

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE VIÇOSA**

**Protótipo de uma Unidade de Tratamento de Água para o Ensino e  
Aprendizagem de Química.**

Ângela Pereira Ferreira  
*Magister Scientiae*

**VIÇOSA - MINAS GERAIS  
2024**

**ÂNGELA PEREIRA FERREIRA**

**Protótipo de uma Unidade de Tratamento de Água para o Ensino e Aprendizagem de Química.**

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

Orientadora: Rita de C. S. de Sousa

**VIÇOSA - MINAS GERAIS  
2024**

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

T

F383p  
2024  
Ferreira, Ângela Pereira, 1974-  
Protótipo de uma unidade de tratamento de água para o ensino e aprendizagem de Química / Ângela Pereira Ferreira. – Viçosa, MG, 2024.  
1 dissertação eletrônica (55 f.): il. (algumas color.).

Inclui anexo.

Orientador: Rita de Cássia Superbi de Sousa.

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

Referências bibliográficas: f. 51-53.

DOI: <https://doi.org/10.47328/ufvbbt.2026.034>

Modo de acesso: World Wide Web.

1. Química (Ensino médio) - Estudo e ensino. 2. Água - Estações de tratamento - Experiências. 3. Água - Purificação. I. Sousa, Rita de Cássia Superbi de, 1983-. II. Universidade Federal de Viçosa. Departamento de Química. Programa de Pós-Graduação em Química em Rede Nacional. III. Título.

CDD 22. ed. 540.712

**ÂNGELA PEREIRA FERREIRA**

**Protótipo de uma Unidade de Tratamento de Água para o Ensino e Aprendizagem de Química.**

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

APROVADA: 2 de agosto de 2024.

Assentimento:

---

Ângela Pereira Ferreira  
Autora

---

Rita de Cassia Superbi de Sousa  
Orientadora

Essa dissertação mestrado profissional foi assinada digitalmente pela autora em 13/11/2024 às 13:41:10 e pela orientadora em 13/11/2024 às 18:45:54. As assinaturas têm validade legal, conforme o disposto na Medida Provisória 2.200-2/2001 e na Resolução nº 37/2012 do CONARQ. Para conferir a autenticidade, acesse <https://siadoc.ufv.br/validar-documento>. No campo 'Código de registro', informe o código **6PSL.6KTU.SMN8** e clique no botão 'Validar documento'.

Dedico este trabalho a todos os meus alunos da Escola Estadual Dr. José Augusto envolvidos no projeto.

## **AGRADECIMENTOS**

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

À minha família pelo incentivo e apoio total durante todo o mestrado. Aos amigos do PROFQUI pelo incentivo durante todo o processo.

Agradeço à equipe da Copasa, a Secretaria de Meio Ambiente de Entre Folhas, pela parceria e apoio incondicional.

À professora Rita de Cássia Superbi de Sousa pela atenção e dedicação dada a partir da orientação deste estudo.

Agradeço à Escola Estadual “Dr. José Augusto” de Entre Folhas- MG por permitir a realização de um trabalho tão importante e auxiliar me em todo o processo.

“Na natureza, nada se cria, nada se perde, tudo se transforma”  
Antoine Laurent Lavoisier

## RESUMO

FERREIRA, Ângela Pereira, M.Sc., Universidade Federal de Viçosa, agosto de 2024. **Protótipo de uma Unidade de Tratamento de Água para o Ensino e Aprendizagem de Química.** Orientadora: Rita de Cassia Superbi de Sousa.

