têm que aprender a discordar de opiniões sem se tornarem inimigos pessoais, consideração também óbvia, mas extremamente necessária e pertinente para ser trabalhada atualmente.

A Pedagogia da Autonomia permeia a ferramenta metodológica desenvolvida nesta dissertação, unindo a BNCC, Itinerários Formativos do NEM e os ODS ao tema água e o ensino de Ciências da Natureza e suas Tecnologias, considerando a melhoria dos recursos hídricos como um propósito do cotidiano presente no dia a dia de todos, sendo um direito individual e coletivo da sociedade, podendo ser utilizada como tema gerador e fomentador da autonomia pedagógica.

3 – OBJETIVOS

3.1 – Objetivo Geral

Organizar e ministrar um curso de capacitação para um grupo de professores do Colégio Estadual Presidente Rodrigues Alves (CEPRA - Unidade Escolar 33038929-INEP - Paracambi-RJ) visando promover uma nova abordagem para o ensino de química utilizando a qualidade da água dos rios como tema gerador, desenvolvendo a partir da educação uma alternativa para melhoria dos recursos hídricos de sua região.

3.2 – Objetivos Específicos

- Apresentar e interpretar documentos legais referente a temática recursos hídricos;
- Apresentar o conceito de região hidrográfica, focar na região RH-II;
- Apresentar os pontos de amostragem e rede de monitoramento dos rios da região;
- Utilizar como referência o rio dos Macacos localizado no município de Paracambi-RJ;
- Avaliar dados e monitoramento de qualidade de água;
- Estabelecer conscientização sobre a sustentabilidade dos recursos hídricos.
- Avaliar a percepção dos professores pesquisados sobre o entendimento dos recursos hídricos de sua região.

4 – METODOLOGIA

4.1 – Abordagem Metodológica da Pesquisa

Quanto à abordagem da pesquisa pode-se classificá-la como uma pesquisa qualitativa e de natureza aplicada. Quanto aos objetivos da pesquisa pode-se classificá-la como uma pesquisa exploratória cujos procedimentos adotados foram conduzidos por uma pesquisa-ação devido seu caráter participativo, impulso democrático e contribuição à mudança social.

4.2 – Etapas prévias à Pesquisa

A proposta de pesquisa no CEPRA (Colégio Estadual Presidente Rodrigues Alves) foi realizada com a anuência da direção do colégio através do Processo SEI-030031/001657/2022.

O projeto desta pesquisa foi previamente aprovado pelo CEP (Comitê Ética em Pesquisa) do CCFEx (Centro de Capacitação Física do Exército) através da Plataforma Brasil do CNS (Conselho Nacional de Saúde) – Ministério da Saúde, CONEP – Comissão Nacional de Ética em Pesquisa, pelo Parecer 5.675.655 (Anexo 9.1), por se tratar de pesquisa que envolve seres humanos, o CEP invocou a Norma Operacional CNS nº001 de 2013, item 2.4.1.12, pois não há pesquisa sem risco ao participante, sendo assim, o projeto foi compelido pelo CEP a avaliar os riscos, e apresentar suas medidas de contorno, apresentando providências e cautelas a serem adotadas frente aos riscos.

Existem diversas formas de realizar avaliação de riscos, sendo uma delas a APR (Análise Preliminar de Risco) que consiste em uma avaliação prévia e aprofundada sobre os eventuais riscos envolvidos em um projeto. Para o projeto CAAE:61194822.3.0000.9433 foram avaliados os seguintes riscos, invasão de privacidade, responder a questões sensíveis, que envolvem formação acadêmica e atuação profissional, perda do autocontrole ao revelar pensamentos e sentimentos nunca revelados, discriminação e estigmatização a partir do conteúdo revelado, divulgação de dados confidenciais, ocupação do tempo do sujeito ao responder ao questionário e participação no curso de capacitação, e riscos relacionados à divulgação de imagem.

Diversas medidas e providências foram adotadas a fim de mitigar ou minimizar os riscos associados à pesquisa, como por exemplo, garantir que os resultados da pesquisa sejam encaminhados aos participantes da pesquisa e à instituição onde os dados foram obtidos, garantindo a divulgação pública dos resultados; minimizar desconfortos aos participantes da pesquisa, garantindo local reservado e liberdade para não responder questões constrangedoras; respeitando o método de coleta dos dados estabelecido e aprovado pelo CEP, onde o pesquisador assume o compromisso de estar atento aos sinais verbais e não verbais de desconforto dos pesquisados, garantindo a não violação e a integridade dos documentos utilizados na pesquisa (danos físicos, cópias, rasuras); assegurando a confidencialidade, a privacidade, a proteção da imagem e a não estigmatização; a pesquisa deve garantir a não utilização das informações em prejuízo das pessoas e/ou das comunidades, inclusive em termos de autoestima, de prestígio e/ou econômico – financeiro; garantindo aos pesquisados que serão respeitados os valores culturais, sociais, morais, religiosos e éticos; demonstrando que a

pesquisa pode trazer benefícios à comunidade, cujos efeitos continuem a se fazer sentir após sua conclusão; outra questão importante é assegurar a inexistência de conflito de interesses entre o pesquisador e os sujeitos da pesquisa; neste trabalho assumido o compromisso de comunicar às autoridades competentes os resultados da pesquisa, sempre que estes puderem contribuir para a melhoria das condições individuais e da coletividade.

4.3 – Caracterização do Universo da Pesquisa

A pesquisa foi realizada no CEPRA (Colégio Estadual Presidente Rodrigues Alves) - Unidade Escolar 33038929-INEP - Paracambi-RJ, localizado na baixada fluminense e pertencente a Rede de Unidades Escolares da SEEDUC-RJ, localizado no bairro do Centro em Paracambi-RJ e fundado em 1955 (anterior a emancipação de Paracambi), funciona em três turnos, manhã, tarde e noite, sendo a modalidade de Educação de Jovens e Adultos (EJA) somente no turno noturno e a modalidade magistério (antiga Formação de Professores ou Curso Normal) somente nos turnos diurnos. No site da SEEDUC-RJ pode-se encontrar diversas informações sobre os alunos de cada unidade escolar da rede estadual de ensino conforme a Figura 9.

A convocação dos participantes ocorreu por convites individuais, em ambiente virtual, através de e-mail corporativo da SEEDUC-RJ, seguindo as recomendações do Ofício circular 02 de 2021 do CONEP/SENS/MS (Comissão Nacional de Ética em Pesquisa/ Secretaria Executiva do Conselho Nacional de Saúde/ Ministério da Saúde do Brasil).

A pesquisa foi realizada em um grupo de 10 (dez) professores da Educação Básica que lecionam disciplinas do Ensino Médio ligadas às áreas de Ciências da Natureza e Suas Tecnologias, especificamente as disciplinas de Química, Física e Biologia. Todos os participantes da pesquisa são funcionários de carreira do magistério, com atuação em sala de aula e lotação na Unidade Escolar 33038929 durante o ano de 2022.

A pesquisa foi realizada durante o período de atuação dos pesquisados no colégio, não acarretando prejuízos de carga horária em sala de aula, assim como, despesas adicionais aos professores pesquisados.

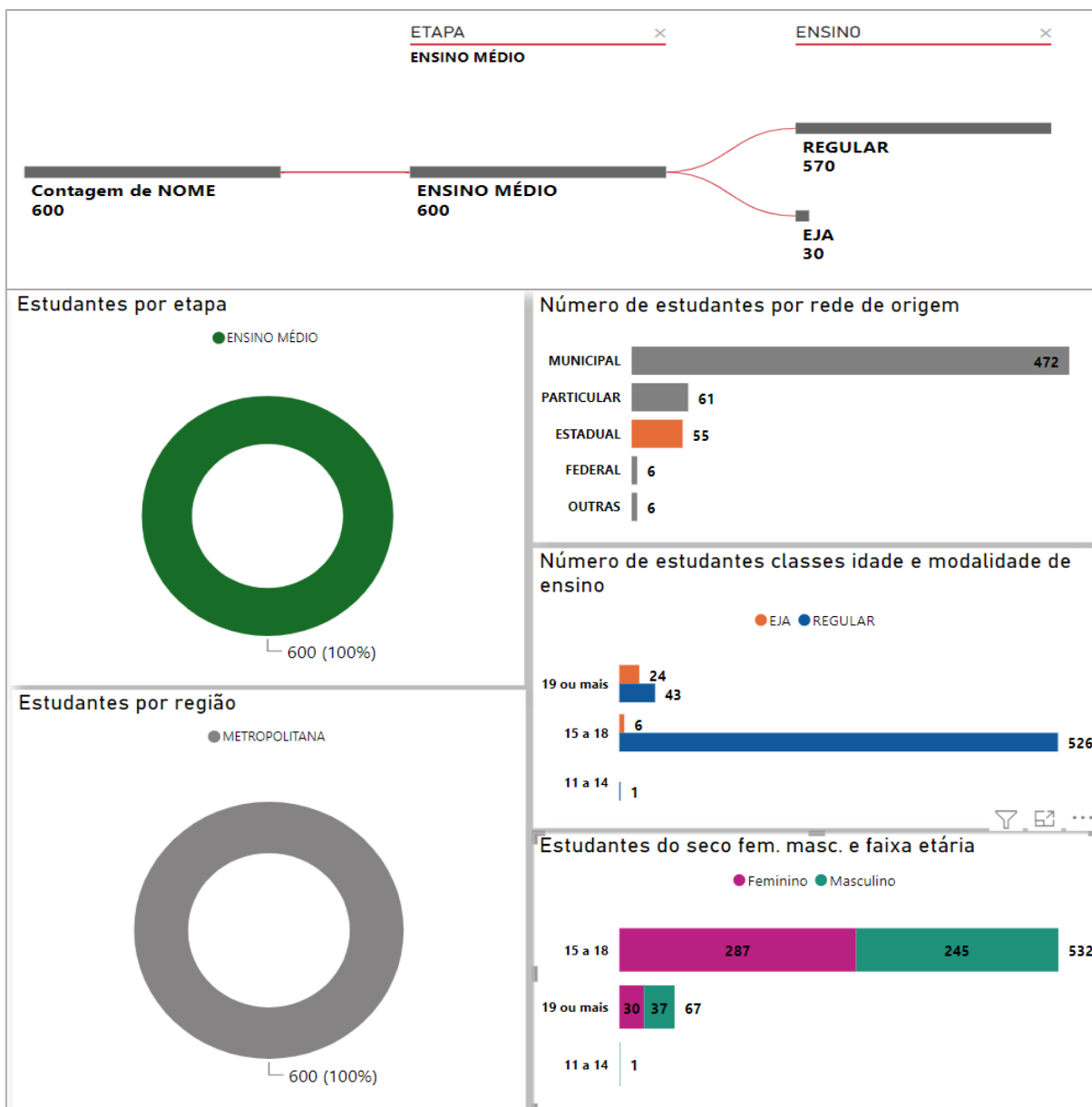


Figura 9 – Características dos estudantes do CEPRA. Fonte: <https://www.seeduc.rj.gov.br/mais/seeduc-em-números>. Acessada em 27/12/2022.

Em complementação a pesquisa realizada no site da SEEDUC-RJ, foi necessário buscar informações mais específicas com a direção do colégio para ilustrar o local de atuação dos pesquisados. No ano de 2022 os estudantes foram distribuídos da seguinte forma: 570 alunos no Ensino Regular, sendo 55 na modalidade magistério, 301 na modalidade parcial (Ensino Médio Antigo) e 214 na 1ª série do Novo Ensino Médio (NEM), e 30 alunos matriculados na Educação de Jovens e Adultos (EJA).

Outra informação complementar importante é o número de professores lotados na unidade escolar 33038929 no ano de 2022, conforme apresentado na Figura 10.

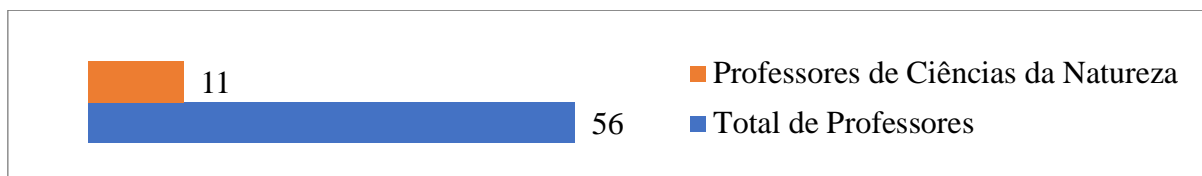


Figura 10 – Professores do CEPRA ano letivo de 2022. Fonte: Direção do CEPRA

4.4 – Etapas Metodológicas da Pesquisa

A qualificação continuada de professores de Ciências da Natureza e Suas Tecnologias é uma estratégia que possibilita uma nova abordagem do ensino de química, baseando-se nos princípios do pensamento sistêmico do ensino Ciências da Natureza e na pedagogia da autonomia de Paulo Freire. Pensou-se numa ferramenta metodológica educativa que oriente os professores no desenvolvimento de sua autonomia e de seus alunos, ajudando-os a conectar suas escolhas com seus projetos de vida, numa abordagem real de práticas pedagógicas, estimulando à mente investigadora, buscando maior aprendizado, identificando tendências com relação às novas abordagens para o ensino e alternativas para enfrentar desafios cotidianos relacionados à melhoria da qualidade dos recursos hídricos de sua região.

Os recursos hídricos disponíveis em uma região são conhecidos como mananciais de água bruta e têm sua classificação frente a Resolução CONAMA 357/2005, dividido em três grupos: água doce, salobra ou salgada, cada grupo é subclassificado como classe especial, classe 1, classe 2, classe 3, classe 4.

A caracterização físico-química e microbiológica de um corpo hídrico pode definir seus diferentes usos, como por exemplo, a água doce classe 3 não pode ser utilizada para regar hortaliças na agricultura ou em atividades de recreação com contato direto.

A metodologia desenvolvida nesta dissertação é uma ferramenta metodológica de educação pautada na sequência a seguir.

- ✓ ETAPA 1 – Entendimento sobre a Resolução CONAMA 357.
- ✓ ETAPA 2 – Entendimento sobre a região hidrográfica na qual o grupo a ser pesquisado está inserido.
- ✓ ETAPA 3 – Entendimento sobre ponto de amostragem e rede de monitoramento.
- ✓ ETAPA 4 – Buscar fontes regulamentadas que apresentem os dados de parâmetros físico-químicos e biológicos estabelecidos na Resolução CONAMA 357.

- ✓ ETAPA 5 – Correlacionar os dados obtidos na ETAPA 1 com os corpos hídricos da ETAPA 3 e estabelecer enquadramentos.
- ✓ ETAPA 6 – Buscar fontes regulamentadas que apresentem diretrizes e propostas de enquadramento do corpo hídrico.
- ✓ ETAPA 7 – Estabelecimento de condições ambientais.

4.5 – Instrumento de Coleta de Dados

O instrumento de coleta de dados está disponível nos itens 8.2, 8.3 e 8.4 do APÊNDICE. Os participantes da pesquisa contribuíram com dados que foram coletados em questionários físicos elaborados pelo pesquisador. Os dados foram trabalhados numa abordagem qualitativa através da análise descritiva (exploratória), com objetivo de conhecer melhor os participantes, numa abordagem real de suas práticas pedagógicas.

4.6 – Desenvolvimento/Criação do Curso

A ferramenta metodológica proposta foi transformada em curso livre de capacitação para professores com 03 (três) horas de duração, desenvolvido pelo autor desta dissertação e registrado na Biblioteca Nacional de Registros do Brasil pelo código verificador C6X9F562.

A carga horária do curso foi estrategicamente pensada para ser executada durante a carga horária semanal de planejamento do professor da SEEDUC-RJ, não acarretando prejuízos a sua função em sala de aula, assim como, despesas adicionais, podendo ser realizada de forma individual ou coletiva.

Os recursos e materiais necessários para execução do curso e pesquisa são: sala com *Data Show*, computador com acesso à internet, quadro branco, marcadores coloridos para o quadro, caneta esferográfica e questionários físicos impressos em folhas de papel sulfite A4.

4.7 – Análise dos Resultados Obtidos

Todo arcabouço da pesquisa está focado no efeito do curso C6X9F562, intitulado **Metodologias Educativas e de Capacitação para Melhoria da Qualidade dos Recursos Hídricos** nos participantes da pesquisa, com perspectivas de alcançar benefícios à comunidade escolar e um meio ambiente equilibrado.

5 – RESULTADOS E DISCUSSÃO

5.1 – Resultados do Desenvolvimento do Curso

5.1.1 – ETAPA 1 - Entendimento sobre a Resolução CONAMA 357

Para obter-se o entendimento sobre a Resolução CONAMA 357/2005 é necessário fazer uma leitura cadenciada de seus três capítulos, que tratam das definições, da classificação dos corpos de água, das condições e padrões de qualidade das águas.

Logo no capítulo 1, das definições, diversos conceitos irão auxiliar o professor a estabelecer junto aos alunos um entendimento objetivo para certos temas, por exemplo, a diferença entre rios e lagoas, a diferença entre atividades de recreação, metas, monitoramento, ensaios, enquadramento, padrão de qualidade, usos múltiplos.

No Capítulo 2 a Resolução CONAMA 357 estabelece a classificação dos corpos hídricos, numa divisão de águas doces, águas salobras e águas salinas. Para o território nacional brasileiro, a qualidade da requerida está relacionada aos seus usos preponderantes, nos quais se subdividem em treze classes de qualidade.

Para o estudo desta pesquisa iremos restringir a classificação das águas à seção 1, que é referente às águas de doces.

O Capítulo 3 da Resolução CONAMA 357 refere-se às condições e padrões de qualidade das águas. Para avaliar os parâmetros estabelecidos neste capítulo é extremamente necessário cuidados nas unidades de medida de concentração das diversas substâncias analisadas e seus limites legais de acordo com cada classe.

5.1.2 – ETAPA 2 - Entendimento sobre a região hidrográfica na qual o grupo a ser pesquisado está inserido

O Estado do Rio de Janeiro está localizado integralmente na macrorregião hidrográfica denominada Região Atlântico Sudeste e subdividido em 9 regiões hidrográficas (Figura 11).



Figura 11 – Regiões hidrográficas do Estado do Rio de Janeiro. Fonte: Adaptação site do INEA, disponível em: <<http://www.inea.rj.gov.br/wp-content/uploads/2021/05/RHs-1.pdf>>

A área destacada em rosa representa a Região Hidrográfica (RH-II), denominada Guandu, com cerca de 3.740 Km², compreende parte de quatro regiões de Governo do Estado do Rio de Janeiro conforme a Figura 12, sendo elas, Região do Médio Paraíba, Região Centro-Sul Fluminense, Região da Costa Verde e Região Metropolitana.

Os municípios de Engenheiro Paulo de Frontin, Itaguaí, Japeri, Paracambi, Queimados e Seropédica fazem parte de RH-II em suas totalidades territoriais e parcialmente os municípios de Barra do Piraí, Mangaratiba, Mendes, Miguel Pereira, Nova Iguaçu, Piraí, Rio Claro, Rio de Janeiro e Vassouras.

O rio Guandu é o principal corpo hídrico de RH-II, possuindo grande destaque socioeconômico para o Estado do Rio de Janeiro, pois a partir da captação e tratamento de suas águas pela CEDAE, produz água para o abastecimento de cerca 9 milhões de pessoas através da ETA Guandu e garante o funcionamento de diversas indústrias da região, como por exemplo, na área de bebidas (AMBEV, Convenção, Guaracamp e outras), assim como, os distritos

industriais de Santa Cruz, Queimados, Campo Grande e o polo industrial Petroquímico de Duque de Caxias (REDUC-Petrobras, Braskem e outras).

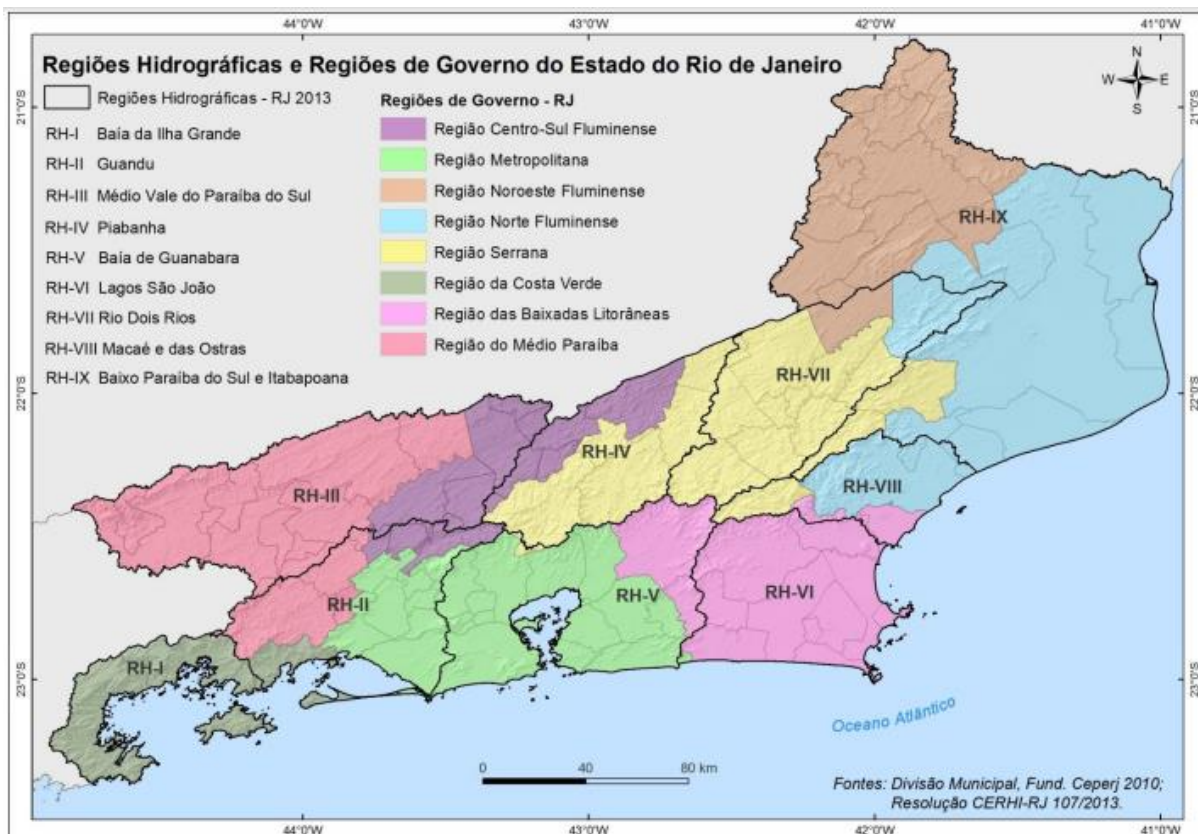


Figura 12 – Regiões hidrográficas e Regiões de Governo do Estado do Rio de Janeiro.
Fonte: Divisão Municipal, Fundação Ceperj 2010, Resolução CERHI-RJ 107/2013.

O Rio Guandu em condições naturais não teria condições de atender a demanda de água da região, sendo assim, durante o período do Estado Novo (1937-1945), empreendimentos de infraestrutura para a capital do Brasil (Cidade do Rio de Janeiro) desenvolveram as transposições de bacias hidrográficas promovendo intervenções no curso dos rios Paraíba do Sul e Pirai com objetivo de geração de energia pela LIGHT S.A (empresa concessionária de produção e distribuição de energia elétrica). Esse acréscimo de água à vazão natural do rio Guandu viabilizou o projeto de construção da Estação de Tratamento de Água do Guandu (ETA-Guandu), que entrou em operação em 1955.