A água é um recurso essencial para a manutenção da vida e para a garantia da sobrevivência do ser humano. Entretanto, sabemos que existem impurezas e microrganismos que podem ser prejudiciais ao consumo humano, caso não haja um tratamento adequado. A presente pesquisa apresenta o trabalho realizado em uma escola da rede pública estadual no município de Entre Folhas - MG que, em parceria com a COPASA/MG, do mesmo município, buscaram construir um protótipo de estação de tratamento de água dentro do espaço escolar. O objetivo da construção do protótipo foi viabilizar para os alunos, uma compreensão prática e aprofundada sobre o ciclo da água, poluição hídrica e processos de purificação. Além disso, a partir da implantação deste projeto, promoveu-se uma iniciativa educativa, destinada aos alunos do ensino médio, para que estes pudessem compreender a abordagem prática aos conhecimentos teóricos apresentados sobre processos de separação e tratamento de água. Desta maneira, considerou-se a experiência da construção de uma mini estação de tratamento, uma importante ferramenta de ensino abordando diferentes conteúdos de Química como processos de separação de misturas, misturas homogêneas e heterogêneas, soluções, substâncias químicas, ligações químicas e ao mesmo tempo reforçando a consciência ambiental. Viu-se a partir da realização desta pesquisa e pela aplicação de questionário, que muitos alunos necessitavam ter maiores conhecimentos acerca do processo de tratamento de água e do funcionamento das mini ETAs. Como resultado alcançado, foi possível alcançar todas as turmas de Ensino Médio da escola, tendo o projeto sido estendido para as outras séries do ensino fundamental. Concluiu-se que a construção do protótipo da mini ETA na escola, colaborou de modo positivo, integral e

colaborativo para o processo de consolidação do ensino e aprendizagem em química durante as aulas possibilitando assim, a integração entre teoria e prática estabelecida dentro do contexto educacional em uma situação eficaz e promissora.

Palavras-chave: Aulas práticas.; Mini ETA.; Água Tratada. ; Produto Educacional. ; Conhecimento.

## ABSTRACT

FERREIRA, Ângela Pereira, M.Sc., Universidade Federal de Viçosa, August, 2024.  
**Prototype of a Water Treatment Unit for Chemistry Teaching and Learning.**  
Adviser: Rita de Cassia Superbi de Sousa.

Water is an essential resource for maintaining life and ensuring the survival of human beings. However, we know that there are impurities and microorganisms that can be harmful to human consumption if there is no adequate treatment. This research presents the work carried out in a state public school in the municipality of Entre Folhas - MG which, in partnership with COPASA/MG, from the same municipality, sought to build a prototype water treatment plant within the school space. The objective of building the prototype was to provide students with a practical and in-depth understanding of the water cycle, water pollution and purification processes. Furthermore, following the implementation of this project, an educational initiative was promoted, aimed at high school students so that they could understand the practical approach to the theoretical knowledge presented about water separation and treatment processes. In this way, the experience of building a mini treatment station was considered, an important teaching tool addressing different Chemistry contents such as mixture separation processes, homogeneous and heterogeneous mixtures, solutions, chemical substances, chemical bonds and at the same time reinforcing environmental awareness. It was seen from carrying out this research and applying the questionnaire that many students needed to have greater knowledge about the water treatment process and the functioning of mini-WTPs. As a result, it was possible to reach all high school classes at the school, and the project was extended to other elementary school grades. It was concluded that the construction of the mini ETA prototype at school contributed in a positive and integral and collaborative way to the process of consolidating teaching and learning in chemistry during classes, thus enabling the integration between theory and practice established within the context education in an effective and promising situation.

Keywords: Practical classes. ; Mini ETA. ; Treated water. ; Educational product. ; Knowledge.

## SUMÁRIO

<b>1. INTRODUÇÃO</b> .....	<b>10</b>
<b>2. OBJETIVOS</b> .....	<b>12</b>
<b>3. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA</b> .....	<b>13</b>
<b>3.1. A ÁGUA ENQUANTO BEM COMUM E RECURSO NATURAL</b> .....	<b>13</b>
<b>3.2. O PROCESSO DE REUTILIZAÇÃO DA ÁGUA</b> .....	<b>15</b>
<b>3.3. O PROCESSO DE APRENDIZAGEM ATRAVÉS DA EXPERIMENTAÇÃO NAS AULAS DE QUÍMICA</b> .....	<b>16</b>
<b>3.4. A CONSTRUÇÃO DE UM PROTÓTIPO DE UMA MINI ESTAÇÃO DE ÁGUA NA ESCOLA</b> .....	<b>18</b>
<b>4. MATERIAIS E MÉTODOS</b> .....	<b>19</b>
• <b>4.1. Da Coleta de Dados</b> .....	<b>20</b>
• <b>4.2. Da Visita Técnica Realizada na Copasa</b> .....	<b>21</b>
• <b>4.3. Da Realização das Aulas e Palestras</b> .....	<b>22</b>
• <b>4.4. Da Criação da Mini Estação</b> .....	<b>23</b>
<b>5. RESULTADOS E DISCUSSÃO</b> .....	<b>24</b>
• <b>5.1 QUESTIONÁRIO</b> .....	<b>24</b>
• <b>5.2 VISITA TÉCNICA</b> .....	<b>30</b>
• <b>5.3. PALESTRAS</b> .....	<b>33</b>
• <b>5.4. DO PROCESSO DA CONSTRUÇÃO DO PROJETO NA ESCOLA</b> .....	<b>38</b>
• <b>5.5. MATERIAIS E REAGENTES UTILIZADOS NA CONSTRUÇÃO DA MINI ESTAÇÃO DE TRATAMENTO DE ÁGUA:</b> .....	<b>43</b>
• <b>5.6. CÁLCULOS UTILIZADOS PARA O FUNCIONAMENTO DA MINI ETA:</b> .....	<b>45</b>
<b>6. CONSIDERAÇÕES FINAIS</b> .....	<b>48</b>
<b>REFERÊNCIAS</b> .....	<b>51</b>
<b>ANEXOS</b> .....	<b>54</b>

## 1. INTRODUÇÃO

A água é um recurso natural esgotável e essencial para a vida. Por esse motivo, esse recurso passa por várias etapas físico-químicas de tratamento e por processos que são exigidos, conforme a legislação, de modo a atender padrões sanitários/ambientais até que esteja apta para o consumo humano. Nessa perspectiva, a importância de tratar sobre sua manutenção e sobre o cuidado deste recurso tão necessário à humanidade, sempre foi motivo de debates e disputas em todos os lugares, uma vez que, as questões que tivessem relacionadas à sua conservação, tornaram-se, nos últimos anos, uma preocupação mundial (CASTILHO; OLIVEIRA, 2018).

Sabe-se que a água é uma substância essencial a qualquer ser vivo. Contudo, tal recurso necessita ser de qualidade, ainda que não ofereça nenhum risco à saúde populacional. No entanto, em razão da poluição e do aumento populacional do nosso planeta, a água está em constante redução. O difícil acesso a esse bem, em vários países, e por consequência, nos casos da finalidade de consumo humano, depende, na contemporaneidade, de inúmeros processos de tratamento para remoção das impurezas (TRONOLONE, 2020).

Em diferentes cenários e conjunturas, a eminente preocupação com a qualidade da água é uma questão crucial em todo o mundo. Nesse contexto, o desenvolvimento de protótipos de mini estações de tratamento de água com seu reaproveitamento, emergem como uma abordagem promissora para atender às necessidades locais e proporcionar acesso a água potável em áreas onde a infraestrutura convencional pode ser desafiadora.

O presente estudo consistiu no processo de elaboração e criação de uma mini estação de tratamento de água (mini ETA) com estudantes do Ensino Médio da Escola Estadual “Dr. José Augusto”, em Entre Folhas-MG, visando favorecer e contextualizar o processo de ensino aprendizagem no ambiente escolar, principalmente nas aulas de Química, vinculando o conteúdo programático do currículo, a partir da utilização de fatos que fizessem menção ou compusessem vivências cotidianas e, ainda, estabelecessem uma análise posterior quanto às percepções dos discentes a partir das experiências a respeito do cuidado, uso e, principalmente, a conservação deste bem essencial a existência de vida no planeta.

Andrade (2007) comenta que as aulas práticas trazem riqueza porque comportam, além de suas representações, a parte de conscientização de sua própria atividade. A preparação e a execução do trabalho justificou-se pelo entendimento de que a criação de um produto que realizasse o tratamento de água e que ao mesmo tempo estivesse ao alcance dos estudantes na escola, foi considerado pertinente para que pudessem materializar uma aprendizagem coerente e que fosse alicerçada à vivência com base em conceitos e reflexões acerca dos conhecimentos sobre o uso adequado da água, bem como dos processos empregados em seu tratamento, de modo que fosse possível consubstanciar a prática à disciplina de Química em sala de aula.