Os principais aspectos do uso do solo de RH-II Guandu são apresentados nas Figura 13 e 14, contribuindo no desenvolvimento de um olhar sistêmico para esta região e complementando o entendimento da qualidade das águas dos rios dessa região.

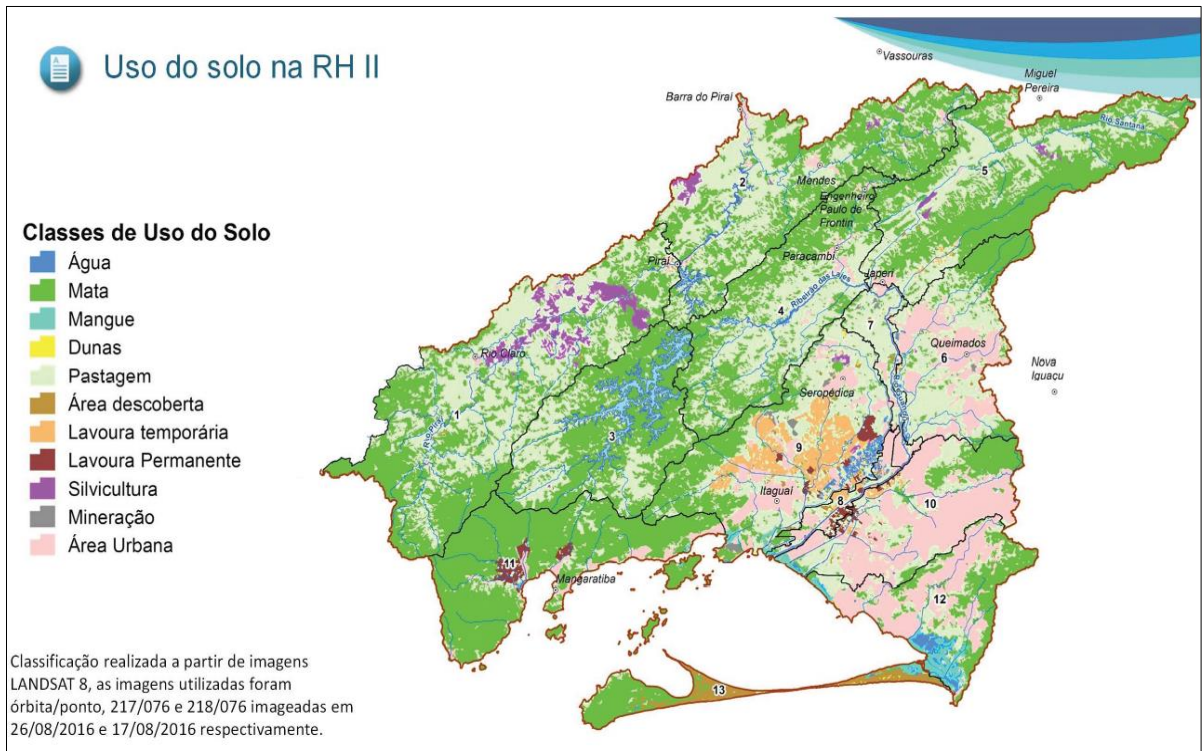


Figura 13 - Principais aspectos do uso do solo de RH-II – Guandu.
 Fonte: PERH Guandu (2017) – Comitê da Bacia Hidrográfica do Guandu, pag. 15.

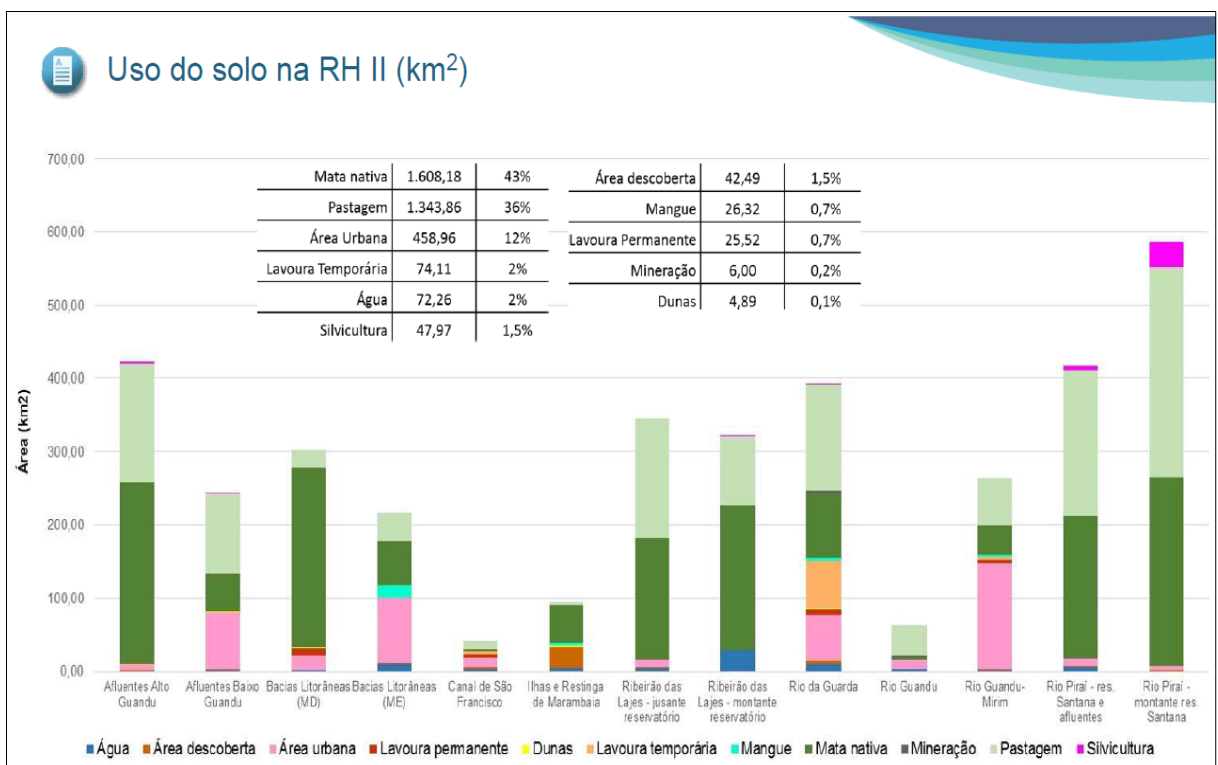


Figura 14 – Aspectos quantitativos do uso do solo de RH-II – Guandu.
 Fonte: PERH Guandu (2017) – Comitê da Bacia Hidrográfica do Guandu, pag. 16.

5.1.3 – ETAPA 3 – Entendimento sobre ponto de amostragem e rede de monitoramento

Os rios da região hidrográfica RH-II Guandu são monitorados pelo INEA por meio de coletas em diversos pontos pré-estabelecidos conforme listado na Tabela 3.

Tabela 3 – Pontos de coleta da rede de monitoramento na RH-II.

LOCALIZAÇÃO	PONTO DE COLETA	LATITUDE	LONGITUDE
Rio Ingaíba	IG010	22°57'23,50"	44°5'13,27"
Rio Santo Antônio	SA030	22°57'02,04"	44°4'35,25"
Canal de São Francisco	SF080	22°53'50,61"	43°44'05,96"
Canal do Itá	IT040	22°54'34,13"	43°41'44,72"
Ribeirão das Lages	LG350	22°40'56,47"	43°48'59,99"
Ribeirão das Lages	LG351	22°41'31,75"	43°47'03,43"
Rio Cabuçu	CU650	22°46'58,21"	43°35'48,13"
Rio Cação	CA140	22°52'19,92"	43°48'23,39"
Rio da Guarda	GR100	22°53'21,08"	43°45'13,53"
Rio do Saco	SC490	22°56'19,71"	44°2'47,03"
Rio dos Poços	PO290	22°43'45,33"	43°37'46,27"
Rio Engenho Velho	EN670	22°59'31,97"	43°32'42,34"
Rio Guandu	GN200	22°48'33,73"	43°37'38,23"
Rio Guandu	GN201	22°39'25,92"	43°39'51,19"
Rio Guandu-Mirim	GM180	22°52'21,71"	43°40'34,32"
Rio Ipiranga	IR251	22°47'16,01"	43°35'29,35"
Rio Itaguaí	IG301	22°52'23,31"	43°44'33,62"
Rio Itinguçu	IU100	22°54'24,22"	43°53'21,41"
Rio Macaco	MC410	22°37'41,25"	43°42'12,04"
Rio Piranema	PM360	22°52'12,57"	43°46'57,07"
Rio Piraquê	PR000	22°59'35,82"	43°36'25,00"
Rio Queimados	QM270	22°45'35,17"	43°36'56,99"
Rio Queimados	QM271	22°43'49,32"	43°35'33,16"
Rio Sahy	SH300	22°56'16,80"	44°0'14,00"
Rio Santana	SN331	22°38'13,71"	43°40'5,45"
Rio São Pedro	SP310	22°38'32,99"	43°37'22,76"
Vala do Sangue	VS660	22°55'11,75"	43°42'13,55"

Fonte: INEA, disponível em: <<http://www.inea.rj.gov.br/wp-content/uploads/2021/08/Esta%C3%A7%C3%B5es-de-Monitoramento-Atualiza%C3%A7%C3%A3o-AGO2021-%C3%81guas-Interiores.pdf>>

O Ribeirão das Lajes e o rio Macaco são os principais corpo hídrico do município de Paracambi-RJ, o nome do município e o rio Macaco (ou rio dos Macacos) estão intimamente ligados, fato comprovado pelas alterações toponímicas distritais ocorridas no início do século XX. Através do decreto estadual nº 1-A, de 03/06/1892, foi criado o distrito de Belém subordinado ao município de Vassouras.

Em 21/09/1906 pela lei estadual nº 735 Belém passou a se chamar Macacos. Em 11/09/1909 com a lei estadual nº 881 o distrito de Macacos voltou a denominar-se Belém.

Pela lei estadual nº 1619, de 06/11/1919, o nome Belém foi alterado para Paracambi. Já em 15/12/1938 pelo decreto estadual nº 641 o nome de Paracambi foi alterado para Taireté, pois o 3º distrito de Itaguaí também se chamava Paracambi, e assim permanecendo em divisão territorial datada de 1-VII-1960.

Paracambi foi elevado à categoria de município pela lei estadual nº 4426, de 08-08-1960, desmembrando-se dos municípios de Vassouras e Itaguaí.

Paracambi é um termo de origem tupi e está intimamente ligado a água, pois o termo *pará*² significa rio. Segundo o pesquisador e historiador Genesis Torres, Paracambi é uma palavra que vem do tupi e significa onde os rios se encontram, o que faz muito sentido, pois utilizando o Google Earth® pode-se verificar que o rio dos Macacos tem uma extensão de cerca 10 km, se medido da barragem de Palmeira da Serra até a foz no Ribeirão das Lajes, conforme destacado na Figura 15, onde a linha vermelha é a função caminho do programa, que é uma plataforma geoespacial baseada na nuvem, que permite aos usuários visualizar e analisar imagens de satélite do nosso planeta.

Após a defluência do rio Santana limite entre os municípios de Paracambi e Japeri-RJ, o Ribeirão das Lajes passa a ser denominado rio Guandu que é o principal manancial de água doce para o abastecimento da região metropolitana do Estado do Rio de Janeiro.

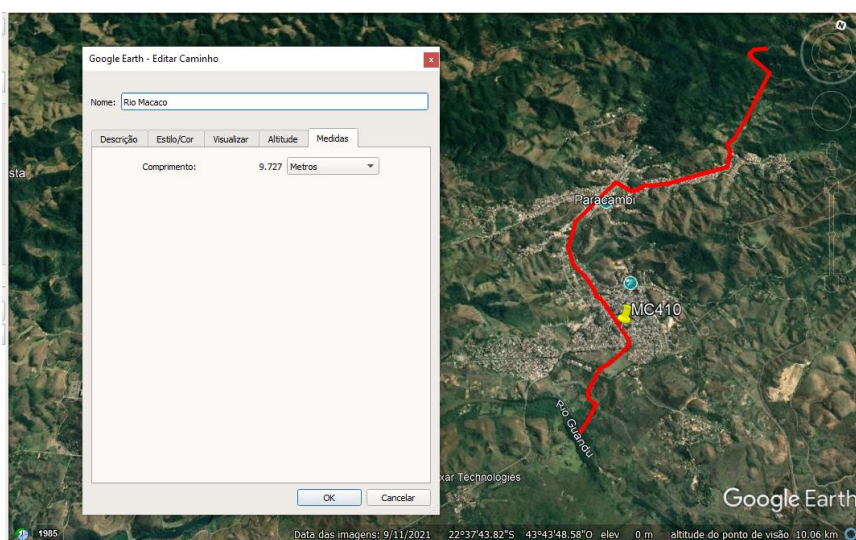


Figura 15 – Curso do rio Macaco no município de Paracambi-RJ. Fonte: Google Earth

² <<http://biblioteca.funai.gov.br/media/pdf/Folheto43/FO-CX-43-2739-2000.pdf>>

Outra função interessante da plataforma geoespacial Google Earth® é a função adicionar marcador, tabulando os dados de latitude e longitude da tabela 3 para marcação exata do ponto de monitoramento MC410 podendo repeti-la para os demais pontos da rede de monitoramento da região.

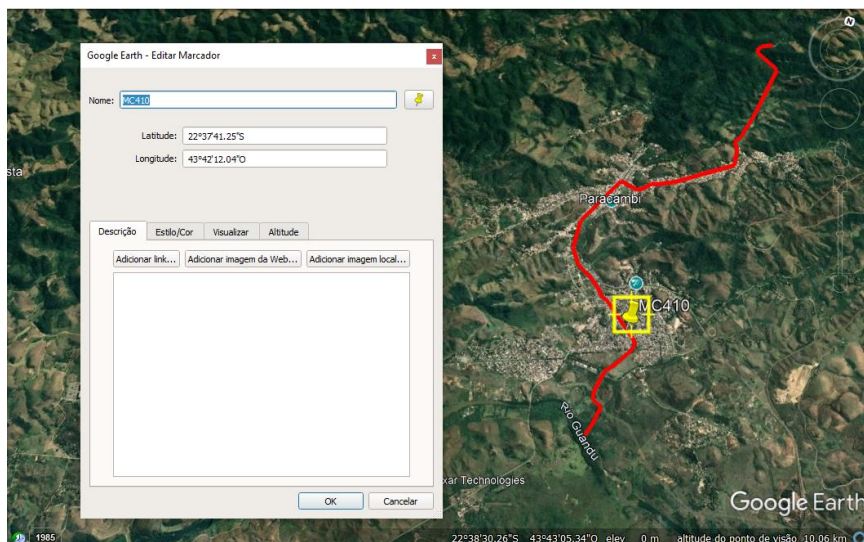


Figura 16 – Localização do Ponto de Coleta MC410 no rio Macaco, Paracambi-RJ.
Fonte: Google Earth

5.1.4 – ETAPA 4 – Buscar fontes regulamentadas que apresentem os dados de parâmetros Físico-químicos e biológicos estabelecidos na Resolução CONAMA 357

No Estado do Rio de Janeiro, o INEA e a CEDAE disponibilizam na WEB através de seus sítios eletrônicos os resultados laboratoriais obtidos pelas análises físico-químicas e biológicas de diversos parâmetros requeridos pela Resolução CONAMA 357.



Figura 17 – Site do INEA. Fonte: <http://www.inea.rj.gov.br/>

Os boletins de Qualidade das Águas por Região Hidrográfica do monitoramento dos corpos de água doce da Região Hidrográfica II, são retratados por meio da aplicação do Índice de Qualidade de Água (IQ_{NSF}). Este índice consolida em um único valor os resultados dos parâmetros: Oxigênio Dissolvido (OD), Demanda Bioquímica de Oxigênio (DBO), Fósforo Total (PT), Nitrogênio Amoniacal (NH₃), Potencial Hidrogeniônico (pH), Turbidez (uT), Sólidos Dissolvidos Totais (SDT), Temperatura da Água e do Ar e Coliformes Termotolerantes.

O IQ_{NSF} utilizado pelo INEA foi criado na década de 1970, pela National Sanitation Foundation (NSF), nos Estados Unidos. Este índice foi desenvolvido a partir de uma pesquisa de opinião desenvolvida por Brown et al. (1970), junto com 142 especialistas. O IQ_{NSF} utiliza 9 variáveis consideradas mais representativas em relação à qualidade de água. Para cada variável foi traçada uma curva de qualidade, a qual correlaciona sua concentração a uma nota (*qi*), pontuada de zero (a pior nota) a 100 (a melhor nota). Além de seu valor de qualidade (*qi*), cada parâmetro possui um peso relativo (*wi*). A tabela 4 indica os pesos fixados para cada variável de qualidade de água que compõem o IQ_{NSF}.

Tabela 4 – Pesos dos parâmetros do IQ_{NSF}.

Variáveis - IQ _{NSF}	Unidade de medida	Pesos (<i>wi</i>)
Coliformes Termotolerantes	NMP/100mL	0,16
DBO – Demanda Bioquímica de Oxigênio	mg/L O ₂	0,11
PT - Fosfato Total	mg/L	0,10
Nitratos	mg/L	0,10
OD - Oxigênio Dissolvido	% Saturação	0,17
pH	-	0,11
SDT - Sólidos Dissolvidos Totais	mg/L	0,07
Temperatura	°C	0,10
Turbidez	uT	0,08

Fonte: <http://www.inea.rj.gov.br/wp-content/uploads/2019/04/IQA-NSF-Methodologia-Qualidade-de-%C3%81gua.pdf>. Acessado em 31/03/2023.

Desta forma, o valor de IQ_{NSF} é determinado como o produtório ponderado da qualidade da água das nove variáveis selecionadas, elevadas ao seu respectivo peso conforme a equação $IQA_{NSF} = \prod_{i=1}^n qi^{wi}$, sendo de IQ_{NSF} um valor entre 0 e 100; *qi* = qualidade do *i*-ésimo parâmetro, um número entre 0 e 100, obtido da respectiva curva média de variação de

qualidade (resultado da análise); w_i = peso correspondente ao i -ésimo parâmetro, um número entre 0 e 1, atribuído em função da sua importância para a conformação global de qualidade.

Tabela 5 – Dados brutos IQA (Índice de Qualidade de Água) rio Macacos, ponto de amostragem MC410. Adaptado do INEA

Dados Brutos IQA INEA Rio Macaco – MC410 – Paracambi-RJ											
Data	IQA_{NSF}	DBO (mg/L)	Fósforo Total (mg/L)	N-amoniacoal (mg/L)	OD (mg/L)	pH	Turbidez (uT)	Coliformes Termotolerantes NMP/100mL	SDT (mg/L)	Temperatura da água em °C	Temperatura do ar em °C
18/10/22	42,1	< 2,0	0,44	3,09	3,8	7,0	6,61	350.000	128	23,5	23,0

Fonte: <<http://www.inea.rj.gov.br/wp-content/uploads/2023/01/Dados-Brutos-2022-RH-II-NH3.pdf>> Acessado em 31/03/2023.

O IQA_{NSF} 2022 para o ponto de amostragem MC410 variou entre 34,2 (20/07/2022) a 47,2 (09/11/2022), e a média do IQA_{NSF} 2012-2022 é de 37,0 conforme <<http://www.inea.rj.gov.br/wp-content/uploads/2023/02/INEA-IQA-M%C3%A9dia-RH-II-2012-2022.pdf>>. Acessado em 31/03/2023.

Segundo o IBGE³ estima-se que Paracambi possui 53.093 habitantes, o ATLAS ESGOTOS da Agência Nacional de Águas e Saneamento revela que ao relacionar coleta e tratamento de esgoto em Paracambi verifica-se que apenas 19,72% de seu esgoto é manejado de forma adequada, por meio de sistemas centralizados de coleta e tratamento ou de soluções individuais. Do restante, 44% é coletado, mas não é tratado e 36,28% não é tratado nem coletado, ou seja, Paracambi contribui com mais de 80% de seu esgoto despejado de forma *in natura* na bacia hidrográfica do rio Guandu.

³ <https://cidades.ibge.gov.br/brasil/rj/paracambi/panorama>

5.1.5 – ETAPA 5 – Correlacionar os dados obtidos na ETAPA 1 com os corpos hídricos da ETAPA 3 e estabelecer enquadramentos

O INEA converte os resultados em um índice de qualidade, definido como IQA (Índice de Qualidade de Água), que podem ser associados às classes das águas doces da Resolução CONAMA 357.

Tabela 6 – Índice de Qualidade de Água associado a Classe CONAMA 357/2005.

Classe Especial	Classe 1	Classe 2	Classe 3	Classe 4
EXCELENTE	BOA	MÉDIA	RUIM	RUIM MUITO
$100 \geq \text{IQA} \geq 90$	$90 \geq \text{IQA} \geq 70$	$70 \geq \text{IQA} \geq 50$	$50 \geq \text{IQA} \geq 25$	$25 \geq \text{IQA} \geq 0$
Águas apropriadas para tratamento convencional visando abastecimento público			Águas inapropriadas para tratamento convencional visando abastecimento público, sendo necessário tratamento mais avançado	



Fonte: Adaptado de <http://www.inea.rj.gov.br/>

5.1.6 – ETAPA 6 – Buscar fontes regulamentadas que apresentem diretrizes e propostas de enquadramento do corpo hídrico

O Plano Estadual de Recursos Hídricos (PERH) é um Plano Diretor, de natureza estratégica e abrangência estadual, que visa fundamentar e orientar a implementação da Política Estadual de Recursos Hídricos e o gerenciamento dos recursos hídricos. O PERH é um instrumento previsto na Constituição Federal de 1988 (art. 299) e nas Políticas Nacional e Estadual de Recursos Hídricos da Lei Federal nº 9.433/97.



Figura 18 – PERH - 2017, Fonte: AGEVAP, Comitê Guandu.

	<p style="text-align: center;">PROGNÓSTICO</p> <p style="text-align: center;">PLANO ESTRATÉGICO DE RECURSOS HÍDRICOS DAS BACIAS HIDROGRÁFICAS DOS RIOS GUANDU, DA GUARDA E GUANDU-MIRIM</p>	Tipo de Documento: Relatório Técnico	
		Cód. do Documento: AGVP_GUANDU_PRH-RP04_R01.docx	

UHP	Rio	Trecho	Meta Intermediária (2027)	Enquadramento Final (2042)
4	Nascentes e trechos de rios no PARNAT ² Municipal do Curió	Nascentes e trechos de rios no PARNAT Municipal do Curió	Classe Especial	Classe Especial
4	Rio José Rego/ Taireté	Do limite do PARNAT Municipal do Curió até a foz no Rio Macaco	Classe 2	Classe 2
4	Rio Retiro e afluentes	Rio Retiro e afluentes até a foz do Rio Macaco	Classe Especial	Classe Especial
4	Rio Macaco	Da nascente até a foz no Ribeirão das Lajes	Classe 3	Classe 2
5	Rio Santana	Da nascente até a foz do Rio São João da Barra	Classe 1	Classe 1
5	Rio Santana	Da foz do Rio São João da Barra até a confluência com o Ribeirão das Lajes	Classe 2	Classe 2
5	Rio Facão	Da nascente até a foz no rio Santana	Classe 1	Classe 1
5	Rio Glória	Da nascente até a foz no rio Santana	Classe 1	Classe 1
5	Rio Vera Cruz	Da nascente até a foz no rio Santana	Classe 1	Classe 1

Figura 19 – Meta de enquadramento rio Macaco – Paracambi-RJ (PERH - 2017), Fonte: AGEVAP, Comitê Guandu. Pág. 171/263.

A partir de resultados de análises apresentados na Figura 19 entende-se que no Plano Estratégico de Recursos Hídricos das Bacias Hidrográficas do rio Guandu, da Guarda e Guandu Mirim (PERH - 2017) foi elaborada uma nova proposta de enquadramento para os horizontes de médio (2027) e longo (2042) prazos, configurando-se como metas ou objetivos de qualidade intermediária e final, para fins da metodologia desta dissertação destaca-se o rio Macaco.

O PERH é um documento muito técnico e extenso, para o curso foi necessário focar nos elementos de metas intermediárias e finais para alcançar uma transposição didática que faça sentido para professores e alunos do ensino médio.

5.1.7 – ETAPA 7 – Estabelecimento de condições ambientais

Uma forma de estabelecer a condição ambiental dos corpos hídricos é avaliar o aporte de matéria orgânica e nutrientes àquele ambiente. Desse modo, pretende-se provocar a redução do que a literatura técnica denomina **Índice de Estado Trófico (IET)**.

Tabela 7 – Classificação dos ambientes aquáticos em função do IET.

Valor do IET	Classes de Estado Trófico	Características
= 47	Ultraoligotrófico	Corpos d'água limpos, de produtividade muito baixa e concentrações insignificantes de nutrientes que não acarretam prejuízos aos usos da água.
47 < IET = 52	Oligotrófico	Corpos d'água limpos, de baixa produtividade, em que não ocorrem interferências indesejáveis sobre os usos da água, decorrentes da presença de nutrientes.
52 < IET = 59	Mesotrófico	Corpos d'água com produtividade intermediária, com possíveis implicações sobre a qualidade da água, mas em níveis aceitáveis, na maioria dos casos.
59 < IET = 63	Eutrófico	Corpos d'água com alta produtividade em relação às condições naturais, com redução da transparência, em geral afetados por atividades antrópicas, nos quais ocorrem alterações indesejáveis na qualidade da água decorrentes do aumento da concentração de nutrientes e interferências nos seus múltiplos usos.
63 < IET = 67	Supereutrófico	Corpos d'água com alta produtividade em relação às condições naturais, de baixa transparência, em geral afetados por atividades antrópicas, nos quais ocorrem com frequência alterações indesejáveis na qualidade da água, como a ocorrência de episódios florações de algas, e interferências nos seus múltiplos usos
> 67	Hipereutrófico	Corpos d'água afetados significativamente pelas elevadas concentrações de matéria orgânica e nutrientes, com comprometimento acentuado nos seus usos, associado a episódios florações de algas ou mortandades de peixes, com consequências indesejáveis para seus múltiplos usos, inclusive sobre as atividades pecuárias nas regiões ribeirinhas.

Fonte: ANA-Brasil <<http://pnqa.ana.gov.br/indicadores-estado-trofico.aspx>>

Em rios, o cálculo do IET, é realizado a partir dos valores de fósforo total ou clorofila, utilizando as seguintes fórmulas:

$$IET = 10.(6-((0,42-0,36.(ln.PT)/ln2))), \text{ onde o fósforo total (PT) é expresso em } \mu\text{g/L.}$$

$$IET (CL) = 10.(6-((-0,7-0,6.(ln CL))/ln 2))-20, \text{ onde a clorofila (CL) é expresso em } \mu\text{g/L.}$$

5.2 – O Pensamento Sistêmico Centrado em Metodologias Educativas

Ao longo da revisão bibliográfica desta dissertação de mestrado, foi observado que os autores aqui citados lançam mão de esquemas denominados mapas conceituais que têm a “água” como tema central (tema gerador) e trama de conteúdos. A linha do tempo entre os trabalhos demonstra a evolução e esforços para alcançar aspectos socioambientais, aprendizagens significativas para o ensino de química e formação de cidadãos críticos e reflexivos frente à problemática dos recursos hídricos.

Todos os esquemas apresentados destacam a água no centro das figuras, também é evidente a relação de interdependência entre o tema gerador e os conteúdos programáticos.

Segundo Capra (1997), a definição de “pensamento sistêmico” como “a compreensão de um fenômeno dentro de um contexto” (op. cit., p. 39), estabelecendo-se a totalidade das interações envolvidas, em oposição à busca das relações causais simples entre partes isoladas.

As ideias sistêmicas aparecem como tema recorrente na ciência através de concepções holistas em oposição a concepções mecanicistas, os modelos sistêmicos envolvem a percepção da realidade como redes de relações, o que, em última instância, implica no reconhecimento de que descrições também são baseadas em redes interconectadas de conceitos e modelos.

Nesta dissertação busca-se substituir as ideias de “soluções de problemas” comumente apresentadas em educação ambiental para busca de propósitos, almejando favorecer uma visão positiva para enfrentar os diversos desafios da realidade e do dia a dia. O propósito pode ser o ponto de partida ou chegada, podendo ser associado aos ODS, que irradiam demandas para as metodologias educativas, nas quais foram estabelecidas como núcleo central entre as diversas áreas do conhecimento e o propósito.

Uma forma de conduzir as demandas irradiadas entre o propósito, metodologias educativas e áreas do conhecimento é cadenciadamente utilizar as “pontes do fazer” estabelecidas como missão, visão, valores e conscientização. A Figura 20 é um modelo apresentado para exemplificar o conceito.

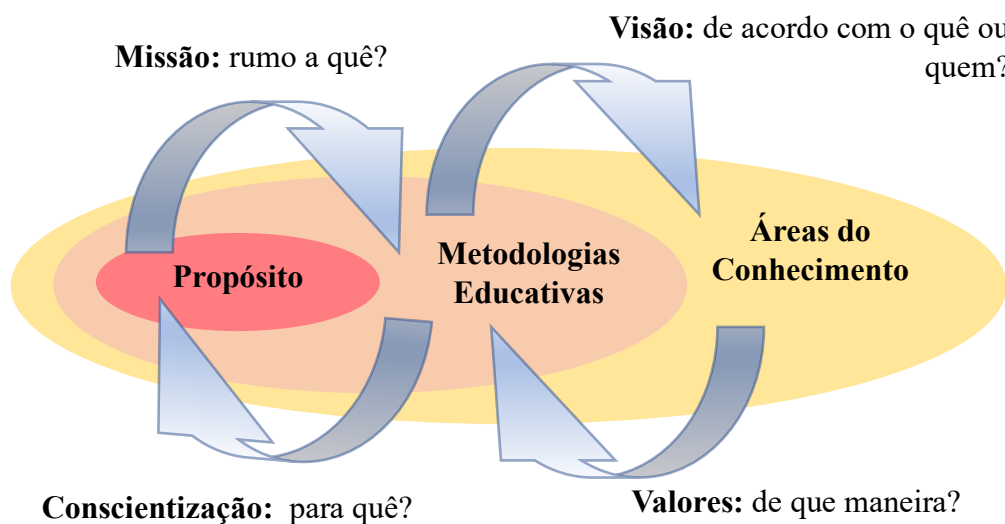


Figura 20 – Proposta de Representação Esquemática do Pensamento Sistêmico Centrado em Metodologias Educativas. Fonte: Figura desenvolvida pelo autor

A missão é a diretriz a seguir após o propósito, sendo utilizada como ponte do fazer para ligar o propósito e as metodologias educativas, deve ser encarada como uma meta de características positivas. A visão é a ponte do fazer entre as metodologias educativas e as áreas do conhecimento, é baseada por um ponto de vista, fundamento ou teoria. A ponte do fazer entre áreas do conhecimento e metodologias educativas é pautada em valores, é importante frisar que valores e propósitos não devem ser confundidos, por último, a ponte do fazer entre as metodologias educativas e o propósito é a conscientização.

A seguir pode-se observar na Figura 21 um exemplo do modelo proposto na Figura 20, aplicado ao propósito de melhorar a educação.

A Figura 22 é a representação esquemática do pensamento sistêmico centrado em metodologias educativas aplicado ao propósito de melhorar a qualidade dos recursos hídricos, com base no objetivo geral desta dissertação, sendo consolidado pela expectativa de conscientização sobre a sustentabilidade desse recurso natural.

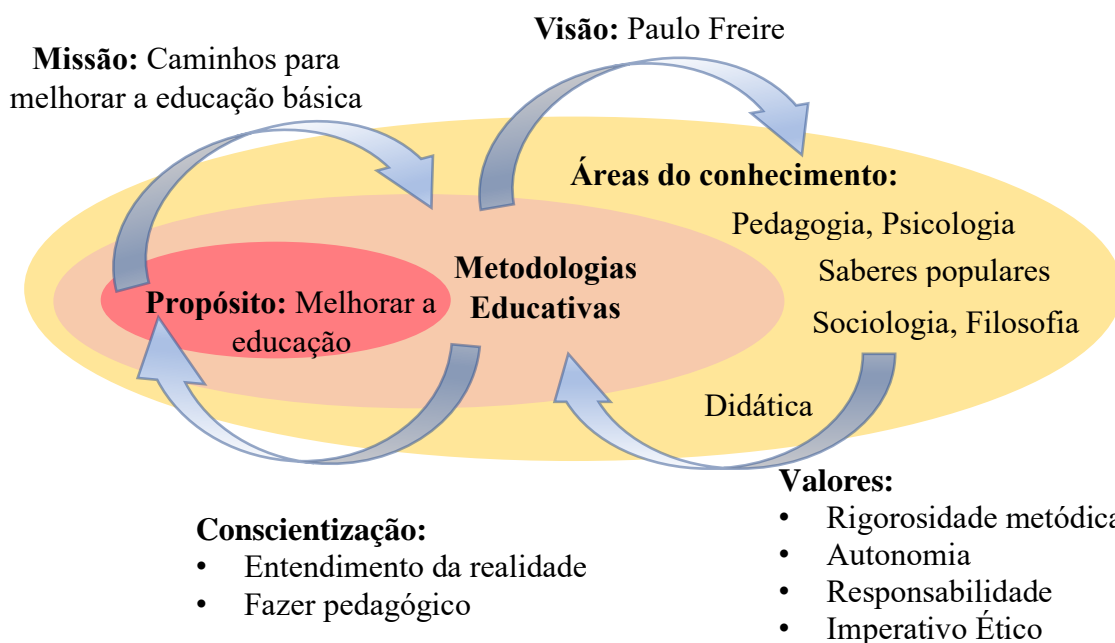


Figura 21 – Esquemático do Pensamento Sistêmico centrado em metodologias educacionais aplicado no propósito de melhorar a educação. Fonte: Figura desenvolvida pelo autor

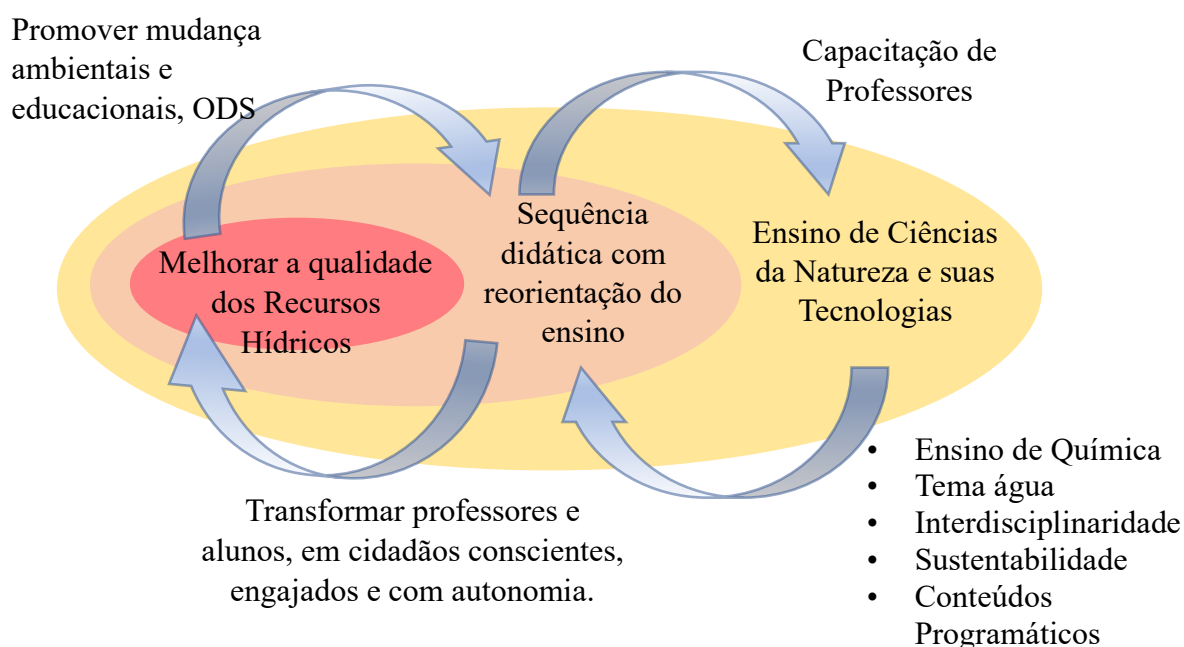


Figura 22 – Esquemático do Pensamento Sistêmico centrado em metodologias educacionais aplicado no propósito melhorar a qualidade dos Recursos Hídricos. Fonte: Figura desenvolvida pelo autor

5.3 – Resultados Obtidos a partir dos Questionários da Pesquisa

Vale destacar que a pesquisa realizada no CEPRA foi aplicada a 10 professores de Ciências da Natureza e suas Tecnologias desta unidade escolar da SEEDUC-RJ, e que o pesquisador é membro do quadro e foi excluído dos questionários da pesquisa. O questionário (A) é um levantamento de dados socioeconômicos dos pesquisados, os resultados foram obtidos a partir de 05 (cinco) questões.

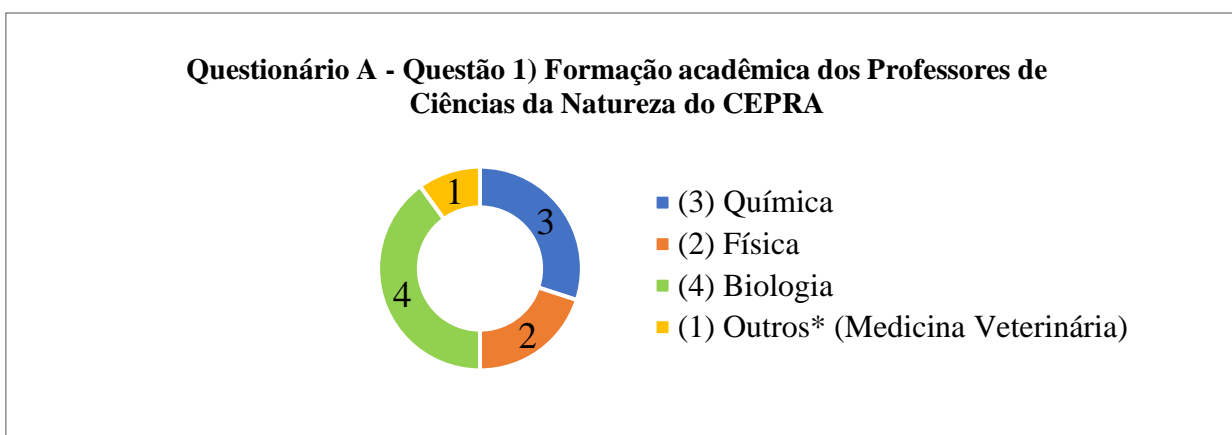


Figura 23 – Resultados da Questão 1 do Questionário (A), formação acadêmica dos Professores de Ciências da Natureza do CEPRA em 2022.

A Figura 23 revela as diferentes formações acadêmicas dos professores de Ciências da Natureza do CEPRA em 2022, todos são servidores de carreira, ou seja, docentes concursados do magistério público estadual do Governo do Estado do Rio de Janeiro.

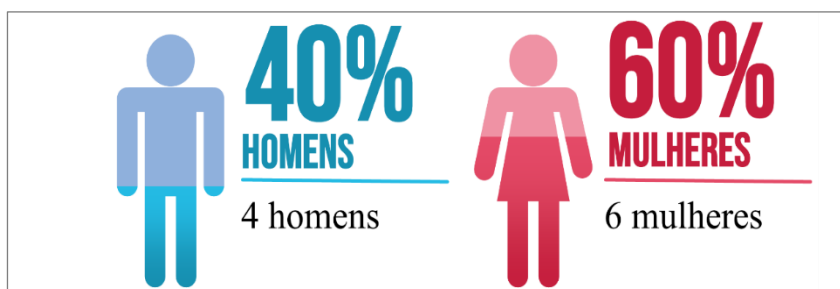


Figura 24 – Percentual de Professores e Professoras de Ciências da Natureza do CEPRA em 2022. Fonte: Observação do pesquisador.

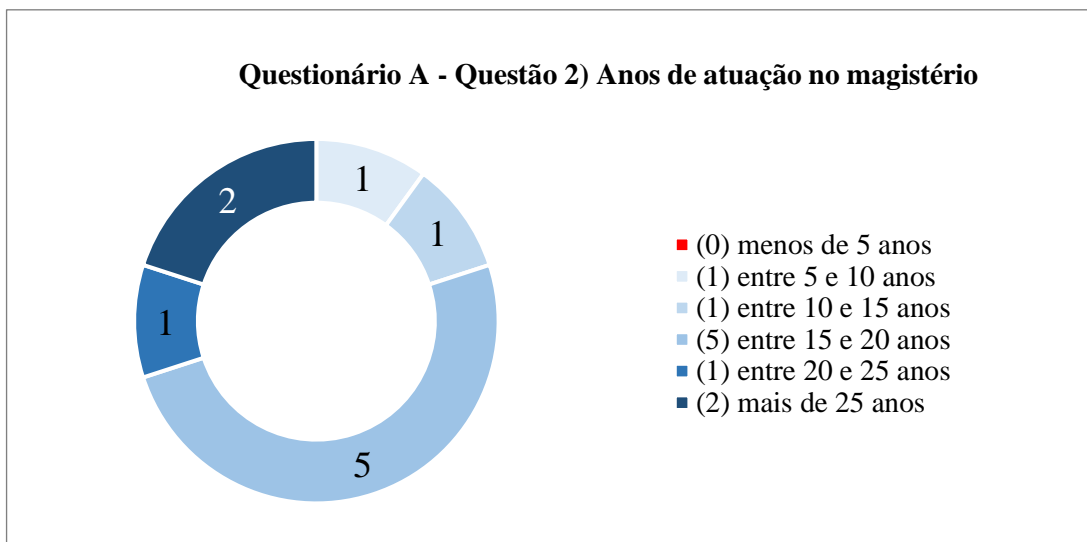


Figura 25 – Resultados da Questão 2 do Questionário (A), docentes do CEPRA, anos de atuação no magistério.

Observando a Figura 25 pode-se afirmar que 70% dos professores que lecionaram disciplinas relacionadas a área de Ciências da Natureza e suas Tecnologias no CEPRA em 2022 possuem mais de 15 anos de atuação no magistério, não necessariamente sendo estes unicamente nesta unidade escolar.

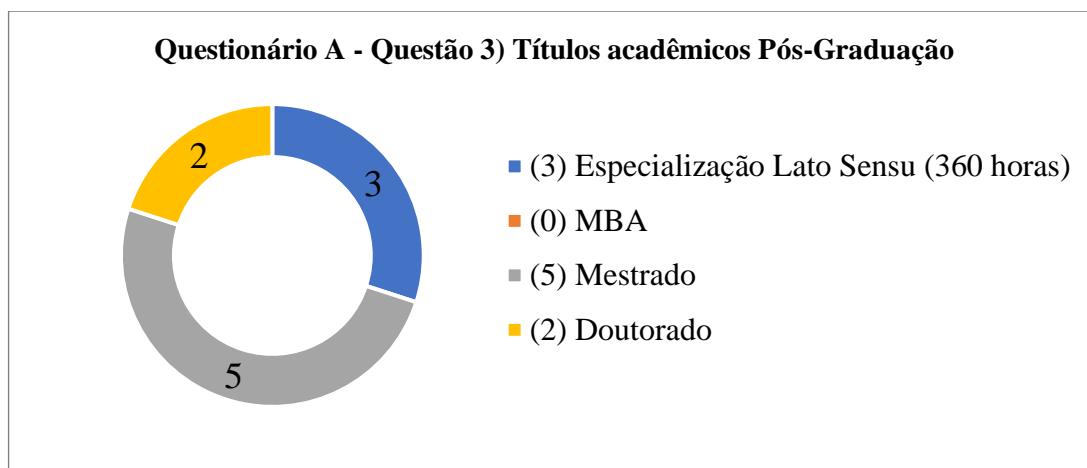


Figura 26 – Resultados da Questão 3 do Questionário (A), títulos acadêmicos dos Professores de Ciências da Natureza do CEPRA em 2022.

A Questões 3 do Questionário (A) demonstra que 100% dos professores entrevistados possuem pós-graduação, sendo 20% doutores e 70% mestres.

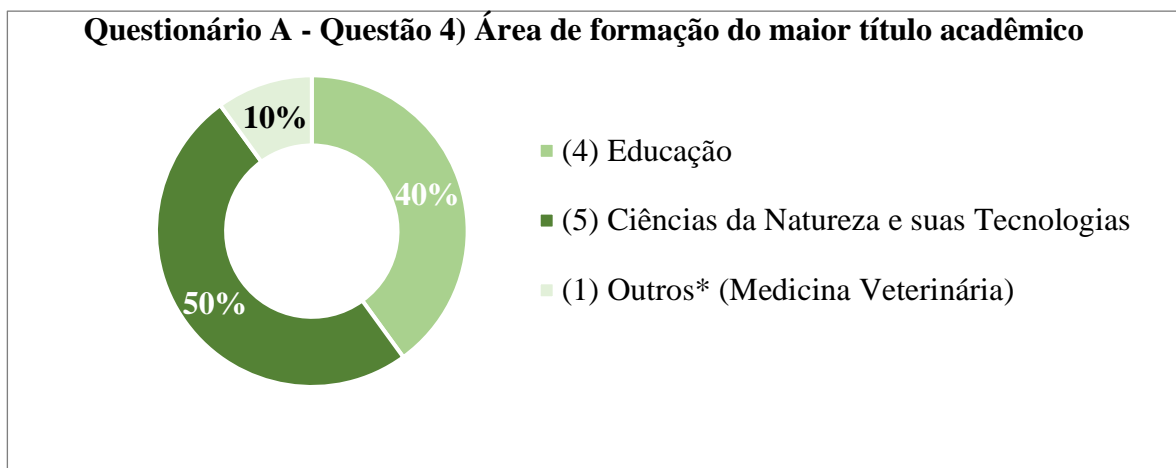


Figura 27 – Resultados da Questão 4 do Questionário (A) área de formação dos títulos acadêmicos de Pós-Graduação dos Professores de Ciências da Natureza do CEPRA em 2022.

A Questões 4 demonstra um equilíbrio entre títulos acadêmicos de pós-graduação em áreas de Ciências da Natureza e áreas educacionais.