Durante a realização da execução do projeto, a mini ETA foi utilizada no desenvolvimento de práticas laboratoriais, inicialmente para o Ensino Médio. No entanto, o produto criado também pode ser utilizado em outras demandas do ensino.

Para além das questões já destacadas, com a realização desse projeto, buscamos trabalhar os princípios por trás do desenvolvimento de um protótipo de miniestação de tratamento de água além de trabalhar conteúdos relacionados a disciplina de química, como misturas e seus processos de separação, densidade, ligações químicas, diferenciação entre grupos metais e não metais, substâncias químicas, soluções, dentre outros.

Além disso, tivemos a preocupação em buscar e compreender qual seria o potencial/impacto positivo dessas inovações na promoção da saúde e do bem-estar das populações locais, contribuindo para um futuro mais sustentável e equitativo no fornecimento de água potável (ROMEIRO, 2012).

Nessa perspectiva, por meio da realização desse experimento, a construção da mini ETA apresentou-se ao contexto educativo como uma ferramenta de finalidade interdisciplinar. Em todos os momentos, houve uma proposta ampliada para garantir que pela contextualização da teoria, por meio das atividades práticas, aulas didáticas e palestras elaboradas, também fosse assegurado, vivências coletivas e significativas a respeito da importância do ambiente escolar como parte de uma sociedade sustentável.

## 2. OBJETIVOS

### 2.1. OBJETIVO GERAL

Este trabalho teve por objetivo a construção de uma miniestação de tratamento de água (mini ETA) na escola de modo a relacionar conteúdos trabalhados em sala de aula, na disciplina de química vinculando o produto ao cotidiano dos alunos, promovendo aulas dinâmicas e interativas com temática voltada para o reaproveitamento e tratamento da água.

### 2.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Melhorar o engajamento entre a teoria e a prática nas aulas que envolvessem análise de água e separação de misturas;
- Criar um produto final (mini ETA) que fosse utilizado por todas as turmas do Ensino Médio e quando em caso de interesse, pelas turmas do Ensino Fundamental II (6ª ao 9º ano) e que perpassem pelo contexto de aprendizagem no naquilo que fosse inerente às etapas processuais do tratamento de água;
- Implementar a efetividade de experimentação no ambiente escolar, bem como otimizar a aprendizagem quanto à criação de novos produtos e suas tecnologias;
- Compreender e compartilhar com os alunos a importância da escassez da água no mundo e seu reaproveitamento no ambiente escolar;
- Utilizar o produto criado para elaboração de aulas voltadas para o processo de ensino e aprendizagem contextualizado de acordo com as diretrizes educacionais vigentes.

### 3. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

#### 3.1. A ÁGUA ENQUANTO BEM COMUM E RECURSO NATURAL

Ao ser reconhecida como um bem comum, podemos retroceder ao passado, no qual, desde Tales de Mileto<sup>1</sup>, a constatação de que da água se dependia tudo, ou até mesmo, sua simbologia na alquimia, compreendemos que seu significado sempre esteve diretamente vinculado ao homem, aos processos naturais à sua volta, sendo, além de necessária à preservação de nossa espécie, a qual sabemos que é constituída por mais de 70% de água, um bem que deve ser disponibilizado a todos por ser um direito intransponível (DA COSTA, 2020; CASTRO, 2022).

Nas últimas décadas, muito se tem levantado acerca da preocupação com a água potável face ao expressivo crescimento populacional contemporâneo e, ainda, paralelamente à utilização inadequada dos recursos hídricos em suas mais variadas finalidades (ROMEIRO, 2012; CASTRO, 2022).

Por ser assim considerada, a água elenca o rol dos recursos naturais na qual as comunidades e a população em geral não pode ser sua proprietária, apenas usufrutuária e o Estado, seu guardião<sup>2</sup>.

Essa condição essencialista da água a eleva à condição de um bem (de uso) comum, por representar uma necessidade vital e essencial à humanidade, enquadrando-se como bem ou serviço ao qual todos deveriam ter acesso, assim como um direito humano (IRIGARAY; GORCZEVSKI, 2019, p.3).