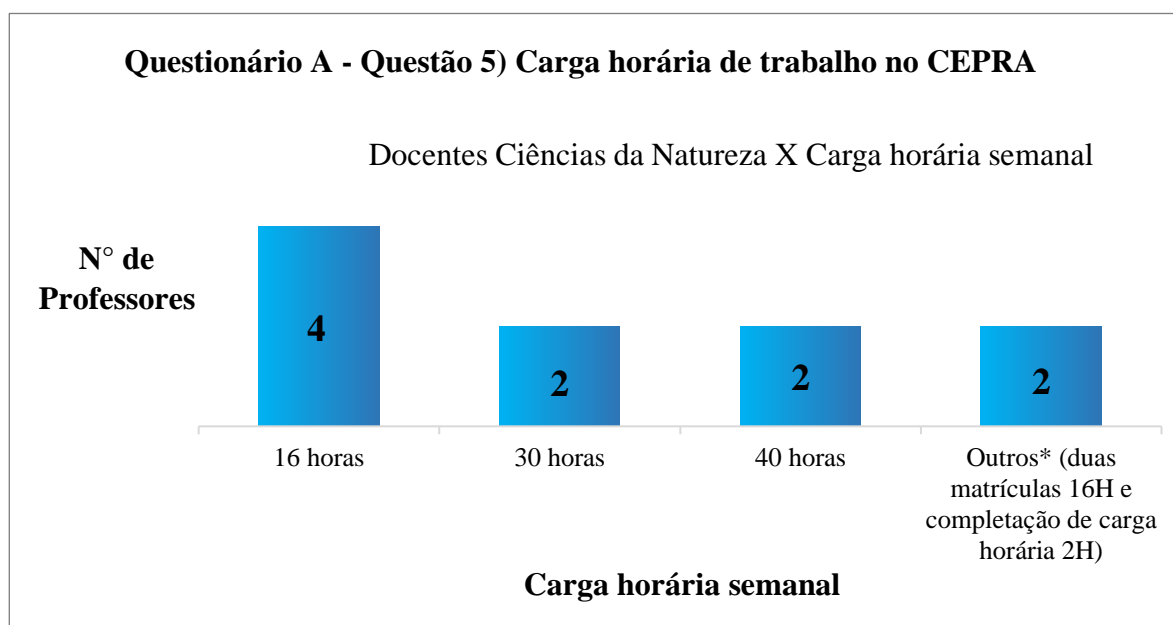


Figura 28 – Resultados da Questão 5 do Questionário (A), carga horária semanal dos professores de Ciências da Natureza no CEPRA em 2022.

A Questão 5 do questionário (A) revela a carga horária semanal dos professores de Ciências da Natureza no CEPRA em 2022. Vale destacar que Decreto nº 48.206 de 16 de setembro de 2022, transformou a jornada de trabalho dos professores ativos docente I de 16 horas semanais para 18 horas semanais em cumprimento a jornada de 1/3 de planejamento, consoante a Lei nº 9.761 de 30 de junho de 2022. Não houve alteração no conteúdo da questão

5 do questionário (A) em virtude ao parecer 5.675.655 emitido pelo Comitê de Ética em Pesquisa aprovando o projeto.

O questionário (B) desta pesquisa foi desenvolvido e dividido em dois questionários idênticos denominado (B1) e (B2), sendo o questionário (B1) aplicado em uma etapa anterior a ao contato com curso C6X9F562 “Metodologias Educativas e de Capacitação para Melhoria da Qualidade dos Recursos Hídricos” e o questionário (B2) uma etapa posterior ao curso, para assim checar o impacto do curso nos professores participantes, ou seja, um feedback pós-curso.

As questões 1, 2 e 3 dos questionários B1 e B2 foram trabalhadas para avaliar se os entrevistados conhecem os recursos hídricos de sua região e se estes recebem contaminação de fontes poluidoras. Estas questões foram desenvolvidas para iniciar a “ponte do saber” da missão, que é uma diretriz que irá responder à pergunta: *Rumo a quê?*

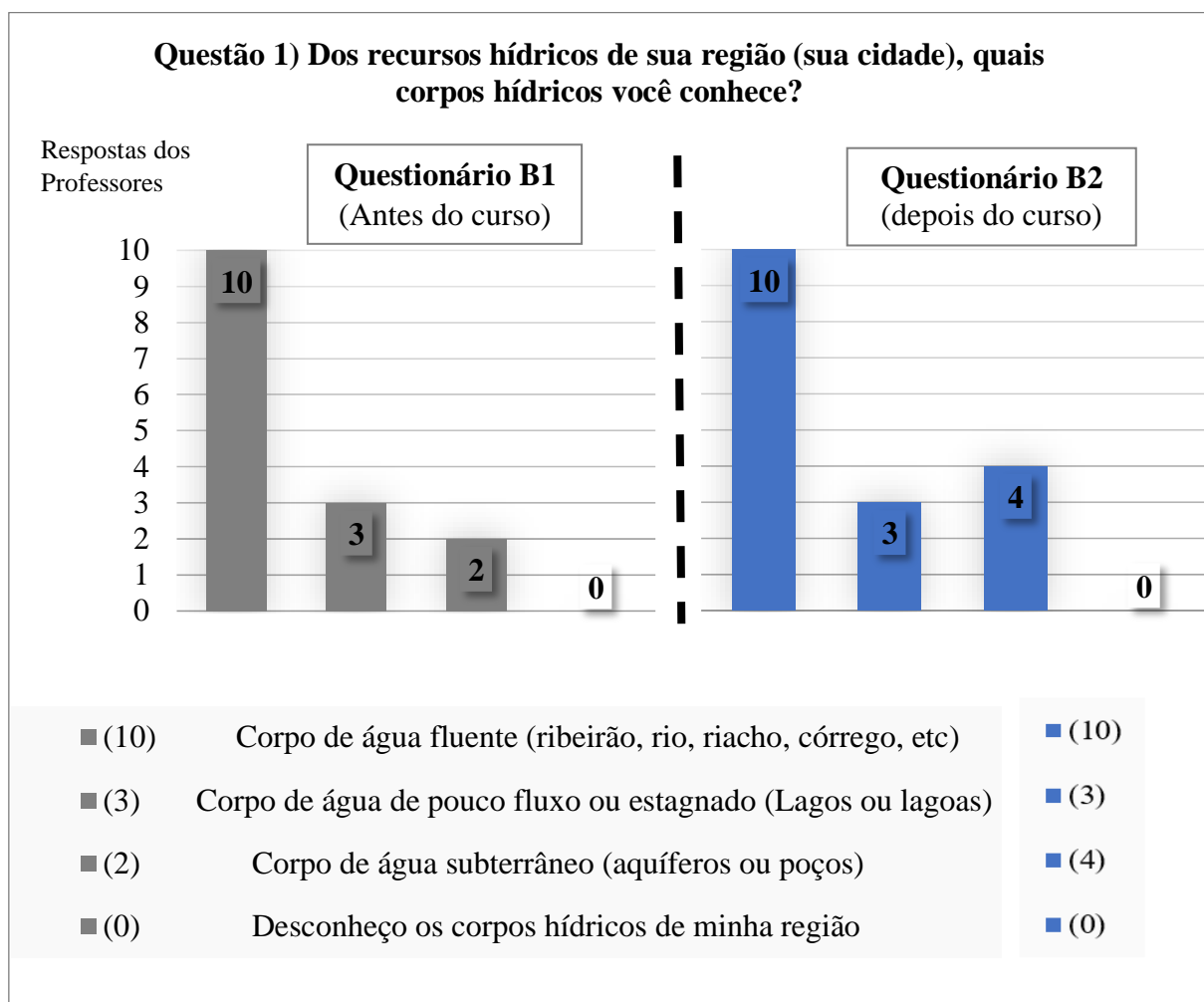


Figura 29 – Resultados da Questão 1 dos Questionários (B1) e (B2), dos recursos hídricos de sua região (sua cidade), quais corpos hídricos você conhece?

Avaliando a Figura 29 é possível verificar que todos os pesquisados reconhecem os corpos hídricos lóticos, massa de água que flui naturalmente pela diferença de nível do terreno, sendo eles, ribeirões, rios, riachos ou córregos. Menos de 50% dos pesquisados conhecem águas subterrâneas de sua região, mesmo após o contato com o curso C6X9F562, sinalizando necessidade de aprofundamento neste seguimento.

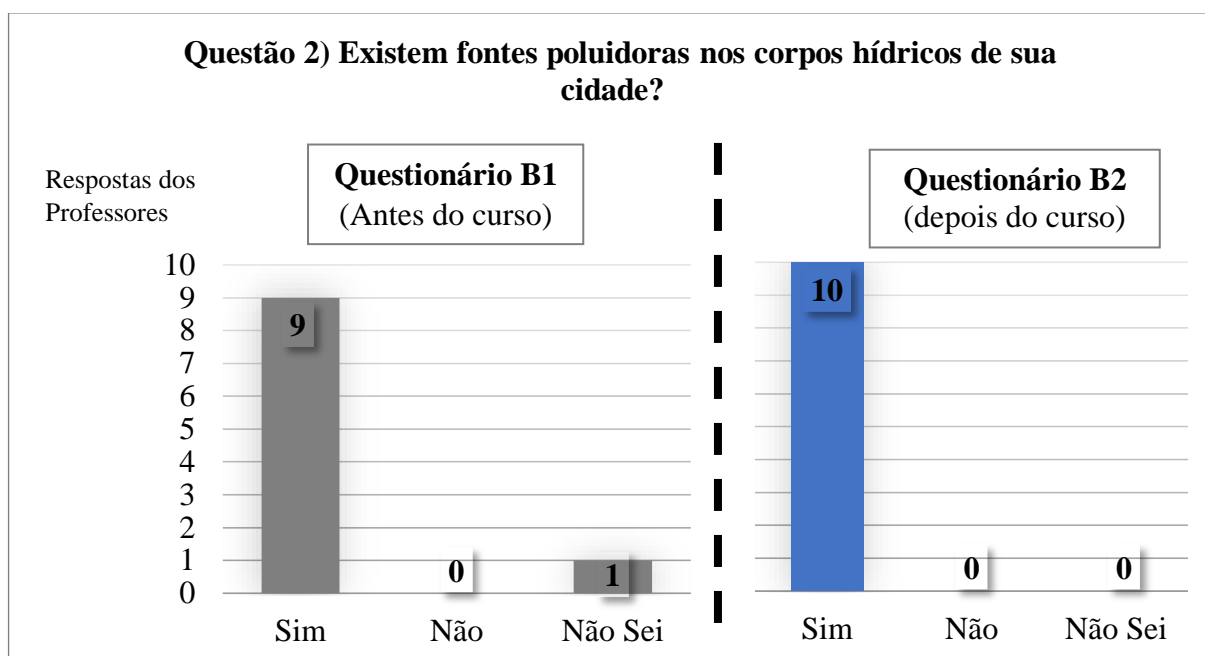


Figura 30 – Resultados da Questão 2 dos Questionários (B1) e (B2), existem fontes poluidoras nos corpos hídricos de sua cidade?

A questão 2 do questionário B1 revela que um pesquisado antes do curso informa não saber da existência de questionário B1, por se tratar de professores de Ciências da Natureza e com Pós-graduação essa resposta pode estar relacionada a dificuldade de qualificação e/ou quantificação dos poluentes da fonte poluidora.

A questão 3 do questionário B é complementar a questão 2 do questionário B, dado o aspecto qualitativo das opções de respostas.

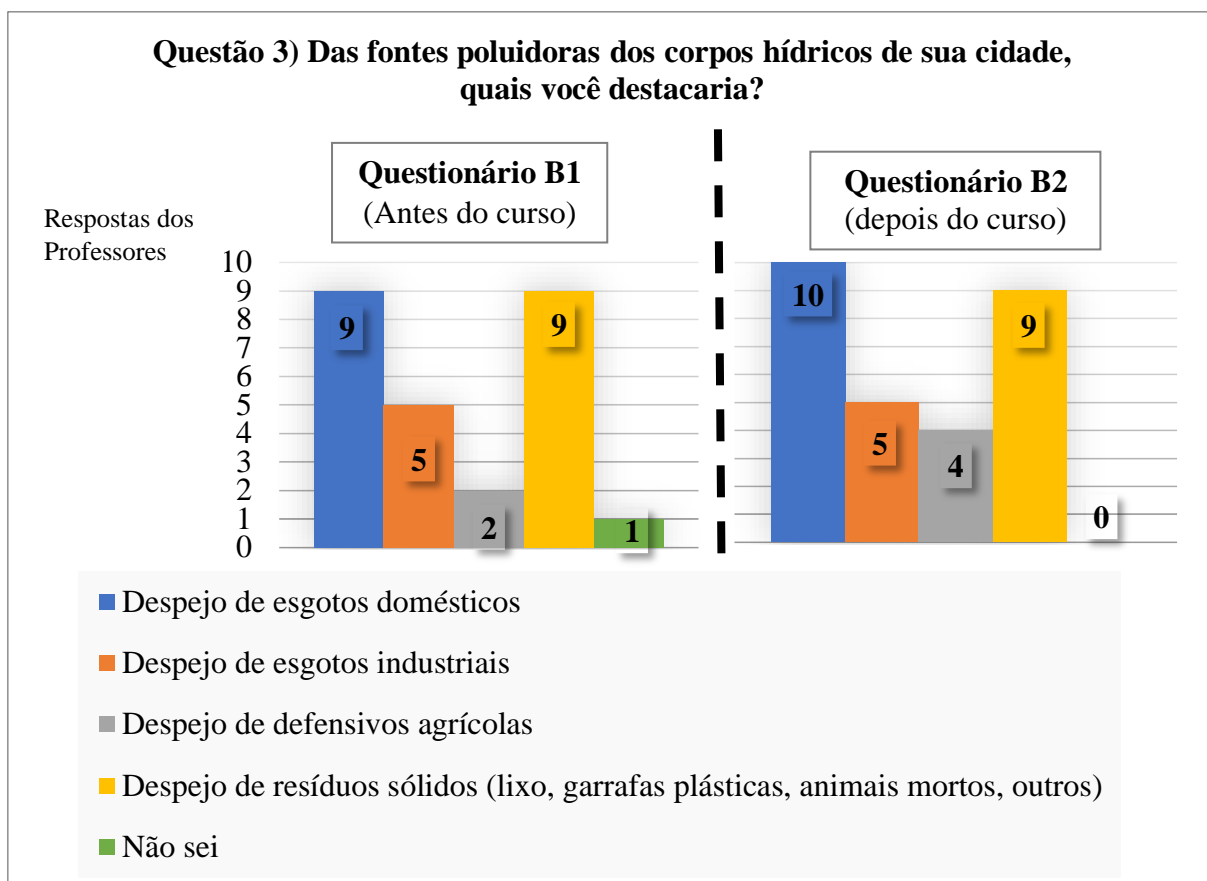


Figura 31 – Resultados da Questão 3 dos Questionários (B1) e (B2), das fontes poluidoras dos corpos hídricos de sua cidade, quais você destacaria?

Comparando as Figuras 30 e 31, pode-se notar que todos os pesquisados passaram a considerar que existem fontes poluidoras nos corpos hídricos de sua cidade após o contato com o curso C6X9F562, graças a ênfase dada no curso, relacionando a poluição por esgoto doméstico, aos baixos índices de saneamento básico do município de Paracambi-RJ e qualidade dos parâmetros do IQA_{NSF} no ponto MC410.

Apesar da grande maioria dos pesquisados reconhecerem os corpos hídricos e diversas fontes poluidoras, já demonstrado nas Figuras 29, 30 e 31, a questão 4-B1 (Figura 32) revela que 60% dos entrevistados classificaram a qualidade dos recursos hídricos de sua região como média e boa, entretanto, na questão 4-B2, 100% dos entrevistados classificaram a qualidade dos recursos hídricos de sua região como ruim ou muito ruim, pois toda sequência didática foi trabalhada utilizando o rio macaco como exemplo.

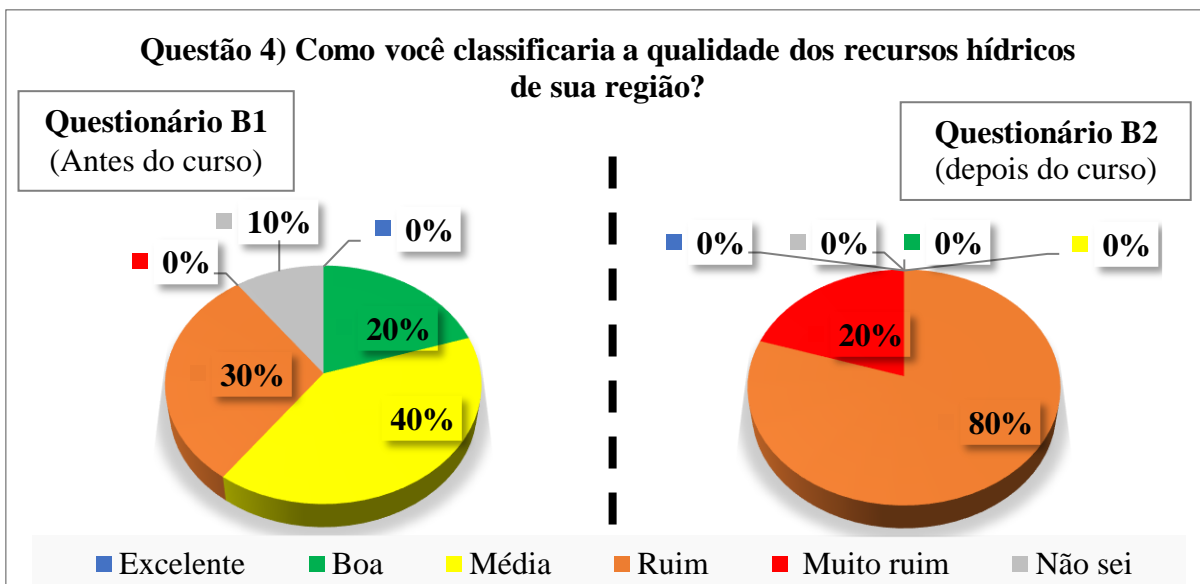


Figura 32 – Resultados da Questão 4 dos Questionários (B1) e (B2), como você classificaria a qualidade dos recursos hídricos de sua região?

De acordo com a Figura 33, na questão 5-B1 ficou evidenciado que a maioria se baseou apenas nas questões sensoriais ligadas aos sentidos da visão e olfato.

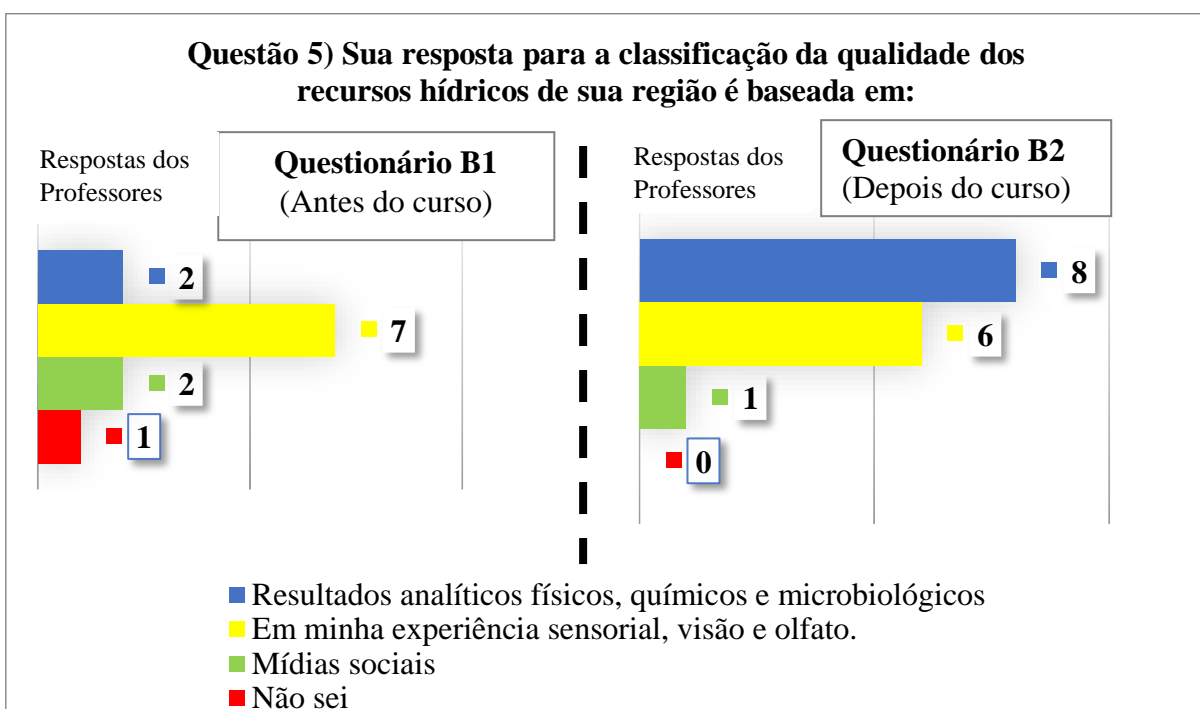


Figura 33 – Resultados da Questão 5 dos Questionários (B1) e (B2), sua resposta para a classificação da qualidade dos recursos hídricos de sua região é baseada em quê?

Na questão 5-B2 é nítido que a maioria não se baseou somente nos sentidos sensoriais da visão e do olfato, mas sim em resultados analíticos, pautados em parâmetros químicos, físicos e biológicos. Estas questões foram desenvolvidas para iniciar a “ponte do saber” da visão, que é uma opção de responder à pergunta: *De acordo com o quê ou quem?*

As Questões 6, 7, 8, 9 e 10 dos questionários B1 e B2 foram elaboradas utilizando respostas com escalas tipo Likert com cinco itens, a Questão 6 tem por objetivo verificar se os professores identificam a melhoria da qualidade dos recursos hídricos como um propósito.

Questão 6) Melhorar a qualidade dos recursos hídricos e garantir sua sustentabilidade é um desafio da humanidade para os próximos anos.

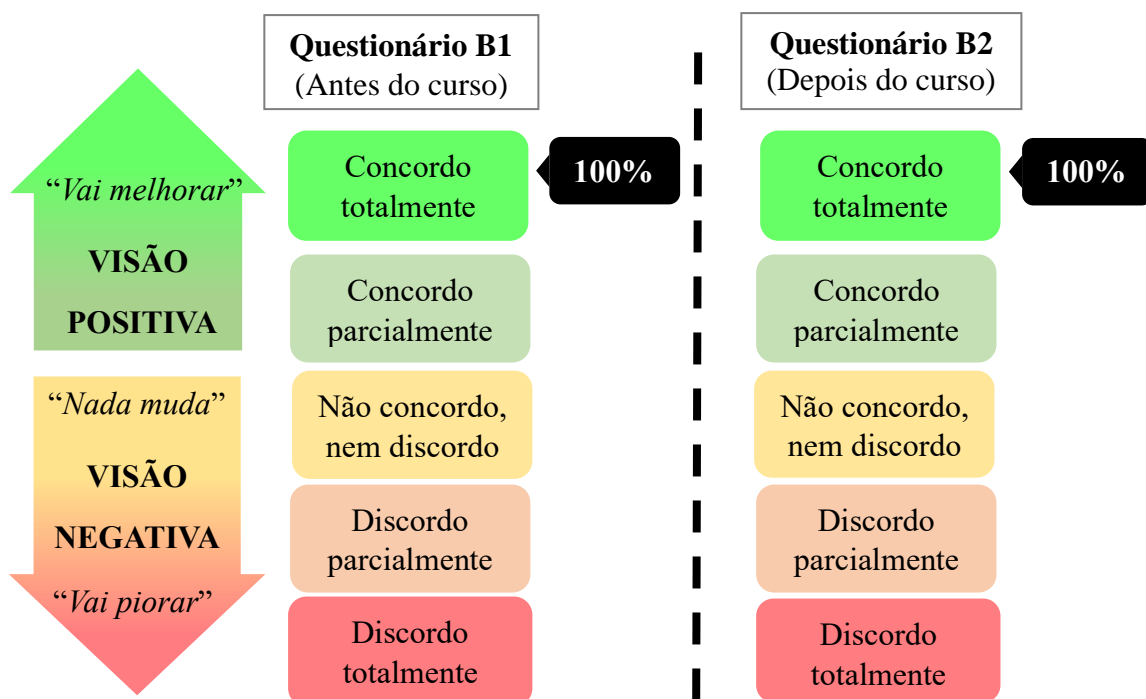


Figura 34 – Resultados da Questão 6 dos Questionários (B1) e (B2).

De forma unânime, 100% dos pesquisados concordam totalmente com a afirmativa, mesmo antes de terem contato com o curso. Este resultado não foi surpresa, por se tratar de um universo de pessoas com pós-graduação que atuam no ensino de Ciências da Natureza.

Questão 7) A longo prazo, as condições ambientais dos recursos hídricos de sua região irão melhorar.

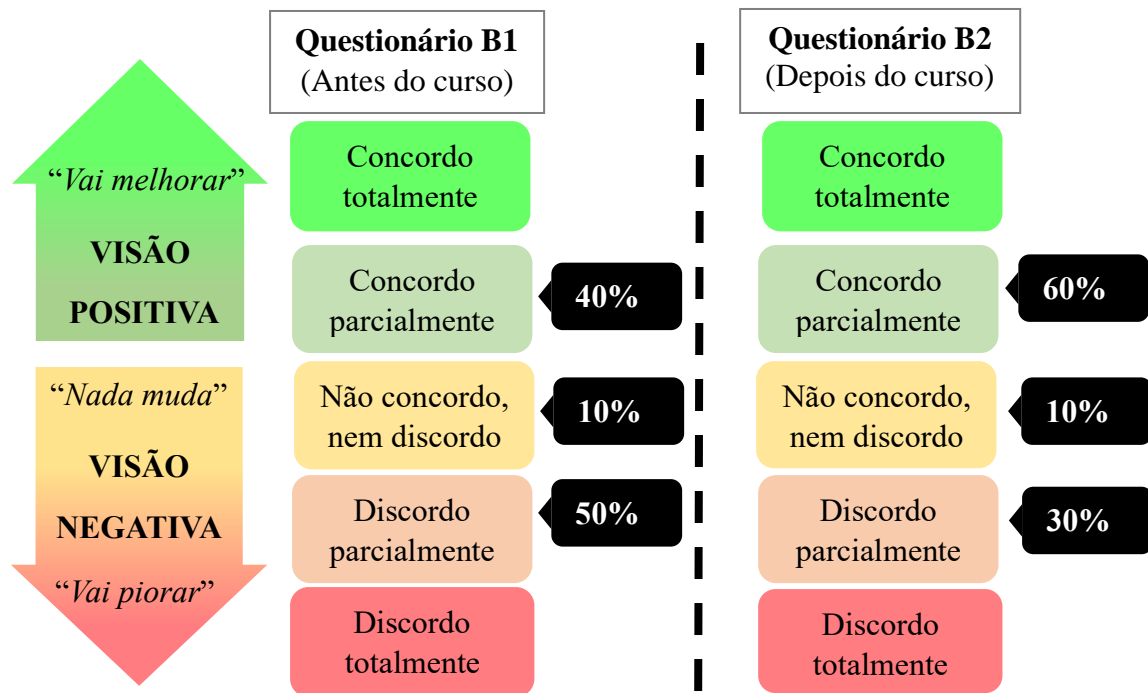


Figura 35 – Resultados da Questão 7 dos Questionários (B1) e (B2).

A questão 7 apresentou resultados diferenciados antes e após o contato com o curso C6X9F562, este resultado está diretamente relacionado ao grau de conscientização do pesquisado. Logo após a “ponte do saber” da visão, que é uma opção de responder à pergunta: *De acordo com o quê ou quem?* O pesquisado muda de resposta, pois muda sua ótica, saindo de resultados baseados nas questões sensoriais dos sentidos humanos, para valores de base científica, pautando sua opinião numa avaliação pessoal fundamentada em parâmetros químicos, físicos e biológicos, condizendo mais fielmente à realidade local do corpo hídrico em destaque.

Questão 8) É possível melhorar a qualidade dos recursos hídricos através de metodologias educativas.

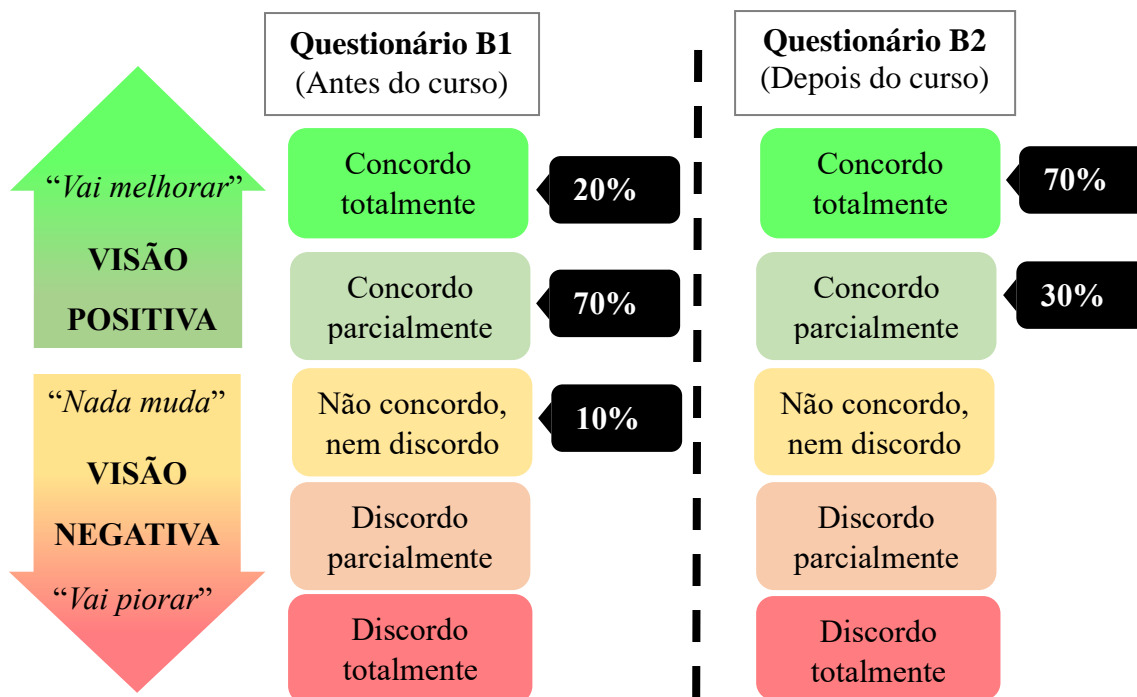


Figura 36 – Resultados da Questão 8 dos Questionários (B1) e (B2).

A questão 8 apresentou resultados mais significativos, conforme esperado com a aplicação do curso C6X9F562, demonstrando que o entendimento sobre o Pensamento Sistêmico centrado em metodologias educativas pode promover mudanças, pois através do prisma do curso, os pesquisados passaram a ter uma visão mais positiva.

Questão 9) O ensino de química utilizando a classificação de corpos hídricos pode auxiliar na melhoria desse recurso natural.

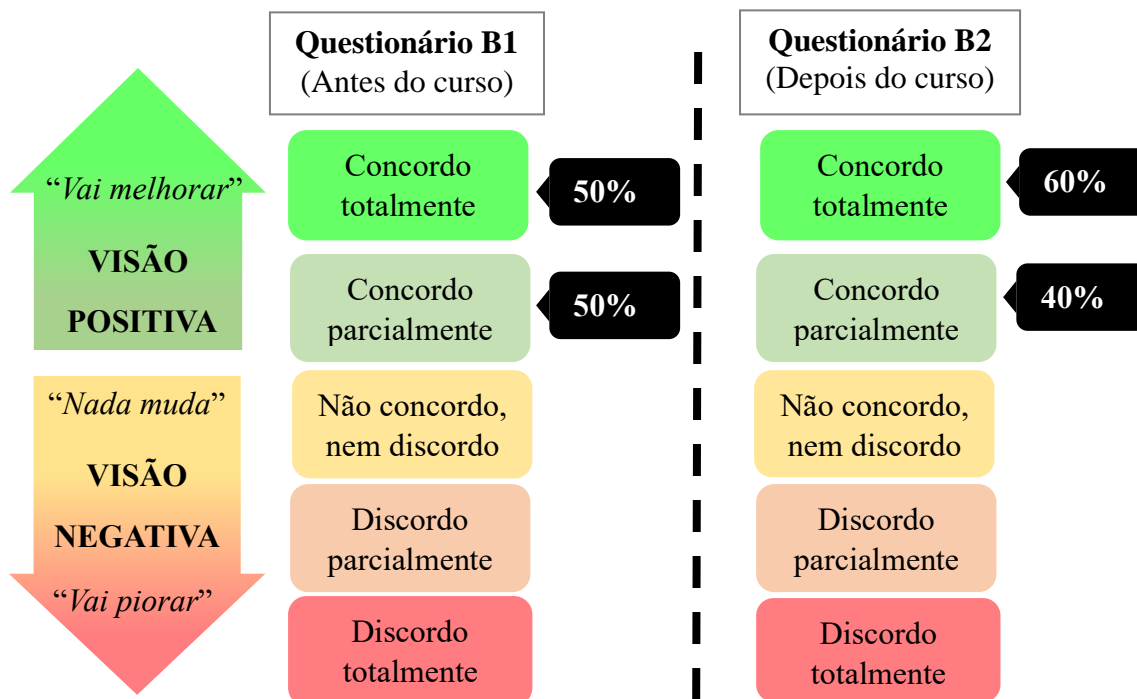


Figura 37 – Resultados da Questão 9 dos Questionários (B1) e (B2).

Torralbo (2009) demonstrou que os professores da educação básica, de maneira geral, estão presos a uma sequência de organização de conteúdos tradicionais, subordinando-se a uma sucessão de conteúdos previamente estabelecida, ou tratam o tema de maneira simplista, sem que sejam estabelecidas relações conceituais e com a vida do aluno.

Nesta pesquisa, os professores entrevistados apresentaram uma visão positiva sobre o ensino de química pode auxiliar na melhoria do recurso hídrico natural, mesmo antes ou após o contato com o curso C6X9F562. Esta questão está relacionada à “ponte do saber” dos valores, respondendo à pergunta: *De que maneira?* Fazendo conexão entre as metodologias educativas e as áreas do conhecimento.

A pergunta: *De que maneira?* Torna claro a ideia de meio, ela poderia ser substituída por *como?* Ou *através de quê?* Demonstrando que os valores são formas de atingir o propósito, não o propósito em si.

Questão 10) A qualidade dos recursos hídricos tem impactos reais e diretos na sociedade.

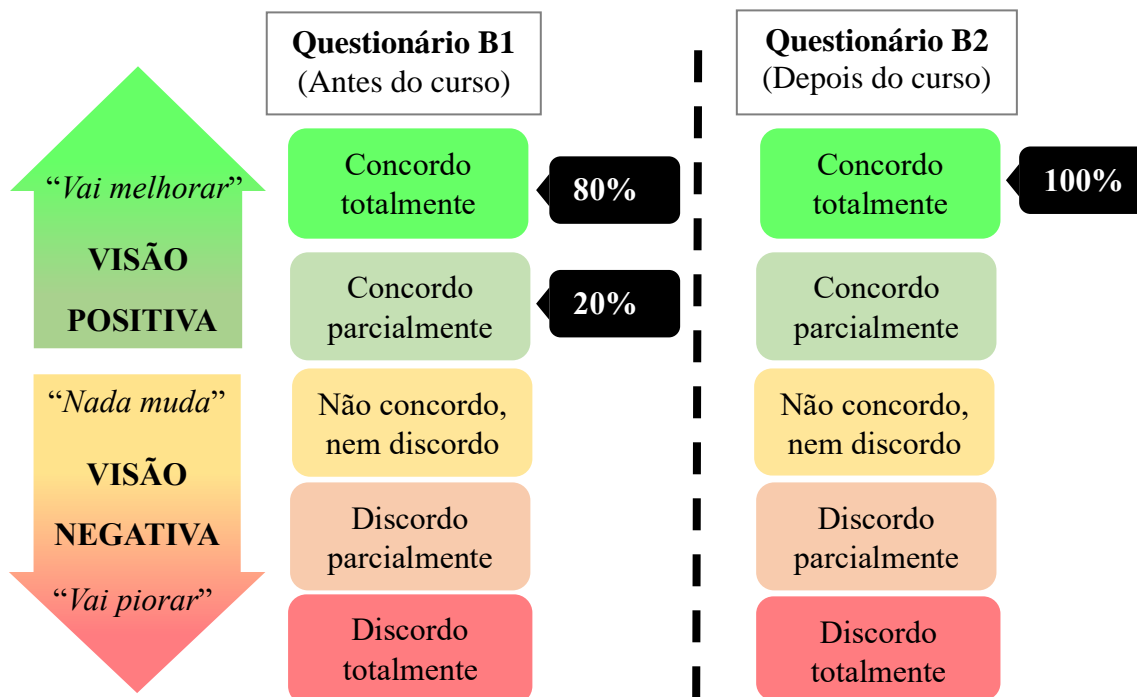


Figura 38 – Resultados da Questão 10 dos Questionários (B1) e (B2).

SANTOS e RODRIGUES (2018) apresentam que os recursos hídricos permitem abordar conteúdos químicos e ampliá-los com a exploração de aspectos socioambientais.

A questão 10 está relacionada à “ponte do saber” da conscientização, fechando assim, o modelo esquemático do Pensamento Sistêmico Centrado em Metodologias Educativas e verificando o efeito esperado do curso C6X9F562 nos participantes dessa pesquisa.

Entendendo as ideias de CAPRA (1997) nota-se que a busca por relações causais simples entre partes isoladas é oposta ao Pensamento Sistêmico, e limitam a compreensão de um fenômeno dentro de um contexto. Seguindo esta linha de pensamento e aplicando-a no modelo do “*Pensamento sistêmico centrado em metodologias educativas*” através das “*pontes do fazer*”, pode-se avaliar que os trabalhos de QUADROS (2004), SANTOS e RODRIGUES (2018) e RIBEIRO, L. C, DOS ANJOS, V. H.A e DOS ANJOS D.S.C. (2021) estão voltados para área do conhecimento, em especial ao ensino de química e sua interdependência com as metodologias educativas, conforme o esquemático a seguir (Figura 39),

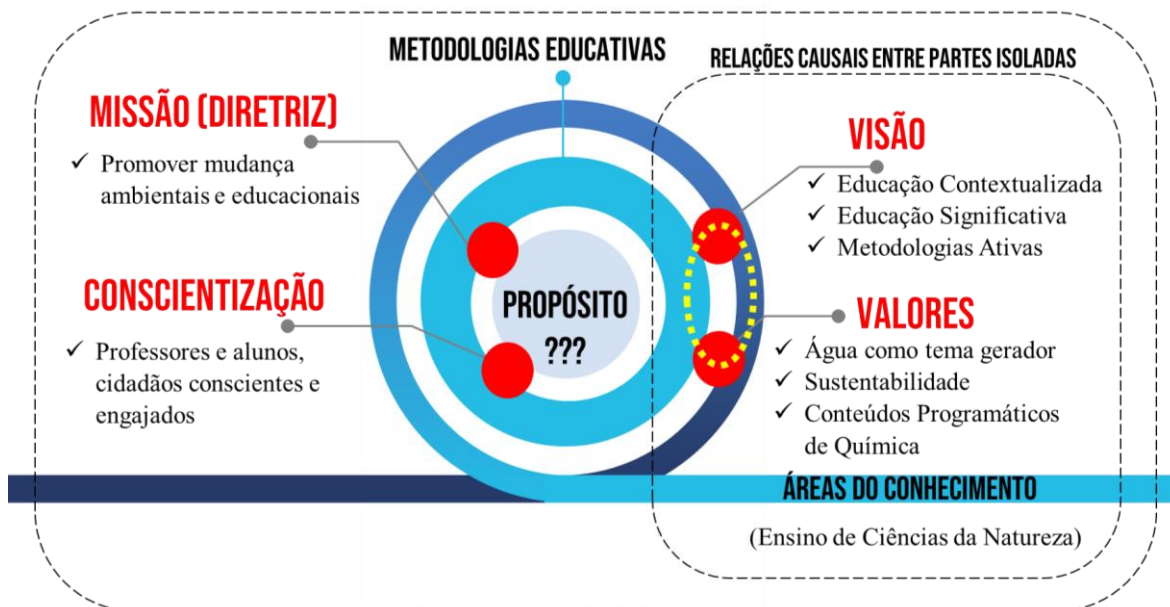


Figura 39 – Relação de interdependência entre as áreas do conhecimento e as metodologias educativas sem atingir o propósito. Fonte: Autoria própria.

A relação de interdependência entre as áreas do conhecimento e as metodologias educativas sem atingir um propósito estabelecem relações causais entre partes isoladas, comumente relatada entre professores de Ciências da Natureza, pois os alunos apresentam dificuldades de relacionar conteúdos programáticos de química com ações cotidianas, por melhores que sejam as metodologias educativas aplicadas pelos professores.

Todo arcabouço deste trabalho foi focado na elaboração de uma ferramenta metodológica e em seu impacto nos participantes da pesquisa desenvolvida nesta dissertação de mestrado. A ferramenta proposta é o curso C6X9F562, intitulado “Metodologias Educativas e de Capacitação para Melhoria da Qualidade dos Recursos Hídricos” e registrado na Biblioteca Nacional de Registros do Brasil (BNRB) como um curso livre de qualificação continuada para professores de Ciências da Natureza e Suas Tecnologias, e produto do mestrado PROFQUI-UFRRJ.

A metodologia do curso está alinhada às competências gerais da BNCC (2018), que são: conhecimento; pensamento científico, crítico e criativo; repertório cultural; comunicação; cultura digital; trabalho e projeto de vida; argumentação; autoconhecimento e autocuidado; empatia e cooperação; responsabilidade e cidadania. Assim como, aos desafios dos ODS Brasil.

O tema recursos hídricos na sociedade brasileira é elitizado e teórico, vide que dentre dos 17 desafios dos ODS Brasil, o objetivo Água potável e Saneamento destacou-se,

produzindo indicadores em curto espaço de tempo. As riquezas hidrográficas brasileiras são amplamente difundidas na sociedade brasileira, os estudos relacionados ao meio ambiente e utilização deste recurso natural também, fazendo com que o Brasil tenha pesquisas e pessoas altamente qualificadas neste setor. Contudo, as problemáticas ambientais relacionadas aos recursos hídricos são reais, principalmente nos centros urbanos brasileiros, pois é facilmente identificado o desequilíbrio ecológico através dos sentidos humanos da visão e olfato, contudo, estes cenários passam a fazer parte do dia a dia do cidadão, passando a aplacar o propósito de melhoria.

Frente aos desafios aqui apresentados a proposta de solução por escala definida pela ANA/PNUMA, motivaram totalmente o tema desta pesquisa METODOLOGIAS EDUCATIVAS E DE CAPACITAÇÃO PARA MELHORAR A QUALIDADE DOS RECURSOS HÍDRICOS, propondo a implementação de uma ferramenta educativa (Curso C6X9F562) para professores do ensino médio, que viabilize a produção de novos Itinerários Formativos e/ou o ensino química da BNCC seguindo os princípios do “*Pensamento sistêmico centrado em metodologias educativas*” através das “*pontes do fazer*”, conforme o esquemático a seguir demonstrado na Figura 40.

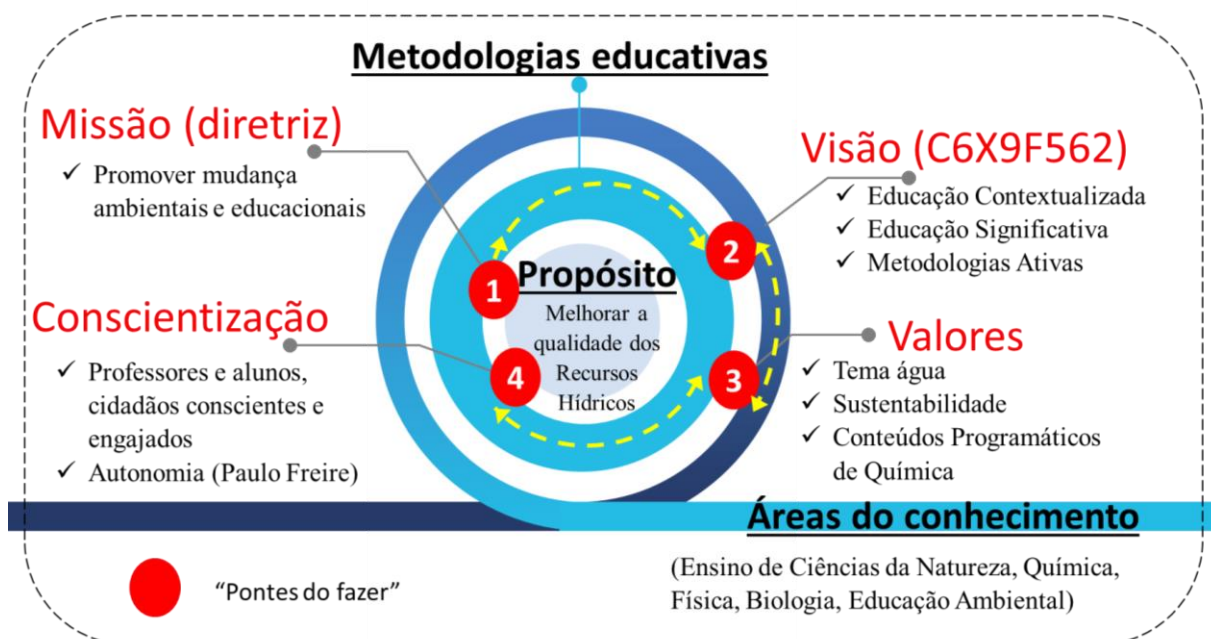


Figura 40 – “*Pensamento sistêmico centrado em metodologias educativas*” através das “*pontes do fazer*”. Fonte: Autoria própria

6 – CONCLUSÕES

A formação de um cidadão consciente sobre a necessidade de cuidar da água, associada à Pedagogia da autonomia de Paulo Freire, propiciam ao professor do ensino médio uma reorientação do ensino de química, utilizando a melhoria da qualidade da água de rios como propósito individual, coletivo e sistêmico.

A rigorosidade metódica utilizada neste trabalho está pautada em respeitar todas as questões éticas da pesquisa e em referências científicas sobre os desafios ambientais relacionadas aos recursos hídricos, estruturando uma proposta motivadora para melhorar a qualidade dos recursos hídricos na região dos pesquisados, pois estes educadores com vastas qualificações e experiências profissionais foram impactados positivamente pela ferramenta metodológica apresentada nesta pesquisa, e conseqüentemente, acredita-se que suas condutas pelas trilhas do conhecimento poderão culminar numa reorientação do ensino de química, auxiliando o projeto de vida de seus alunos e por conseguinte favorecer uma maior e melhor participação destes indivíduos em diversos nichos da sociedade.