Com relação ao seu uso, a crescente escassez de recursos hídricos e a preocupação com a qualidade da água, destaca a necessidade de abordagens inovadoras em seu tratamento. Jacobi, Empinotti e Schmidt (2016) reportam que, em 2014, mais de 750 milhões de pessoas sofriam com a falta de acesso a fontes adequadas para consumo de água e mais de 2,5 bilhões de pessoas não tinham condições adequadas de saneamento. A desigualdade no acesso à água e, em

---

<sup>1</sup> Na filosofia, defendeu a ideia de que a partir da origem do Universo, havia uma matéria-prima básica que seria responsável por todas as outras: a água. Uma de suas frases mais conhecidas, ficou sendo que “o Universo é feito de água”, após observar que sem água, tudo morria. Disponível em: <https://super.abril.com.br/ideias/o-universo-e-feito-de-agua-tales-de-mileto>. Acesso em 27/01/2024.

<sup>2</sup> De acordo com a Constituição Federal Brasileira de 1988, as águas são consideradas de domínio público, sendo pertencente aos entes da Federação, conforme artigo 20, III, artigo 26, I e artigo 225, dispondo sobre o regime de sua dominialidade.

especial, com relação ao serviço de esgoto, tanto no Brasil quanto em outros países do mundo, estão entre as principais frentes de ação quando se projeta a construção de uma sociedade mais justa e sustentável.

De acordo com Bates et al. (2008), a quantidade e a qualidade da água têm sofrido interferências recorrentes em função da deterioração de bacias hidrográficas causadas por queimadas, usos antrópicos da terra, ocorrência do processo da erosão, descargas de águas residuais sem prévio tratamento e outras ações.

Jacobi, Empinotti e Schmidt (2016), acreditam que um em cada sete habitantes do planeta carecem de acesso adequado a água potável. Mais de 40% da população do planeta viverá a curto prazo em regiões crescentemente afetadas por estresse hídrico.

De acordo com o site da Cetesb veiculado a partir do Governo do Estado de São Paulo, a Unicef (Fundo das Nações Unidas para a Infância) aponta que menos da metade da população mundial possui acesso à água potável. O consumo da água é direcionado para a irrigação que corresponde a 73% do consumo, na indústria com 21% correspondente e apenas 6% é destinado ao uso doméstico.

Um bilhão e 200 milhões de pessoas (35% da população mundial) não têm acesso a água tratada. Um bilhão e 800 milhões de pessoas (43% da população mundial) não contam com serviços adequados de saneamento básico. Diante desses dados, temos a triste constatação de que dez milhões de pessoas morrem anualmente em decorrência de doenças intestinais transmitidas pela água (CETESB/SP, online).

Os hidrólogos preveem que, a continuar esta tendência, a água doce enfrentará uma dupla pressão: por um lado, o crescimento populacional potencializado pelas práticas intensas de consumo que aumentará a demanda por comida e energia e, por outro lado, o impacto das mudanças climáticas. Aproximadamente 80% da população mundial sofre sérias ameaças quanto à sua segurança hídrica, considerando a importância em tentar diminuir a escassez hídrica, Moura et al. (2020), incitam como alternativa a sua reutilização, já que, mesmo que renováveis, os recursos hídricos de qualidade e potabilidade são considerados escassos.

A utilização da água de reúso segura, possibilita que a oferta de água potável seja destinada para fins essenciais, e a de água de reúso, para outros fins, tais como atividades agrícolas, irrigação paisagística e limpeza urbana (PINTO et al., 2014; CASTRO, 2022).

Para Tugoz, Bertolini e Brandalise (2017); WWAP (2020) as questões relacionadas à preservação ambiental e ao uso consciente da água passaram a ser uma preocupação mundial, o que tem impulsionado o aumento crescente de políticas públicas voltadas à promoção de práticas sustentáveis.

### 3.2. O PROCESSO DE REUTILIZAÇÃO DA ÁGUA

Antes de tecermos comentários acerca de sua utilização, faz-se necessário considerar que a água de reúso diz respeito a água resultante dos processos de reutilização da água, ou, em outras palavras, da água reciclada/recuperada a partir de diversas fontes e dentro de padrões estabelecidos. Assim, no sentido de seu emprego com fins benéficos, pode ser reutilizada mais de uma vez antes que retorne ao ciclo natural da água (MOURA, et al. 2020, p. 14).