A pesquisa desta dissertação de mestrado demonstrou de forma nítida que os professores capacitados pelo curso Metodologias Educativas e de Capacitação para Melhoria da Qualidade dos Recursos Hídricos - C6X9F562 perceberam a importância da química dentro tema água. Avaliando os resultados é de notória percepção que o propósito de melhorar a qualidade dos recursos hídricos é uma alternativa interessante para abordar os conteúdos programáticos do ensino de ciências da natureza na educação básica.

O pensamento sistêmico centrado em metodologias educativas através das “pontes do fazer” associado aos princípios da autonomia de FREIRE possibilitam que professores e alunos desfrutem de mudanças sociais significativas na realidade local, seja na sala de aula de sua unidade escolar e no meio ambiente aquático de sua cidade.

A ferramenta metodológica desenvolvida nesta pesquisa é facilmente ajustada a qualquer realidade local de professores e alunos do Estado do Rio de Janeiro ou para outros estados brasileiros, podendo ser utilizada como um Itinerário Formativo na área de Ciências da Natureza e Suas Tecnologias, ou adaptada para outros propósitos como a melhoria da qualidade do ar, do solo, das fontes energéticas e outros.

7 – REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABNT. Gestão de Riscos – Princípios e diretrizes. NBR ISO 31000. Associação Brasileira de Normas Técnicas. 2018.

ANA, Agência Nacional de Águas (Brasil). Cuidando das águas: soluções para melhorar a qualidade dos recursos hídricos / Agência Nacional de Águas, Programa das Nações Unidas para o Meio Ambiente. 2. ed. Brasília: ANA, 2013.

ANA. Indicadores de Estado Trófico. Disponível em: <<http://pnqa.ana.gov.br/indicadores-estado-trofico.aspx>> Consultado em maio/2022> acessado em 09/05/2021.

ANA. Atlas Esgostos. Disponível em: <<http://atlasesgotos.ana.gov.br/#:~:text=No%20Brasil%2C%2043%25%20da%20popula%C3%A7%C3%A3o,coleta%20nem%20tratamento%2C%20isto%20%C3%A9%2C>> acessado em 31/03/2023.

ANTUNES, Paulo Bessa. Direito Ambiental. 14^o ed., revista, atualizada e ampliada. Rio de Janeiro: Lúmen júris, 2006.

APHA (2022). Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater, American Public Health Association, American Water Works Association, Water Environmental Federation, 24th ed. Washington.

BRASIL, Ministério da Saúde do Brasil - Ofício circular 02 de 2021 do CONEP/SENS/MS. Disponível em: <http://conselho.saude.gov.br/images/Oficio_Circular_2_24fev2021.pdf> acessado em 27/09/2022

BRASIL, Ministério da Educação – Base Nacional Comum Curricular. Disponível em: <http://basenacionalcomum.mec.gov.br/images/historico/BNCC_EnsinoMedio_embaixa_site_110518.pdf> acessado em 05/01/2021.

BRASIL, Novo marco regulatório do saneamento (Lei n^o 14.026, de 15 junho de 2020).

BRASIL, Resolução CONAMA n^o357, de 17 de março de 2005. Classificação de águas, doces, salobras e salinas do Território Nacional. Publicado no D.O.U.

CAPRA, Fritjof. A Teia da Vida - Uma Nova Compreensão Científica dos Sistemas Vivos. São Paulo, Cultrix/Amana-key, 1996.

DALMORO, Marlon e VIEIRA, Kelmara Mendes - Dilemas na Construção de Escalas Tipo Likert: O Número de Itens e a Disposição Influenciam nos Resultados? Revista Gestão Organizacional, vol. 6 - Edição Especial – 2013.

FREIRE, Paulo. Pedagogia da autonomia: saberes necessários à prática educativa. São Paulo: Paz e Terra, 2004.

GIL, Antonio Carlos. Como Elaborar Projetos de Pesquisas. 4^o ed., editora Atlas S.A. 2002.

IBEG, Catálogo ID1754, Código municipal: 3303609, Disponível em: <<https://biblioteca.ibge.gov.br/biblioteca-catalogo>> acessado em 15/07/2022.

INEA – Monitoramento Sistemático dos Rios do Estado do Rio de Janeiro - RH II – Guandu - QA_{NSF} médio - Período consolidado 2012/2022 disponível em: <<http://www.inea.rj.gov.br/wp-content/uploads/2023/02/INEA-IQA-M%C3%A9dia-RH-II-2012-2022.pdf>>. Acessado em 31/03/2023.

INEA – IQA, disponível em <<http://www.inea.rj.gov.br/wp-content/uploads/2019/04/IQA-NSF-Methodologia-Qualidade-de-%C3%81gua.pdf>>. Acessado em 31/03/2023.

INEA – Dados brutos IQA (Índice de Qualidade de Água) rio Macacos, ponto de amostragem MC410, disponível em <<http://www.inea.rj.gov.br/wp-content/uploads/2023/01/Dados-Brutos-2022-RH-II-NH3.pdf>> Acessado em 31/03/2023.

INEA – Pontos de coleta da rede monitoramento na RH-II, disponível em: <<http://www.inea.rj.gov.br/wp-content/uploads/2021/08/Esta%C3%A7%C3%B5es-de-Monitoramento-Atualiza%C3%A7%C3%A3o-AGO2021-%C3%81guas-Interiores.pdf>> Acessado em 31/03/2023.

Plataforma Brasil – Unidade Técnica, Manual de Usuário, módulo pesquisador, versão 3.2, 2021. Disponível em: <http://conselho.saude.gov.br/images/comissoes/conep/documentos/PLATAFORMA_BRASIL_MANUAIS/2_-_Manual_CEP_-_Vers%C3%A3o_3.2.52.PDF> Acessado em 07/09/2022.

PERH Guandu – Plano Estratégico de Recursos Hídricos das Bacias Hidrográficas dos rios Guandu, da Guarda e Guandu Mirim, Guandu Comitê de Bacia Hidrográfica, 2017

PORVIR.ORG, Inovações em Educação, site eletrônico <<https://porvir.org/novo-ensino-medio-entenda-os-itinerarios-formativos/>> redação de 11/04/2019.

Organização das Nações Unidas. Resolução da Assembleia Geral (A/RES/70/1), de 25 de setembro de 2015. Transformando Nosso Mundo: A Agenda 2030 para o Desenvolvimento Sustentável. Disponível em: <https://www.un.org/ga/search/view_doc.asp?symbol=A/RES/70/1&Lang=E>

QUADROS, Ana Luiza de. A água como tema gerador do conhecimento químico. Química Nova na Escola, n.20, p.26-31, 2004.

SEEDUC-RJ – Catálogo de Itinerários Formativos 2022. Disponível em: <<https://novoensinomedio.educacao.rj.gov.br/catalogos>> Acessado em 31/03/2023.

RIBEIRO, L. C, DOS ANJOS, V. H.A e DOS ANJOS D.S.C. – A água como tema gerador do conhecimento químico: construindo um ensino-aprendizado contextual e cidadão no ensino de Química – 2021.

SANTOS, Julio Gomes dos; RODRIGUES, Cae. Educação ambiental no ensino de química: a “água” como tema gerador. Revista Eletrônica do Mestrado em Educação Ambiental, Rio

Grande, v. 35, n. 2, p. 62-86, maio/ago. 2018. Disponível em: <https://periodicos.furg.br/remea/article/view/7643/5375>. Acesso em: 03/01/2022.

SILVA, José Afonso. Direito Ambiental Constitucional. 8ª ed. São Paulo: Malheiros, 2010.

TORRALBO, Daniele. O tema água no ensino: a visão de pesquisadores e de professores de Química. 2009. 141 páginas. Dissertação (Mestrado em Ensino de Química) – Universidade de São Paulo, São Paulo, 2009.

TORRALBO, Daniele; MARCONDES, Maria Eunice. R. A “Água” como tema ambiental no ensino de Química: o que pensam os pesquisadores. REMEA - Revista Eletrônica do Mestrado em Educação Ambiental, v. 22, S.1, p.1517-1256, 2009.

TORRES, Gênesis – História da Baixada Fluminense, Disponível em: <<https://baixadafacil.com.br/historia-da-baixada>> acessado em:15/07/2022.

UFRRJ - Manual de instruções para organização e apresentação de dissertações e teses, 2006.

8 – APÊNDICE

8.1 – Caderno de Capacitação do Curso

CADERNO DE CAPACITAÇÃO

CURSO: *“Metodologias Educativas e de Capacitação para Melhoria da Qualidade dos Recursos Hídricos”*



Wellis Rodrigo da Silva Costa

2022

ESTRUTURA DO CURSO

PROFESSOR	WELLIS RODRIGO DA SILVA COSTA
INSTITUIÇÃO	COLÉGIO ESTADUAL PRESIDENTE RODRIGUES ALVES - CEPRA
CURSO	METODOLOGIAS EDUCATIVAS E DE CAPACITAÇÃO PARA MELHORIA DA QUALIDADE DOS RECURSOS HÍDRICOS
PÚBLICO ALVO	Professores de Ciências da Natureza e suas Tecnologias do CEPRA

TEMA: Metodologias Educativas e de Capacitação para Melhoria da Qualidade dos Recursos Hídricos

PALAVRAS CHAVES: Recursos hídricos, Ensino de Ciências da Natureza e suas Tecnologias, reorientação do ensino de química, Itinerários Formativos.

OBJETIVO: Enriquecer o ensino na área de Ciências da Natureza e suas Tecnologias.

OBJETIVOS ESPECÍFICOS:

Desenvolver uma reorientação do ensino de química, para que os professores possibilitem os estudantes a identificar interesses, aptidões e objetivos, ajudando o educando no desenvolvimento de sua autonomia, assim como, conectar suas escolhas com seus projetos de vida.

Contribuir com a pesquisa desenvolvida pelo Professor Wellis Rodrigo da Silva Costa no Programa de Mestrado Profissional em Química – PROFQUI/UFRRJ para que seja adequadamente submetida como requisito parcial para obtenção do grau de Mestre em Química.

METODOLOGIA: Aplicação de uma ferramenta metodológica, educativa e de capacitação visando a Melhoria da Qualidade dos Recursos Hídricos de uma região, através da sequência a seguir.

- ETAPA 1 – Entendimento sobre a Resolução CONAMA 357
- ETAPA 2 – Entendimento sobre a região hidrográfica na qual o grupo a ser pesquisado está inserido
- ETAPA 3 – Entendimento sobre ponto de amostragem e rede de monitoramento
- ETAPA 4 – Buscar fontes regulamentadas que apresentem os dados de parâmetros Físico-químicos e biológicos estabelecidos na Resolução CONAMA 357
- ETAPA 5 – Correlacionar os dados obtidos na ETAPA 1 com os corpos hídricos da ETAPA 3 e estabelecer enquadramentos
- ETAPA 6 – Buscar fontes regulamentadas que apresentem diretrizes e propostas de enquadramento do corpo hídrico

- ETAPA 7 – Estabelecimento de condições ambientais

DURAÇÃO E PLANEJAMENTO:

Etapa Pré-curso: responder um instrumento de coleta de dados que será um questionário com questões fechadas e com possibilidade de escrita livre para algumas perguntas, onde o método de análise de dados será numa abordagem qualitativa através da análise descritiva (exploratória). (10 minutos).

O Curso de Metodologias Educativas e de Capacitação para Melhoria da Qualidade dos Recursos Hídricos foi planejado para ser administrado em três blocos de 60 minutos, com objetivo de conhecer melhor os participantes, numa abordagem real de suas práticas pedagógicas, estimulando à mente investigadora do pesquisado, buscando maior aprendizado, identificando tendências com relação a novas abordagens para o ensino de química e alternativas para melhoria dos recursos hídricos de sua região.

BLOCO 1:

1º Momento: Através de slides contextualizar a carga horária do Novo Ensino Médio, BNCC e Itinerários Formativos. (5 minutos)

2º Momento: Apresentar os quadros utilizados na dissertação para detalhar os Itinerário Formativos, seus objetivos, eixos estruturantes, impacto na vida do estudante, competências, conhecimento, habilidades e capacidades. (15 minutos)

3º Momento: Entendimento sobre a Resolução CONAMA 357, utilizando um documento pdf do documento oficial do Ministério do Meio Ambiente do Brasil e alguns recortes dos documentos que estão na apresentação dos slides. Focando nos termos e definições da resolução, onde das treze classificações possível, iremos nos restringir as cinco classes das águas doces. (20 minutos – ETAPA-1 da metodologia)

4º Momento: Entendimento sobre a região hidrográfica na qual está inserido (5 minutos – ETAPA-2 da metodologia)

5º Momento: Entendimento sobre ponto de amostragem e rede de monitoramento, acessando via internet o site do INEA. (10 minutos – ETAPA-3 da metodologia).

6º Momento: 1º Intervalo (15 minutos, pausa para um café)

BLOCO 2:

1º Momento: Buscar fontes regulamentadas que apresentem os dados de parâmetros Físico-químicos e biológicos estabelecidos na Resolução CONAMA 357 para o rio dos Macacos, acessando via internet o site do INEA. (10 minutos – ETAPA-4 da metodologia).

2º Momento: Correlacionar os dados obtidos na ETAPA-1 com os corpos hídricos da ETAPA-3 e estabelecer enquadramentos. (10 minutos – ETAPA-5 da metodologia).

3º Momento: Buscar fontes regulamentadas que apresentem diretrizes e propostas de enquadramento do corpo hídrico. Apresentar o PERH-Guandu. (10 minutos – ETAPA-6 da metodologia).

4º Momento: Estabelecimento de condições ambientais de acordo com IET (Índices de Estados Tróficos) definidos pela ANA. (20 minutos – ETAPA-7 fechamento da metodologia).

5º Momento: 2º Intervalo (10 minutos)

BLOCO 3: AVALIAÇÃO

1º Momento: responder o mesmo questionário proposto no pré-curso. (10 minutos)

2º Momento: debate e feedback dos professores (25 minutos)

3º Momento: encerramento (5 minutos)

RECURSOS E MATERIAIS NECESSÁRIOS:

- Sala com Data Show
- Computador com acesso à internet
- Quadro Branco
- Marcadores coloridos para o quadro

8.2 – Questionário (A) do Curso

QUESTIONÁRIOS

Questionário (A) levantamento de dados socioeconômicos dos pesquisados:



1) Formação acadêmica (Graduação):

- Química
- Física
- Biologia
- Outros*

*Especificar outros: _____

2) Anos de atuação no magistério

- Menos de 5 anos
- Entre 5 e 10 anos
- Entre 10 e 15 anos
- Entre 15 e 20 anos
- Entre 20 e 25 anos
- Mais de 25 anos

3) Títulos acadêmicos Pós-Graduação

- Especialização Lato Sensu (360 horas)
- MBA
- Mestrado
- Doutorado

4) Área de formação do maior título acadêmico

- Educação
- Ciências da Natureza e suas Tecnologias
- Outros*

* Especificar outros: _____

5) Carga horária de trabalho no CEPRA

- 16 horas
- 30 horas
- 40 horas
- Outros*

*Especificar outros: _____

8.3 – Questionário (B1) do Curso

QUESTIONÁRIOS

Questionário (B1) avaliativo da Pesquisa “Metodologias Educativas e de Capacitação para Melhoria da Qualidade dos Recursos Hídricos”



- 1) Dos recursos hídricos de sua região (sua cidade), quais corpos hídricos você conhece?
 - Corpo de água fluente (ribeirão, rio, riacho, córrego, etc)*
 - Corpo de água de pouco fluxo ou estagnado (Lagos ou lagoas)*
 - Corpo de água subterrâneo (aquíferos ou poços)*
 - Desconheço os corpos hídricos de minha região

* Especificar o nome: _____

- 2) Existem fontes poluidoras dos corpos hídricos de sua cidade?
 - Sim
 - Não
 - Não sei

- 3) Das fontes poluidoras dos corpos hídricos de sua cidade, quais você destacaria?
 - Despejo de esgotos domésticos
 - Despejo de esgotos industriais
 - Despejo de defensivos agrícolas
 - Despejo de resíduos sólidos (lixo, garrafas plásticas, animais mortos, outros)
 - Não sei

- 4) Como você classificaria a qualidade dos recursos hídricos de sua região?
 - Excelente
 - Boa
 - Média
 - Ruim
 - Muito ruim
 - Não sei

- 5) Sua resposta para a classificação da qualidade dos recursos hídricos de sua região é baseada em:
 - Resultados analíticos físicos, químicos e microbiológicos
 - Em minha experiência sensorial, visão e olfato.
 - Mídias sociais
 - Não sei

QUESTIONÁRIOS

Questionário (B1) avaliativo da Pesquisa “Metodologias Educativas e de Capacitação para Melhoria da Qualidade dos Recursos Hídricos”



- 6) Melhorar a qualidade dos recursos hídricos e garantir sua sustentabilidade é um desafio da humanidade para os próximos anos.
- Concordo totalmente
 - Concordo parcialmente
 - Não concordo, nem discordo
 - Discordo parcialmente
 - Discordo totalmente
- 7) A longo prazo, as condições ambientais dos recursos hídricos de sua região irão melhorar.
- Concordo totalmente
 - Concordo parcialmente
 - Não concordo, nem discordo
 - Discordo parcialmente
 - Discordo totalmente
- 8) É possível melhorar a qualidade dos recursos hídricos através de metodologias educativas.
- Concordo totalmente
 - Concordo parcialmente
 - Não concordo, nem discordo
 - Discordo parcialmente
 - Discordo totalmente
- 9) O ensino de química utilizando a classificação de corpos hídricos pode auxiliar na melhoria desse recurso natural.
- Concordo totalmente
 - Concordo parcialmente
 - Não concordo, nem discordo
 - Discordo parcialmente
 - Discordo totalmente
- 10) A qualidade dos recursos hídricos tem impactos reais e diretos na sociedade.
- Concordo totalmente
 - Concordo parcialmente
 - Não concordo, nem discordo
 - Discordo parcialmente
 - Discordo totalmente

8.4 – Questionário (B2) do Curso

QUESTIONÁRIOS

Questionário (B2) avaliativo da Pesquisa “Metodologias Educativas e de Capacitação para Melhoria da Qualidade dos Recursos Hídricos”



- 1) Dos recursos hídricos de sua região (sua cidade), quais corpos hídricos você conhece?
 - Corpo de água fluente (ribeirão, rio, riacho, córrego, etc)*
 - Corpo de água de pouco fluxo ou estagnado (Lagos ou lagoas)*
 - Corpo de água subterrâneo (aquíferos ou poços)*
 - Desconheço os corpos hídricos de minha região

* Especificar o nome: _____

- 2) Existem fontes poluidoras nos corpos hídricos de sua cidade?
 - Sim
 - Não
 - Não sei

- 3) Das fontes poluidoras dos corpos hídricos de sua cidade, quais você destacaria?
 - Despejo de esgotos domésticos
 - Despejo de esgotos industriais
 - Despejo de defensivos agrícolas
 - Despejo de resíduos sólidos (lixo, garrafas plásticas, animais mortos, outros)
 - Não sei

- 4) Como você classificaria a qualidade dos recursos hídricos de sua região?
 - Excelente
 - Boa
 - Média
 - Ruim
 - Muito ruim
 - Não sei

- 5) Sua resposta para a classificação da qualidade dos recursos hídricos de sua região é baseada em:
 - Resultados analíticos físicos, químicos e microbiológicos
 - Em minha experiência sensorial, visão e olfato.
 - Mídias sociais
 - Não sei

QUESTIONÁRIOS

Questionário (B2) avaliativo da Pesquisa “Metodologias Educativas e de Capacitação para Melhoria da Qualidade dos Recursos Hídricos”



- 6) Melhorar a qualidade dos recursos hídricos e garantir sua sustentabilidade é um desafio da humanidade para os próximos anos.
- Concordo totalmente
 - Concordo parcialmente
 - Não concordo, nem discordo
 - Discordo parcialmente
 - Discordo totalmente
- 7) A longo prazo, as condições ambientais dos recursos hídricos de sua região irão melhorar.
- Concordo totalmente
 - Concordo parcialmente
 - Não concordo, nem discordo
 - Discordo parcialmente
 - Discordo totalmente
- 8) É possível melhorar a qualidade dos recursos hídricos através de metodologias educativas.
- Concordo totalmente
 - Concordo parcialmente
 - Não concordo, nem discordo
 - Discordo parcialmente
 - Discordo totalmente
- 9) O ensino de química utilizando a classificação de corpos hídricos pode auxiliar na melhoria desse recurso natural.
- Concordo totalmente
 - Concordo parcialmente
 - Não concordo, nem discordo
 - Discordo parcialmente
 - Discordo totalmente
- 10) A qualidade dos recursos hídricos tem impactos reais e diretos na sociedade.
- Concordo totalmente
 - Concordo parcialmente
 - Não concordo, nem discordo
 - Discordo parcialmente
 - Discordo totalmente

8.5 – Convite Enviado aos Pesquisados

Prezado(a) docente da área de Ciências da Natureza do CEPRA,

Eu, WELLIS RODRIGO DA SILVA COSTA, professor do quadro efetivo desta unidade escolar e discente do Programa de Mestrado Profissional em Química em rede nacional (PROFQUI) da Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro (UFRRJ). Convido V.S.^a a participar da pesquisa intitulada “Metodologias Educativas e de Capacitação para Melhoria da Qualidade dos Recursos Hídricos”.

Esta pesquisa foi elaborada com a anuência da direção do colégio através do Processo SEI-030031/001657/2022 e previamente aprovado pelo CEP (Comitê Ética em Pesquisa) do CCFEx (Centro de Capacitação Física do Exército) através da Plataforma Brasil do CNS (Conselho Nacional de Saúde), por trata-se de uma pesquisa que envolve a participação de seres humanos.

Os participantes da pesquisa irão contribuir participando de um curso de 03 (três) horas de duração, e fornecendo dados que serão coletados em questionários físicos elaborado pelo pesquisador que irão compor uma dissertação de mestrado, que é requisito para obtenção da titulação de Mestre em Química.

A pesquisa será realizada em seu local de trabalho, Colégio Estadual Presidente Rodrigues Alves (CEPRA-Unidade Escolar 33038929 – Censo INEP – Paracambi-RJ), durante sua carga horária semanal de planejamento, não acarretando prejuízos a sua função em sala de aula, assim como, despesas adicionais, podendo ser realizada de forma individual ou coletiva.

O instrumento de coleta de dados será um questionário com questões fechadas e com possibilidade de escrita livre para algumas perguntas, onde o método de análise de dados será numa abordagem qualitativa através da análise descritiva (exploratória), com objetivo de conhecer melhor os participantes, numa abordagem real de suas práticas pedagógicas, estimulando à mente investigadora do pesquisado, buscando maior aprendizado, identificando tendências com relação a novas abordagens para o ensino de química e alternativas para melhoria dos recursos hídricos de sua região.

Caso concorde em participar, necessito de vossa anuência através de um Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE), cujo modelo foi elaborado de acordo com o CEP-CCFEx, respeitando os princípios da LGPD (Lei Geral de Proteção de Dados) e será entregue no início da pesquisa.

Atenciosamente,

Wellis Rodrigo da Silva Costa
Professor Docente I – SEEDUC-RJ
Matrícula: 09452665
wellis.42617456@prof.educa.rj.gov.br

8.6 – Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE)

Prezado(a) docente da área de Ciências da Natureza do CEPRA,

INTRODUÇÃO: Você está sendo convidado(a) a participar da pesquisa intitulada “**Metodologias Educativas e de Capacitação para Melhoria da Qualidade dos Recursos Hídricos**”, que será composta por um curso e coleta de dados através de questionários físicos em seu local de trabalho com duração de 3 (três) horas.

OBJETIVOS: Desenvolver uma ferramenta que possibilite aos educadores impactar a vida do estudante através do ensino de Ciências da Natureza e suas Tecnologias, e conseqüentemente ajudar no desenvolvimento de suas competências, conhecimento, habilidades e capacidades. Pois, aguçar a investigação científica é extremamente necessário para enfrentar importantes desafios da atualidade relacionados à melhoria da qualidade dos recursos hídricos de uma região.

A sua participação irá contribuir para o projeto de dissertação e na construção de um produto educacional, que são requisitos para obtenção da titulação de Mestre em Química do Programa de Mestrado Profissional em Química em rede nacional (PROFQUI) da Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro (UFRRJ).

JUSTIFICATIVA: A pesquisa visa benefícios diretos aos professores participantes, pois cria possibilidade para uma nova abordagem do ensino de química, baseada no pensamento sistêmico do ensino Ciências da Natureza, fazendo com que os professores orientem os alunos no desenvolvimento de sua autonomia e ajudando-os a conectar suas escolhas com seus projetos de vida.

DESSA FORMA, VOCÊ ESTÁ SENDO CONVIDADO A: (1) Participar do Curso de Metodologias Educativas e de Capacitação para Melhoria da Qualidade dos Recursos Hídricos que foi planejado para ser administrado em três blocos de 60 minutos. **BLOCO 1: 1º Momento:** Através de slides, contextualizando a carga horária do Novo Ensino Médio, BNCC e Itinerários Formativos (5 minutos); **2º Momento:** Apresentação de quadros para detalhar os Itinerário Formativos, seus objetivos, eixos estruturantes, impacto na vida do estudante, competências, conhecimento, habilidades e capacidades (15 minutos); **3º Momento:** Entendimento sobre a Resolução CONAMA 357, utilizando um documento pdf do documento oficial do Ministério do Meio Ambiente do Brasil e alguns recortes dos documentos que estão na apresentação dos slides. Focando nos termos e definições da resolução, onde das treze classificações possíveis, iremos nos restringir as cinco classes das águas doces. (20 minutos – ETAPA-1 da metodologia); **4º Momento:** Entendimento sobre a região hidrográfica na qual está inserido (5 minutos – ETAPA-2 da metodologia); **5º Momento:** Entendimento sobre ponto de amostragem e rede de monitoramento, acessando via internet o site do INEA. (10 minutos – ETAPA-3 da metodologia); **6º Momento:** 1º Intervalo (15 minutos, pausa para um café). **BLOCO 2: 1º Momento:** Buscar fontes regulamentadas que apresentem os dados de parâmetros Físico-químicos e biológicos estabelecidos na Resolução CONAMA 357 para o rio dos Macacos, acessando via internet o site do INEA (10 minutos – ETAPA-4 da metodologia); **2º Momento:** Correlacionar os dados obtidos na ETAPA-1 com os corpos hídricos da ETAPA-3 e estabelecer enquadramentos (10 minutos – ETAPA-5 da metodologia); **3º Momento:** Buscar fontes regulamentadas que apresentem diretrizes e propostas de enquadramento do corpo hídrico. Apresentar o PERH-Guandu (10 minutos – ETAPA-6 da metodologia); **4º Momento:** Estabelecimento de condições ambientais de acordo com IET (Índices de Estados Tróficos) definidos pela ANA. (20 minutos – ETAPA-7 fechamento da metodologia); **5º Momento:** 2º Intervalo (10 minutos). **BLOCO 3: AVALIAÇÃO: 1º Momento:** responder o questionário da pesquisa (10 minutos); **2º Momento:** debate e feedback dos professores (25 minutos);

3º Momento: encerramento (5 minutos). (2) Disponibilizar seus dados socioeconômicos e desempenho avaliativo para posterior reunião de dados; (3) Participar de discussões sobre o curso apresentado; (4) Responder questionários avaliativos a fim de avaliar as metodologias utilizadas bem como sua participação na realização das atividades.

SERÁ ASSEGURADO A VOCÊ QUE: (1) Este estudo implica em disponibilidade de tempo para participação nas atividades propostas, que serão realizadas de maneira a evitar/reduzir qualquer risco ou desconforto proveniente da sua participação; (2) Todas as atividades serão realizadas pelo pesquisador, em tempo suficiente para a realização da pesquisa, sempre preservando a integridade física e mental do participante; (3) A pesquisa será realizada no local de lotação dos professores pesquisados, Colégio Estadual Presidente Rodrigues Alves (CEPRA-Unidade Escolar 33038929 – Censo INEP); (4) A pesquisa será realizada durante a carga horária semanal de planejamento conforme previsto nos contratos de trabalho da SEEDUC-RJ, não acarretando prejuízos a sua função em sala de aula, bem como despesas adicionais aos pesquisados; (5) Os dados e resultados estão sob sigilo ético, privacidade e anonimato durante todas as fases da pesquisa, portanto não serão mencionados os nomes ou qualquer dado pessoal dos participantes em nenhuma apresentação oral ou trabalho escrito que venha ser publicado; (6) Os resultados da pesquisa serão encaminhados aos participantes da pesquisa e à instituição onde os dados foram obtidos; (7) Os resultados da pesquisa serão encaminhados para publicação em meios de divulgação científica, com os devidos créditos para os pesquisadores associados e pessoal técnico do projeto; (8) Os questionários de coleta de dados foram elaborados de modo a não identificar diretamente o respondente, a fim de assegurar a privacidade, anonimato e segurança no tratamento dos dados; (9) A sua participação nesta pesquisa pode ser interrompida a qualquer momento, se assim o decidir, sem que isto implique em nenhum prejuízo pessoal ou profissional; (10) Sua participação nesta pesquisa não acarretará nenhum custo, bem como não resultará em nenhuma compensação financeira por esta participação; (11) Havendo necessidade de ilustrar por meio de fotografias a participação dos pesquisados em alguma atividade do projeto, para fins de divulgação dos resultados da pesquisa, será assegurado seu direito manifestar por escrito a não autorização de divulgação de sua imagem; (12) Uma via deste Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE);

INFORMAMOS A VOCÊ QUE: (1) As Agências Reguladoras e Comitês de Ética poderão ter acesso aos registros da pesquisa, esclarecendo que o mesmo apenas será feito dentro do centro de pesquisa sob supervisão do pesquisador principal; (2) O contato do Comitê de Ética responsável pela análise da pesquisa está endereçado na Av. João Luiz Alves, s/nº, Sala do CEP-CCFEx no prédio da EsEFEx, Urca; email: cep@ccfex.eb.mil.br; telefone: (21)2586-2297; horário de funcionamento: segunda e quarta-feira, de 09h às 12h; (3) Caso tenha dúvida, contate-nos pelo e-mail: wellis@cedae.com.br ou (21)98788-4676 e/ou amarques@ufrj.br, pois será garantido esclarecimentos sobre a pesquisa a qualquer momento.

Wellis Rodrigo da Silva Costa

Pesquisador

*Docente CEPRA (Colégio Estadual Presidente Rodrigues Alves), localizado na Av. dos Operários, nº 205, Centro de Paracambi-RJ (21)2683-5157
Discente do Programa de Mestrado Profissional em Química em rede nacional (PROFQUI)*

André Marques dos Santos

Professor Orientador

*Prof. Associado / Dep. de Bioquímica / Instituto de Química Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro (UFRRJ)
(21)2681-4838*

Eu, abaixo assinado, aceito de forma voluntária participar da pesquisa intitulada “**Metodologias Educativas e de Capacitação para Melhoria da Qualidade dos Recursos Hídricos**”, mediante os esclarecimentos prestados, de forma livre e esclarecida pelo pesquisador, bem como os procedimentos nela envolvidos, incluindo os possíveis riscos e benefícios decorrentes de sua realização.

Foi-me garantido que diante de eventuais danos comprovadamente provocados pela pesquisa, o Pesquisado (Participante) terá direito a indenização. Assim como, o direito de retirar meu **consentimento** a qualquer momento, sem que isto leve a qualquer penalidade.

Este Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE) é composto de duas vias e foi-me garantido pelo pesquisador uma via.

Nome do Pesquisado (Participante)	Assinatura	Data

Nome do Pesquisador	Assinatura	Data
WELLIS RODRIGO DA SILVA COSTA		

9 – ANEXOS

9.1 – Parecer 5.675.655 emitido pelo Comitê Ética em Pesquisa do CCFEx (Centro de Capacitação Física do Exército)



PARECER CONSUBSTANCIADO DO CEP

DADOS DO PROJETO DE PESQUISA

Título da Pesquisa: Metodologias Educativas e de Capacitação para Melhoria da Qualidade dos Recursos Hídricos

Pesquisador: WELLIS RODRIGO DA SILVA COSTA

Área Temática:

Versão: 3

CAAE: 61194822.3.0000.9433

Instituição Proponente: UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DO RIO DE JANEIRO

Patrocinador Principal: Financiamento Próprio

DADOS DO PARECER

Número do Parecer: 5.675.655

Apresentação do Projeto:

As informações elencadas nos campos "Apresentação do Projeto", "Objetivo da Pesquisa" e "Avaliação dos Riscos e Benefícios" foram retiradas do arquivo Informações Básicas da Pesquisa (PB_INFORMAÇÕES_BÁSICAS_DO_PROJETO_1989917, de 28/09/2022).

Resumo:

O tema recursos hídricos remete o pensamento humano de maneira instintiva as condições do meio ambiente e a substância água, independente do lugar onde o ser humano esteja habitando, a água é um fator limitante para condições de sobrevivência e bem-estar social. Sendo assim, a água faz parte da vida, tanto em níveis macroscópicos, quanto em níveis microscópicos. A água é uma substância que nos convida a estudar as Ciências da Natureza e suas Tecnologias, este estudo pode ser conduzido em consonância com as metodologias orientativas da Agência Nacional de Águas (ANA) e Programa das Nações Unidas para o Meio Ambiente (PNUMA), e com os fundamentos

Endereço: Av João Luiz Alves s/nº - Urca, Fortaleza de São João ∩ Escola de Educação Física do Exército ∩ Complexo
Bairro: URCA **CEP:** 22.291-090
UF: RJ **Município:** RIO DE JANEIRO
Telefone: (21)2586-2297 **E-mail:** cep@ccfex.eb.mil.br

9.2 – Termo de Anuência do CEPRA



TERMO DE ANUÊNCIA

Solicitamos autorização para desenvolver o projeto de pesquisa intitulado **"Metodologias Educativas e de Capacitação para Melhoraria da Qualidade dos Recursos Hídricos"**, que será desenvolvida com professores das áreas de Ciências da Natureza (Química, Física e Biologia) do Colégio Estadual Presidente Rodrigues Alves – CEPRA, situado no Município de Paracambi-RJ e pertencentes à Diretoria Regional Centro Sul. Esclarecemos que esta pesquisa faz parte do projeto de dissertação do pesquisador Professor **Wellis Rodrigo da Silva Costa**, matrícula SEEDUC-RJ 0945266-5, lotado na unidade escolar 33038929 – Censo INEP, para obtenção da titulação de Mestre em Química do Programa de Mestrado Profissional em Química em rede nacional (PROFQUI) da Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro (UFRRJ), sob a orientação do Professor Dr. **André Marques dos Santos**.

Solicitamos ainda o compromisso de apoiar o desenvolvimento da referida pesquisa a ser realizada nessa instituição, no ano letivo de 2022.

Rio de Janeiro, 26 de julho de 2022.


Simone Pereira Galdino Domingues
Diretora Geral do Colégio Estadual Presidente Rodrigues Aves – CEPRA
CNPJ: 00.802.557/0001-46
CENSO INEP: 33038929
Avenida dos Operários, 205 Centro, Paracambi - RJ. 26600-000
Telefones: (21) 3693-5157

Colégio Estadual Presidente Rodrigues Aves – CEPRA
U.A 11802302545 CNPJ 00.802.557/0001-46. CENSO INEP 33038929
Avenida dos Operários, 205 Centro, Paracambi - RJ. 26600-000
Telefones: (21) 3693-5157

9.3 – Resolução CONAMA 357/2005

RESOLUÇÃO Nº 357, DE 17 DE MARÇO DE 2005 Publicada no DOU nº 053, de 18/03/2005, págs. 58-63

Alterada pela Resolução 410/2009 e pela 430/2011
Dispõe sobre a classificação dos corpos de água e diretrizes ambientais para o seu enquadramento, bem como estabelece as condições e padrões de lançamento de efluentes, e dá outras providências.

O CONSELHO NACIONAL DO MEIO AMBIENTE-CONAMA, no uso das competências que lhe são conferidas pelos arts. 6º, inciso II e 8º, inciso VII, da Lei nº 6.938, de 31 de agosto de 1981, regulamentada pelo Decreto no 99.274, de 6 de junho de 1990 e suas alterações, tendo em vista o disposto em seu Regimento Interno, e considerando a vigência da Resolução CONAMA no 274, de 29 de novembro de 2000, que dispõe sobre a balneabilidade;

Considerando o art. 9º, inciso I, da Lei nº 9.433, de 8 de janeiro de 1997, que instituiu a Política Nacional dos Recursos Hídricos, e demais normas aplicáveis a matéria;

Considerando que a água integra as preocupações do desenvolvimento sustentável, baseado nos princípios da função ecológica da propriedade, da prevenção, da precaução, do poluidor-pagador, do usuário pagador e da integração, bem como no reconhecimento de valor intrínseco a natureza;

Considerando que a Constituição Federal e a Lei no 6.938, de 31 de agosto de 1981, visam controlar o lançamento no meio ambiente de poluentes, proibindo o lançamento em níveis nocivos ou perigosos para os seres humanos e outras formas de vida;

Considerando que o enquadramento expressa metas finais a serem alcançadas, podendo ser fixadas metas progressivas intermediárias, obrigatórias, visando a sua efetivação;

Considerando os termos da Convenção de Estocolmo, que trata dos Poluentes Orgânicos Persistentes-POPs, ratificada pelo Decreto Legislativo no 204, de 7 de maio de 2004;

Considerando ser a classificação das águas doces, salobras e salinas essencial à defesa de seus níveis de qualidade, avaliados por condições e padrões específicos, de modo a assegurar seus usos preponderantes;

Considerando que 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 as necessidades da comunidade;

Considerando que a saúde e o bem-estar humano, bem como o equilíbrio ecológico aquático, não devem ser afetados pela deterioração da qualidade das águas;

Considerando a necessidade de se criar instrumentos para avaliar a evolução da qualidade das águas, em relação as classes estabelecidas no enquadramento, de forma a facilitar a fixação e controle de metas visando atingir gradativamente os objetivos propostos;

Considerando a necessidade de se reformular a classificação existente, para melhor distribuir os usos das águas, melhor especificar as condições e padrões de qualidade requeridos, sem prejuízo de posterior aperfeiçoamento; e

Considerando que o controle da poluição está diretamente relacionado com a proteção da saúde, garantia do meio ambiente ecologicamente equilibrado e a melhoria da qualidade de vida, levando em conta os usos prioritários e classes de qualidade ambiental exigidos para um determinado corpo de água; resolve:

Art. 1º Esta Resolução dispõe sobre a classificação e diretrizes ambientais para o enquadramento dos corpos de águas superficiais, bem como estabelece as condições e padrões de lançamento de efluentes.

CAPÍTULO I DAS DEFINIÇÕES

Art. 2º Para efeito desta Resolução são adotadas as seguintes definições:

- I - águas doces: águas com salinidade igual ou inferior a 0,5 ‰;
- II - águas salobras: águas com salinidade superior a 0,5 ‰ e inferior a 30 ‰;
- III - águas salinas: águas com salinidade igual ou superior a 30 ‰;
- IV - ambiente lântico: ambiente que se refere à água parada, com movimento lento ou estagnado;
- V - ambiente lótico: ambiente relativo a águas continentais moventes;
- VI - aquicultura: o cultivo ou a criação de organismos cujo ciclo de vida, em condições naturais, ocorre total ou parcialmente em meio aquático;
- VII - carga poluidora: quantidade de determinado poluente transportado ou lançado em um corpo de água receptor, expressa em unidade de massa por tempo;
- VIII - cianobactérias: microorganismos procarióticos autotróficos, também denominados como cianofíceas (algas azuis) capazes de ocorrer em qualquer manancial superficial especialmente naqueles com elevados níveis de nutrientes (nitrogênio e fósforo), podendo produzir toxinas com efeitos adversos à saúde;
- IX - classe de qualidade: conjunto de condições e padrões de qualidade de água necessários ao atendimento dos usos preponderantes, atuais ou futuros;
- X - classificação: qualificação das águas doces, salobras e salinas em função dos usos preponderantes (sistema de classes de qualidade) atuais e futuros;
- XI - coliformes termotolerantes: bactérias gram-negativas, em forma de bacilos, oxidase negativas, caracterizadas pela atividade da enzima -galactosidase. Podem crescer em meios contendo agentes tensoativos e fermentar a lactose nas temperaturas de 44 - 45C, com produção de ácido, gás e aldeído. Além de estarem presentes em fezes humanas e de animais homeotérmicos, ocorrem em solos, plantas ou outras matrizes ambientais que não tenham sido contaminados por material fecal;
- XII - condição de qualidade: qualidade apresentada por um segmento de corpo d'água, num determinado momento, em termos dos usos possíveis com segurança adequada, frente às Classes de Qualidade;
- XIII - condições de lançamento: condições e padrões de emissão adotados para o controle de lançamentos de efluentes no corpo receptor;
- XIV - controle de qualidade da água: conjunto de medidas operacionais que visa avaliar a melhoria e a conservação da qualidade da água estabelecida para o corpo de água;
- XV - corpo receptor: corpo hídrico superficial que recebe o lançamento de um efluente;
- XVI - desinfecção: remoção ou inativação de organismos potencialmente patogênicos;
- XVII - efeito tóxico agudo: efeito deletério aos organismos vivos causado por agentes físicos ou químicos, usualmente letalidade ou alguma outra manifestação que a antecede, em um curto período de exposição;
- XVIII - efeito tóxico crônico: efeito deletério aos organismos vivos causado por agentes físicos ou químicos que afetam uma ou várias funções biológicas dos organismos, tais como a reprodução, o crescimento e o comportamento, em um período de exposição que pode abranger a totalidade de seu ciclo de vida ou parte dele;
- XIX - efetivação do enquadramento: alcance da meta final do enquadramento;
- XX - enquadramento: estabelecimento da meta ou objetivo de qualidade da água (classe) a ser, obrigatoriamente, alcançado ou mantido em um segmento de corpo de água, de acordo com os usos preponderantes pretendidos, ao longo do tempo;
- XXI - ensaios ecotoxicológicos: ensaios realizados para determinar o efeito deletério de agentes físicos ou químicos a diversos organismos aquáticos;
- XXII - ensaios toxicológicos: ensaios realizados para determinar o efeito deletério de agentes físicos ou químicos a diversos organismos visando avaliar o potencial de risco à saúde humana;
- XXIII - escherichia coli (E.Coli): bactéria pertencente à família Enterobacteriaceae caracterizada pela atividade da enzima - glicuronidase. Produz indol a partir do aminoácido triptofano. É a única espécie do grupo dos coliformes termotolerantes cujo habitat exclusivo é o intestino humano e de animais homeotérmicos, onde ocorre em densidades elevadas;
- XXIV - metas: é o desdobramento do objeto em realizações físicas e atividades de gestão, de acordo com unidades de medida e cronograma preestabelecidos, de caráter obrigatório;

XXV - monitoramento: medição ou verificação de parâmetros de qualidade e quantidade de água, que pode ser contínua ou periódica, utilizada para acompanhamento da condição e controle da qualidade do corpo de água;

XXVI - padrão: valor limite adotado como requisito normativo de um parâmetro de qualidade de água ou efluente;

XXVII - parâmetro de qualidade da água: substâncias ou outros indicadores representativos da qualidade da água;

XXVIII - pesca amadora: exploração de recursos pesqueiros com fins de lazer ou desporto;

XXIX - programa para efetivação do enquadramento: conjunto de medidas ou ações progressivas e obrigatórias, necessárias ao atendimento das metas intermediárias e final de qualidade de água estabelecidas para o enquadramento do corpo hídrico;

XXX - recreação de contato primário: contato direto e prolongado com a água (tais como natação, mergulho, esqui-aquático) na qual a possibilidade do banhista ingerir água é elevada;

XXXI - recreação de contato secundário: refere-se àquela associada a atividades em que o contato com a água é esporádico ou acidental e a possibilidade de ingerir água é pequena, como na pesca e na navegação (tais como iatismo);

XXXII - tratamento avançado: técnicas de remoção e/ou inativação de constituintes refratários aos processos convencionais de tratamento, os quais podem conferir à água características, tais como: cor, odor, sabor, atividade tóxica ou patogênica;

XXXIII - tratamento convencional: clarificação com utilização de coagulação e floculação, seguida de desinfecção e correção de pH;

XXXIV - tratamento simplificado: clarificação por meio de filtração e desinfecção e correção de pH quando necessário; XXXV - tributário (ou curso de água afluente): corpo de água que flui para um rio maior ou para um lago ou reservatório;

XXXVI - vazão de referência: vazão do corpo hídrico utilizada como base para o processo de gestão, tendo em vista o uso múltiplo das águas e a necessária articulação das instâncias do Sistema Nacional de Meio Ambiente-SISNAMA e do Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos-SINGRH;

XXXVII - virtualmente ausentes: que não é perceptível pela visão, olfato ou paladar; e

XXXVIII - zona de mistura: região do corpo receptor onde ocorre a diluição inicial de um efluente.

CAPÍTULO II DA CLASSIFICAÇÃO DOS CORPOS DE ÁGUA

Art.3º As águas doces, salobras e salinas do Território Nacional são classificadas, segundo a qualidade requerida para os seus usos preponderantes, em treze classes de qualidade.

Parágrafo único. As águas de melhor qualidade podem ser aproveitadas em uso menos exigente, desde que este não prejudique a qualidade da água, atendidos outros requisitos pertinentes.

Seção I Das Águas Doces

Art. 4º As águas doces são classificadas em:

I - classe especial: águas destinadas: a) ao abastecimento para consumo humano, com desinfecção; b) à preservação do equilíbrio natural das comunidades aquáticas; e, c) à preservação dos ambientes aquáticos em unidades de conservação de proteção integral.

II - classe 1: águas que podem ser destinadas:

- a) ao abastecimento para consumo humano, após tratamento simplificado;
- b) à proteção das comunidades aquáticas;
- c) à recreação de contato primário, tais como natação, esqui aquático e mergulho, conforme Resolução CONAMA nº 274, de 2000;

- d) à irrigação de hortaliças que são consumidas cruas e de frutas que se desenvolvam rentes ao solo e que sejam ingeridas cruas sem remoção de película; e
- e) à proteção das comunidades aquáticas em Terras Indígenas.

III - classe 2: águas que podem ser destinadas:

- a) ao abastecimento para consumo humano, após tratamento convencional;
- b) à proteção das comunidades aquáticas;
- c) à recreação de contato primário, tais como natação, esqui aquático e mergulho, conforme Resolução CONAMA nº 274, de 2000;
- d) à irrigação de hortaliças, plantas frutíferas e de parques, jardins, campos de esporte e lazer, com os quais o público possa vir a ter contato direto; e
- e) à aquicultura e à atividade de pesca.

IV - classe 3: águas que podem ser destinadas:

- a) ao abastecimento para consumo humano, após tratamento convencional ou avançado;
- b) à irrigação de culturas arbóreas, cerealíferas e forrageiras;
- c) à pesca amadora;
- d) à recreação de contato secundário; e
- e) à dessedentação de animais.