De acordo com Jiménez-Cismero (2014) e Oliveira (2020), o emprego da água reutilizável é praticado na agricultura desde tempos antigos em países como China, Índia e Egito. Entre os séculos XVIII e XIX, utilizava-se o reúso direto, de efluente não tratado, para a agricultura tanto na América do Norte quanto na Europa. No começo do século XX, os países desenvolvidos diminuíram a prática em razão da poluição dos corpos hídricos, visto que a utilização de esgoto bruto era sem qualquer controle. Países em desenvolvimento, como China, México, Peru, Egito, Líbano, Marrocos, Índia e Vietnã, continuaram utilizando o reúso na agricultura em razão da quantidade de nutrientes contidos na água (TRONOLONE, 2020).

No Brasil, a criação de legislação e parâmetros para a utilização da água de reutilizável, ainda está em estágio incipiente. Apenas 27% dos estados da Federação contêm alguma legislação estadual ou municipal. Das leis ou normativas verificadas, três são estaduais e quatro municípios possuem alguma normativa sobre o tema. Nesse sentido, é notória a necessidade de uma legislação que dê subsídio a essa reutilização, levando em consideração ser uma alternativa à sustentabilidade e à escassez hídrica (MOURA et al., 2020).

De acordo com o Conselho Nacional de Recursos Hídricos – CNRH, podemos refletir sobre termos que tratam as definições acerca da água de reúso. Tais termos podem ser encontrados no artigo 2º da Resolução nº 54 de 28 de novembro de 2005, sendo assim considerados:

- I - água residuária: esgoto, água descartada, efluentes líquidos de edificações, indústrias, agroindústrias e agropecuária, tratados ou não;
- II - reúso de água: utilização de água residuária;
- III - água de reúso: água residuária, que se encontra dentro dos padrões exigidos para sua utilização nas modalidades pretendidas;
- IV - reúso direto de água: uso planejado de água de reúso, conduzida ao local de utilização, sem lançamento ou diluição prévia em corpos hídricos superficiais ou subterrâneos;
- V - produtor de água de reúso: pessoa física ou jurídica, de direito público ou privado, que produz água de reúso;
- VI - distribuidor de água de reúso: pessoa física ou jurídica, de direito público ou privado, que distribui água de reúso; e
- VII - usuário de água de reúso: pessoa física ou jurídica, de direito público ou privado, que utiliza água de reúso (Resolução nº 54, 2005).

Nesse sentido, é necessário implementar uma legislação que seja específica de modo que se evite riscos à saúde humana e ambiental da população brasileira em geral, pois, conforme declaração dada pelo engenheiro Ivanildo Hespanhol para a Revista Pesquisa Fapesp “Temos tecnologia para tratar efluentes e transformá-los em água de reúso potável, que a população pode beber com segurança, sem risco nenhum. Mas ainda falta no Brasil uma legislação a respeito” (REVISTA FAPESP, online).

Ainda de acordo com Da Costa et al. (2020), carece em nosso país, um estudo que envolva a distribuição, escassez e a qualidade da água. Ela complementa ainda que, a importância desse estudo é necessária para que as novas gerações possam obter conhecimento crítico da situação atual e, assim, gerar novas opiniões e conscientização de uma sociedade corresponsável com os principais problemas ambientais contemporâneos.

### 3.3. O PROCESSO DE APRENDIZAGEM ATRAVÉS DA EXPERIMENTAÇÃO NAS AULAS DE QUÍMICA

Tronolone (2020) enfatiza que a contextualização em seu sentido mais amplo é empregada como meio de educação para a vida, relacionando o conteúdo aprendido em sala de aula com o dia a dia dos alunos, formando assim o aluno-cidadão capaz de refletir, compreender, discutir e agir sobre a sociedade que está em sua volta.

Nesse sentido, um trabalho que contextualiza na prática, o tratamento da água permitirá que o aluno vivencie o processo de ensino aprendizagem sob uma

perspectiva mais “concreta” e construtiva e, ainda, poderá envolvê-lo em atividades interdisciplinares.

O processo de ensino aprendizagem enfrenta desafios cotidianos em uma escola. O professor ora precisa lutar pela atenção do aluno que se envolve em conversas dispersas com os colegas ou que se distrai com as próprias atividades. Nesse ensejo, a criação de alternativas que promovam uma aula mais dinâmica, sempre tende a trazer benefícios no processo de conhecimento e as aulas experimentais representam uma dessas alternativas.

Os livros didáticos, apesar de trazerem muito conhecimento, não são suficientes para o processo de ensino aprendizagem. O ensino deve ser o mais interdisciplinar possível, interligando assuntos que, muitas vezes, por si só, o aluno não conseguiria. Nesse contexto, a Química presente no cotidiano é de suma importância para fazer a ponte entre o conhecimento prévio do aluno e o conhecimento científico, lembrando-se que este último deve ser construído coletivamente, através de discussões, observações, dentre outros meios, possibilitando também uma maior interação entre os alunos, motivando-os a buscar razões e explicações para os fenômenos que acontecem à sua volta (SOUZA, 2013).

A natureza da ciência “Química” é experimental, sendo assim, aulas que envolvam a prática trazem novas perspectivas para o educando, tornando-o coparticipante da interpretação do mundo e da ação responsável na realidade (ANDRADE e VIANA, 2017). O processo de aprendizagem através da experimentação deve oferecer condições para que os alunos possam levantar e testar suas ideias e suposições sobre os fenômenos científicos que ocorrem no seu entorno.

Souza (2013) e Ferreira (2018) complementam que as atividades experimentais devem ser garantidas de maneira a evitar que a relação teoria – prática seja transformada em uma dicotomia. As experiências despertam em geral um grande interesse nos alunos, pois, além de propiciar uma situação de investigação, constituem momentos particularmente ricos no processo de ensino aprendizagem, uma vez que podem se tornar aulas diferenciadas e atraentes, ajudando na compreensão dos fenômenos e na produção do conhecimento científico.

Outra questão importante que instiga o professor de química a tratar sobre a temática e a problemática do consumo da água em sala de aula, está na constante exposição da mídia em geral quanto às questões voltadas para seu emprego.

Os problemas de degradação e escassez de água são frequentemente noticiados na mídia impressa, online e falada, o que torna a água um importante conteúdo a ser trabalhado no ensino de ciências. Portanto, alternativas tecnológicas e custos para proteção e recuperação do ambiente devem ser trabalhadas nas salas de aula por todas as disciplinas, mas principalmente pelo ensino de ciências (SOUZA et al. 2014, p. 314).

Considerando, pois, a disciplina de química, uma importante área do ensino de ciências; a potabilidade da água como um conteúdo diretamente relacionado ao cotidiano dos alunos e por último, a temática da água como método viável para o processo de ensinar e aprender em sala de aula; acredita-se que o professor pode ter nas mãos importantes instrumentos que facilitarão o processo individual/coletivo de assimilação do conteúdo, no âmbito da sala de aula (CHASSOT; SCHROEDER, 1993; FERREIRA, 2018; LISBOA, 2015)

Para De Souza et al (2014, p. 315):

O professor pode trabalhar esse assunto apenas dentro da sala de aula, ou mesmo levar seus alunos em uma ETA para mostrar in loco o tratamento, que pode ser feito de várias formas, dependendo do local de captação da água. Destacamos que, ao retratar todo o processo de tratamento de água, é possível sensibilizar os alunos sobre o impacto das atividades humanas sobre a água, o custo para proteção, manutenção e tratamento dos recursos hídricos, bem como diminuir o gasto desnecessário de água (SOUZA et al. 2014, p. 315).

Sem dúvida, a melhor maneira de se trabalhar a questão do tratamento de água nas aulas de química é por meio do “despertar do interesse” via aprendizagem prática. O caminho deve ser proposto no sentido de tornar a motivação pelo desenvolvimento de conceitos e questões diversas e ser estabelecido intrinsecamente de maneira coletiva “uma vez que é comprovado que o aprendizado acontece com uma eficiência maior quando há troca de saberes” (DE FARIA et al., 2014).