V - classe 4: águas que podem ser destinadas:

- a) à navegação; e
- b) à harmonia paisagística.

Seção II Das Águas Salinas

(Não tratado nesta dissertação)

Seção II Das Águas Salobras

(Não tratado nesta dissertação)

Seção I Das Disposições Gerais

Art. 7º Os padrões de qualidade das águas determinados nesta Resolução estabelecem limites individuais para cada substância em cada classe.

Parágrafo único. Eventuais interações entre substâncias, especificadas ou não nesta Resolução, não poderão conferir às águas características capazes de causar efeitos letais ou alteração de comportamento, reprodução ou fisiologia da vida, bem como de restringir os usos preponderantes previstos, ressalvado o disposto no § 3º do art. 34, desta Resolução.

Art. 8º O conjunto de parâmetros de qualidade de água selecionado para subsidiar a proposta de enquadramento deverá ser monitorado periodicamente pelo Poder Público.

§ 1º Também deverão ser monitorados os parâmetros para os quais haja suspeita da sua presença ou não conformidade.

§ 2º Os resultados do monitoramento deverão ser analisados estatisticamente e as incertezas de medição consideradas.

§ 3º A qualidade dos ambientes aquáticos poderá ser avaliada por indicadores biológicos, quando apropriado, utilizando-se organismos e/ou comunidades aquáticas.

§ 4º As possíveis interações entre as substâncias e a presença de contaminantes não listados nesta Resolução, passíveis de causar danos aos seres vivos, deverão ser investigadas utilizando-se ensaios ecotoxicológicos, toxicológicos, ou outros métodos cientificamente reconhecidos.

§ 5º Na hipótese dos estudos referidos no parágrafo anterior tornarem-se necessários em decorrência da atuação de empreendedores identificados, as despesas da investigação correrão as suas expensas.

§ 6º Para corpos de água salobras continentais, onde a salinidade não se dê por influência direta marinha, os valores dos grupos químicos de nitrogênio e fósforo serão os estabelecidos nas classes correspondentes de água doce.

Art. 9º A análise e avaliação dos valores dos parâmetros de qualidade de água de que trata esta Resolução serão realizadas pelo Poder Público, podendo ser utilizado laboratório próprio, conveniado ou contratado, que deverá adotar os procedimentos de controle de qualidade analítica necessários ao atendimento das condições exigíveis.

§ 1º Os laboratórios dos órgãos competentes deverão estruturar-se para atenderem ao disposto nesta Resolução.

§ 2º Nos casos onde a metodologia analítica disponível for insuficiente para quantificar as concentrações dessas substâncias nas águas, os sedimentos e/ou biota aquática poderão ser investigados quanto à presença eventual dessas substâncias.

Art. 10. Os valores máximos estabelecidos para os parâmetros relacionados em cada uma das classes de enquadramento deverão ser obedecidos nas condições de vazão de referência.

§ 1º Os limites de Demanda Bioquímica de Oxigênio (DBO), estabelecidos para as águas doces de classes 2 e 3, poderão ser elevados, caso o estudo da capacidade de autodepuração do corpo receptor demonstre que as concentrações mínimas de oxigênio dissolvido (OD) previstas não serão desobedecidas, nas condições de vazão de referência, com exceção da zona de mistura.

§ 2º Os valores máximos admissíveis dos parâmetros relativos às formas químicas de nitrogênio e fósforo, nas condições de vazão de referência, poderão ser alterados em decorrência de condições naturais, ou quando estudos ambientais específicos, que considerem também a poluição difusa, comprovem que esses novos limites não acarretarão prejuízos para os usos previstos no enquadramento do corpo de água.

§ 3º Para águas doces de classes 1 e 2, quando o nitrogênio for fator limitante para eutrofização, nas condições estabelecidas pelo órgão ambiental competente, o valor de nitrogênio total (após oxidação) não deverá ultrapassar 1,27 mg/L para ambientes lênticos e 2,18 mg/L para ambientes lóticos, na vazão de referência.

§ 4º O disposto nos §§ 2º e 3º não se aplica às baías de águas salinas ou salobras, ou outros corpos de água em que não seja aplicável a vazão de referência, para os quais deverão ser elaborados estudos específicos sobre a dispersão e assimilação de poluentes no meio hídrico.

Art. 11. O Poder Público poderá, a qualquer momento, acrescentar outras condições e padrões de qualidade, para um determinado corpo de água, ou torná-los mais restritivos, tendo em vista as condições locais, mediante fundamentação técnica.

Art. 12. O Poder Público poderá estabelecer restrições e medidas adicionais, de caráter excepcional e temporário, quando a vazão do corpo de água estiver abaixo da vazão de referência.

Art. 13. Nas águas de classe especial deverão ser mantidas as condições naturais do corpo de água.

Seção II Das Águas Doces

Art. 14. As águas doces de classe 1 observarão as seguintes condições e padrões: I - condições de qualidade de água:

a) não verificação de efeito tóxico crônico a organismos, de acordo com os critérios estabelecidos pelo órgão ambiental competente, ou, na sua ausência, por instituições nacionais ou internacionais renomadas, comprovado pela realização de ensaio ecotoxicológico padronizado ou outro método cientificamente reconhecido.

b) materiais flutuantes, inclusive espumas não naturais: virtualmente ausentes;

c) óleos e graxas: virtualmente ausentes;

d) substâncias que comuniquem gosto ou odor: virtualmente ausentes;

e) corantes provenientes de fontes antrópicas: virtualmente ausentes;

f) resíduos sólidos objetáveis: virtualmente ausentes;

g) coliformes termotolerantes: para o uso de recreação de contato primário deverão ser obedecidos os padrões de qualidade de balneabilidade, previstos na Resolução CONAMA no 274, de 2000. Para os demais usos, não deverá ser excedido um limite de 200 coliformes termotolerantes por 100 mililitros em 80% ou mais, de pelo menos 6 amostras, coletadas durante o período de um ano, com frequência bimestral. A E. Coli poderá ser determinada em substituição ao parâmetro coliformes termotolerantes de acordo com limites estabelecidos pelo órgão ambiental competente;

h) DBO 5 dias a 20°C até 3 mg/L O₂;

i) OD, em qualquer amostra, não inferior a 6 mg/L O₂;

j) turbidez até 40 unidades nefelométrica de turbidez (UNT);

l) cor verdadeira: nível de cor natural do corpo de água em mg Pt/L; e m) pH: 6,0 a 9,0.

II - Padrões de qualidade de água:

TABELA I – CLASSE 1 – ÁGUAS DOCES		
PARÂMETROS	UNIDADE	VMP
Clorofila <i>a</i>	µg/L	30
Densidade de cianobactérias	cel/mL ou mm ³ /L	50.000 ou 5
Sólidos dissolvidos totais	mg/L	500

TABELA I – CLASSE 1 – ÁGUAS DOCES		
PARÂMETROS INORGÂNICOS	UNIDADE	VMP
Alumínio	mg/L Al	0,1
Antimônio	mg/L Sb	0,005
Arsênio	mg/L As	0,01
Bário	mg/L Ba	0,7
Berílio	mg/L Be	0,04
Boro	mg/L B	0,5
Cádmio total	mg/L Cd	0,001
Chumbo total	mg/L Pb	0,01
Cianeto livre	mg/L CN	0,005
Cloreto total	mg/L Cl	250
Cloro residual total	mg/L Cl	0,01
Cobalto total	mg/L Co	0,05
Cobre dissolvido	mg/L Cu	0,009
Cromo	mg/L Cr	0,05
Ferro dissolvido	mg/L Fe	0,3
Fluoreto total	mg/L F	1,4
Fósforo total ambiente léntico	mg/L P	0,02
Fósforo total ambiente intermediário, com tempo de residência entre 2 e 40 dias e tributários diretos de ambientes lénticos	mg/L P	0,025
Fósforo total ambiente lóticos e tributários de ambientes intermediários	mg/L P	0,1
Lítio total	mg/L Li	2,5
Manganês total	mg/L Mn	0,1
Mercúrio total	mg/L Hg	0,0002

Níquel	mg/L Ni	0,025
Nitrato	mg/L N	10
Nitrito	mg/L N	1,0
Nitrogênio amoniacal total		
pH ≤ 7,5	mg/L N	3,7
7,5 ≤ pH ≤ 8,0	mg/L N	2,0
8,0 ≤ pH ≤ 8,5	mg/L N	1,0
pH > 8,5	mg/L N	0,5
Prata total	mg/L Ag	0,01
Selênio total	mg/L Se	0,01
Sulfato total	mg/L SO ₄	250
Sulfaeto H ₂ S não dissociado	mg/L S	0,002
Urânio total	mg/L U	0,02
Vanádio total	mg/L V	0,1
Zinco total	mg/L Zn	0,18

TABELA I – CLASSE 1 – ÁGUAS DOÇES		
PARÂMETROS ORGÂNICOS	UNIDADE	VMP
Acrilamida	µg/L	0,5
Alacloro	µg/L	20
Aldrin + Dieldrin	µg/L	0,005
Atrazina	µg/L	2,0
Benzeno	mg/L	0,005
Benzidina	µg/L	0,001
Benzo(a)antraceno	µg/L	0,05
Benzo(a)pireno	µg/L	0,05
Benzo(b)fluoranteno	µg/L	0,05
Benzo(k)fluoranteno	µg/L	0,05
Carbaril	µg/L	0,02
Clordana (cis + trans)	µg/L	0,04
2-Clorofenol	µg/L	0,1
Criseno	µg/L	0,05
2,4-D	µg/L	4,0
Demeton (Demeton-O + Demeton-S)	µg/L	0,1
Dibenzeno(a,h)antraceno	µg/L	0,05
1,2 Dicloroetano	mg/L	0,01
1,1 Dicloroetano	mg/L	0,003
2,4-Diclorofenol	µg/L	0,3
Diclorometano	mg/L	0,02
DDT (p,p'-DDT + p,p'-DDE + p,p'-DDD)	µg/L	0,002
Dodecacloropentaciclodecano	µg/L	0,001
Endossulfan (α, β e sais)	µg/L	0,056
Endrin	µg/L	0,004
Estireno	mg/L	0,02
Etilbenzeno	µg/L	90
Fenóis totais (substâncias que reagem com 4-aminoantipirina)	mg/L C ₆ H ₅ OH	0,003
Glifosato	µg/L	65

Gution	µg/L	0,005
Heptacloro epóxido + heptacloro	µg/L	0,01
Hexaclorobenzeno	µg/L	0,0065
Indeno (1,2,3-cd) pireno	µg/L	0,05
Lindano (g-BHC)	µg/L	0,02
Malation	µg/L	0,1
Metolacloro	µg/L	10
Metoxicloro	µg/L	0,03
Paration	µg/L	0,04
PCB's-bifenilas policloradas	µg/L	0,001
Pentaclorofenol	mg/L	0,009
Simazina	µg/L	2,0
Substâncias tensoativas que reagem com azul de metileno	mg/L LAS	0,5
2,4,5-T	µg/L	2,0
Tetracloroeto de Carbono	mg/L	0,002
Tetracloroeteno	mg/L	0,01
Tolueno	µg/L	2,0
Toxafeno	µg/L	0,01
2,4,5-TP	µg/L	10,0
Tributilestanho	µg/L TBT	0,063
Triclorobenzenos (1,2,3-TCB + 1,2,4-TCB)	mg/L	0,02
Tricloroeteno	mg/L	0,03
2,4,6-Triclorofenol	mg/L	0,01
Trifluralina	µg/L	0,2
Xfileno	µg/L	300

III - Nas águas doces onde ocorrer pesca ou cultivo de organismos, para fins de consumo intensivo, além dos padrões estabelecidos no inciso II deste artigo, aplicam-se os seguintes padrões em substituição ou adicionalmente:

TABELA II – CLASSE 1 – ÁGUAS DOCES		
PADRÕES PARA CORPOS DE ÁGUA ONDE HAJA PESCA OU CULTIVO DE ORGANISMOS PARA FINS DE CONSUMO INTENSIVO		
PARÂMETROS INORGÂNICOS	UNIDADE	VMP
Arsênio total	µg/L As	0,14
PARÂMETROS ORGÂNICOS	UNIDADE	VMP
Benzidina	µg/L	0,0002
Benzo(a)antraceno	µg/L	0,018
Benzo(a)pireno	µg/L	0,018
Benzo(b)fluoranteno	µg/L	0,018
Benzo(k)fluoranteno	mg/L	0,018
Criseno	µg/L	0,018
Dibenzeno(a,h)antraceno	µg/L	0,018
3,3-Diclorobenzidina	µg/L	0,028
Heptacloro epóxido + heptacloro	µg/L	0,000039
Hexaclorobenzeno	µg/L	0,00029
Indeno (1,2,3-cd) pireno	µg/L	0,018

PCB's-bifenilas policloradas	µg/L	0,000064
Pentaclorofenol	µg/L	3,0
Tetracloroeteno	µg/L	1,6
Toxafeno	µg/L	3,3
2,4,6-Triclorofenol	µg/L	0,00028
Dibenzeno(a,h)antraceno	µg/L	2,4

Art 15. Aplicam-se às águas doces de classe 2 as condições e padrões da classe 1 previstos no artigo anterior, à exceção do seguinte:

I - não será permitida a presença de corantes provenientes de fontes antrópicas que não sejam removíveis por processo de coagulação, sedimentação e filtração convencionais;

II - coliformes termotolerantes: para uso de recreação de contato primário deverá ser obedecida a Resolução CONAMA no 274, de 2000. Para os demais usos, não deverá ser excedido um limite de 1.000 coliformes termotolerantes por 100 mililitros em 80% ou mais de pelo menos 6 (seis) amostras coletadas durante o período de um ano, com frequência bimestral. A E. coli poderá ser determinada em substituição ao parâmetro coliformes termotolerantes de acordo com limites estabelecidos pelo órgão ambiental competente;

III - cor verdadeira: até 75 mg Pt/L; IV - turbidez: até 100 UNT; V - DBO 5 dias a 20°C até 5 mg/L O₂;

VI - OD, em qualquer amostra, não inferior a 5 mg/L O₂;

VII - clorofila a: até 30 µg/L;

VIII - densidade de cianobactérias: até 50000 cel/mL ou 5 mm³/L; e,

IX - fósforo total: a) até 0,030 mg/L, em ambientes lênticos; e, b) até 0,050 mg/L, em ambientes intermediários, com tempo de residência entre 2 e 40 dias, e tributários diretos de ambiente lêntico.

Art. 16. As águas doces de classe 3 observarão as seguintes condições e padrões:

I - condições de qualidade de água:

a) não verificação de efeito tóxico agudo a organismos, de acordo com os critérios estabelecidos pelo órgão ambiental competente, ou, na sua ausência, por instituições nacionais ou internacionais renomadas, comprovado pela realização de ensaio ecotoxicológico padronizado ou outro método cientificamente reconhecido;

b) materiais flutuantes, inclusive espumas não naturais: virtualmente ausentes;

c) óleos e graxas: virtualmente ausentes;

d) substâncias que comuniquem gosto ou odor: virtualmente ausentes;

e) não será permitida a presença de corantes provenientes de fontes antrópicas que não sejam removíveis por processo de coagulação, sedimentação e filtração convencionais;

f) resíduos sólidos objetáveis: virtualmente ausentes;

g) coliformes termotolerantes: para o uso de recreação de contato secundário não deverá ser excedido um limite de 2500 coliformes termotolerantes por 100 mililitros em 80% ou mais de pelo menos 6 amostras, coletadas durante o período de um ano, com frequência bimestral. Para dessedentação de animais criados confinados não deverá ser excedido o limite de 1000 coliformes termotolerantes por 100 mililitros em 80% ou mais de pelo menos 6 amostras, coletadas durante o período de um ano, com frequência bimestral. Para os demais usos, não deverá ser excedido um limite de 4000 coliformes termotolerantes por 100 mililitros em 80% ou mais de pelo menos 6 amostras coletadas durante o período de um ano, com periodicidade bimestral. A E. Coli poderá ser determinada em substituição ao parâmetro coliformes termotolerantes de acordo com limites estabelecidos pelo órgão ambiental competente;

h) cianobactérias para dessedentação de animais: os valores de densidade de cianobactérias não deverão exceder 50.000 cel/mL, ou 5mm³/L;

i) DBO 5 dias a 20°C até 10 mg/L O₂;

j) OD, em qualquer amostra, não inferior a 4 mg/L O₂;

l) turbidez até 100 UNT; m) cor verdadeira: até 75 mg Pt/L; e,

n) pH: 6,0 a 9,0. II - Padrões de qualidade de água:

TABELA III – CLASSE 3 – ÁGUAS DOCES		
PARÂMETROS	UNIDADE	VMP
Clorofila <i>a</i>	µg/L	60
Densidade de cianobactérias	cel/mL ou mm ³ /L	100.000 ou 10
Sólidos dissolvidos totais	mg/L	500

TABELA III – CLASSE 3 – ÁGUAS DOCES		
PARÂMETROS INORGÂNICOS	UNIDADE	VMP
Alumínio	mg/L Al	0,2
Arsênio	mg/L As	0,33
Bário	mg/L Ba	1,0
Berílio	mg/L Be	0,1
Boro	mg/L B	0,75
Cádmio total	mg/L Cd	0,01
Chumbo total	mg/L Pb	0,033
Cianeto livre	mg/L CN	0,022
Cloreto total	mg/L Cl	250
Cobalto total	mg/L Co	0,2
Cobre dissolvido	mg/L Cu	0,013
Cromo	mg/L Cr	0,05
Ferro dissolvido	mg/L Fe	5,0
Fluoreto total	mg/L F	1,4
Fósforo total ambiente léntico	mg/L P	0,05
Fósforo total ambiente intermediário, com tempo de residência entre 2 e 40 dias e tributários diretos de ambientes lénticos	mg/L P	0,075
Fósforo total ambiente lóticos e tributários de ambientes intermediários	mg/L P	0,15
Lítio total	mg/L Li	2,5
Manganês total	mg/L Mn	0,5
Mercúrio total	mg/L Hg	0,002
Níquel	mg/L Ni	0,025
Nitrato	mg/L N	10
Nitrito	mg/L N	1,0
Nitrogênio amoniacal total		
pH ≤ 7,5	mg/L N	13,3
7,5 ≤ pH ≤ 8,0	mg/L N	5,6
8,0 ≤ pH ≤ 8,5	mg/L N	2,2
pH > 8,5	mg/L N	1,0
Prata total	mg/L Ag	0,05
Selênio total	mg/L Se	0,05
Sulfato total	mg/L SO ₄	250
Sulfaeto H ₂ S não dissociado	mg/L S	0,3
Urânio total	mg/L U	0,02
Vanádio total	mg/L V	0,1
Zinco total	mg/L Zn	5,0

PARÂMETROS ORGÂNICOS	UNIDADE	VMP(1)
Aldrin + Dieldrin	µg/L	0,03
Atrazina	µg/L	2,0
Benzeno	mg/L	0,005
Benzo(a)pireno	µg/L	0,7
Carbaril	µg/L	70
Clordana (cis + trans)	µg/L	0,3
2,4-D	µg/L	30
DDT (p,p'-DDT + p,p'-DDE + p,p'-DDD)	µg/L	1,0
Demeton (Demeton-O + Demeton-S)	µg/L	14,0
1,2 - Dicloroetano	mg/L	0,01
1,1- Dicloroetano	µg/L	30
Dodecacloropentaciclodecano	µg/L	0,001
Endossulfan (α, β e sais)	µg/L	0,22
Endrin	µg/L	0,2
Estireno	mg/L	0,02
Etilbenzeno	µg/L	90
Fenóis totais (substâncias que reagem com 4-aminoantipirina)	mg/L C ₆ H ₅ OH	0,01
Glifosato	µg/L	280
Gution	µg/L	0,005
Heptacloro epóxido + heptacloro	µg/L	0,03
Lindano (g-BHC)	µg/L	2,0
Malation	µg/L	100
Metoxicloro	µg/L	20
Paration	µg/L	35
PCB's-bifenilas policloradas	µg/L	0,001
Pentaclorofenol	mg/L	0,009
Substâncias tensoativas que reagem com azul de metileno	mg/L LAS	0,5
2,4,5-T	µg/L	2,0
Tetracloroeto de Carbono	mg/L	0,003
Tetracloroetano	mg/L	0,01
Toxafeno	µg/L	0,21
2,4,5-TP	µg/L	10
Tributilestanho	µg/L TBT	2,0
Tricloroetano	mg/L	0,03
2,4,6-Triclorofenol	mg/L	0,01

Art. 17. As águas doces de classe 4 observarão as seguintes condições e padrões:

- I - materiais flutuantes, inclusive espumas não naturais: virtualmente ausentes;
- II - odor e aspecto: não objetáveis;
- III - óleos e graxas: toleram-se iridescências;
- IV - substâncias facilmente sedimentáveis que contribuam para o assoreamento de canais de navegação: virtualmente ausentes;
- V - fenóis totais (substâncias que reagem com 4 - aminoantipirina) até 1,0 mg/L de C₆H₅OH;
- VI - OD, superior a 2,0 mg/L O₂ em qualquer amostra; e,
- VII - pH: 6,0 a 9,0.

Seção III - Das Águas Salinas

(Não tratado nesta dissertação)

Seção IV- Das Águas Salobras

(Não tratado nesta dissertação)

CAPÍTULO IV

DAS CONDIÇÕES E PADRÕES DE LANÇAMENTO DE EFLUENTES

(Revogado pela Resolução 430/2011)

(Não tratado nesta dissertação)

CAPÍTULO VI

DISPOSIÇÕES FINAIS E TRANSITÓRIAS

Art. 39. *(Revogado pela Resolução 430/2011)*

Art. 40. No caso de abastecimento para consumo humano, sem prejuízo do disposto nesta Resolução, deverão ser observadas, as normas específicas sobre qualidade da água e padrões de potabilidade.

Art. 41. Os métodos de coleta e de análises de águas são os especificados em normas técnicas cientificamente reconhecidas.

Art. 42. Enquanto não aprovados os respectivos enquadramentos, as águas doces serão consideradas classe 2, as salinas e salobras classe 1, exceto se as condições de qualidade atuais forem melhores, o que determinará a aplicação da classe mais rigorosa correspondente.

Art. 43. *(Revogado pela Resolução 430/2011)*

Art. 44. *(Revogado pela Resolução 430/2011)*

Art. 45. O não cumprimento ao disposto nesta Resolução acarretará aos infratores as sanções previstas pela legislação vigente.

§01º Os órgãos ambientais e gestores de recursos hídricos, no âmbito de suas respectivas competências, fiscalizarão o cumprimento desta Resolução, bem como quando pertinente, a aplicação das penalidades administrativas previstas nas legislações específicas, sem prejuízo do sancionamento penal e da responsabilidade civil objetiva do poluidor.

§ 2º As exigências e deveres previstos nesta Resolução caracterizam obrigação de relevante interesse ambiental.

Art. 46. *(Revogado pela Resolução 430/2011)*

Art. 47. Equiparam-se a perito, os responsáveis técnicos que elaborem estudos e pareceres apresentados aos órgãos ambientais.

Art. 48. O não cumprimento ao disposto nesta Resolução sujeitara os infratores, entre outras, as sanções previstas na Lei no 9.605, de 12 de fevereiro de 1998 e respectiva regulamentação.

Art. 49. Esta Resolução entra em vigor na data de sua publicação.

Art. 50. Revoga-se a Resolução CONAMA n° 020, de 18 de junho de 1986.

MARINA SILVA

Presidente do CONAMA

Este texto não substitui o publicado no DOU de 18/03/2005