#### 3.4. A CONSTRUÇÃO DE UM PROTÓTIPO DE UMA MINI ESTAÇÃO DE ÁGUA NA ESCOLA

A construção de uma miniestação de água como produto educacional pode ser

justificada e motivada por diversos fatores, que incluem desde os aspectos educacionais, ambientais e sociais até a conscientização ambiental que visa promover a importância da água e seu uso responsável de maneira crucial.

A proposta oferece uma oportunidade prática para os alunos entenderem como a água é tratada e a importância da preservação dos recursos hídricos pelo viés da criação dos protótipos de mini estações. Além disso, representam uma resposta eficaz a esse desafio, por oferecerem soluções adaptáveis para um trabalho interdisciplinar nas escolas.

Os protótipos de mini estações de ETA geralmente incorporam tecnologias avançadas de tratamento, como filtração/adsorção, osmose reversa e desinfecção, adaptadas para operar em uma escala menor, o que os torna ideais para comunidades de pequeno porte ou áreas remotas. São projetados para serem compactos, eficientes e economicamente viáveis, levando em consideração as características específicas do local em que serão implantados.

Uma mini estação de tratamento de água é um sistema compacto e eficiente projetado para purificar a água de fontes locais, como rios, lagos ou poços, tornando-a segura para o consumo humano.

Em termos de tecnologia, essas mini estações de tratamento geralmente incorporam diferentes etapas de purificação. A adsorção é um elemento chave, no sentido de que vai removendo partículas sólidas, sedimentos e impurezas da água bruta. Além disso, tecnologias como a osmose reversa, podem ser implementadas para remover íons, sais e contaminantes químicos, proporcionando um nível adicional de purificação.

Outro aspecto crucial é a desinfecção, essencial para eliminar microrganismos patogênicos que podem causar doenças transmitidas pela água. Métodos como a cloração, são frequentemente integrados nos protótipos para garantir a segurança microbiológica da água tratada. A sustentabilidade é um componente fundamental no desenvolvimento desses protótipos. Muitas vezes, são exploradas fontes de energia renovável, para alimentar o funcionamento das mini estações de tratamento. Somase aos fatos, a utilização eficiente de recursos, a minimização de resíduos e a facilidade de manutenção sendo atributos e condicionantes importantes na concepção desses sistemas.

Os alunos podem aplicar conceitos aprendidos em sala de aula de forma prática e interdisciplinar, promovendo as habilidades práticas, através da construção da mini

ETA. Na mesma medida, os professores, podem oferecer aos alunos, a oportunidade de desenvolver habilidades, como trabalho em equipe, resolução de problemas e pensamento crítico.

Ao alinharmos o projeto com os objetivos educacionais e sociais, criou-se uma experiência de aprendizado valiosa e impactante para os discentes, ao mesmo tempo em que se abordam questões importantes relacionadas ao meio ambiente e à sustentabilidade.

#### **4. MATERIAIS E MÉTODOS**

O tema do projeto foi definido entre outubro e novembro de 2022, em parceria com a orientadora professora Rita de Cássia Superbi e realizado durante o período de março a dezembro de 2023.

As etapas do projeto foram definidas a partir de planejamento realizado em paralelo ao cronograma bimestral da escola. No mesmo período, houve a realização do levantamento bibliográfico a fim de elencar os principais autores e estudos já realizados e publicados na área para constituição da escrita da pesquisa.

A seguir, foram descritas as etapas realizadas durante o período da pesquisa em todas as suas etapas.

##### **4.1. DA COLETA DE DADOS**

Para realização da coleta de dados, houve a seleção de 20 alunos colaboradores do Ensino Médio que tiveram como função a construção e a aplicação de um questionário básico<sup>3</sup> de modo a trabalhar informações acerca do conhecimento prévio dos alunos das séries de 1<sup>a</sup>, 2<sup>a</sup> e 3<sup>o</sup> ano do Ensino Médio, no sentido de verificar o nível de conhecimento dos entrevistados sobre tratamento de água e conhecimento geral acerca de sua importância desse recurso e seu uso essencial à vida e meio social.

Os alunos selecionados, realizaram o levantamento bibliográfico e em seguida, por meio de conversa informal, trocaram informações adquiridas a partir dos autores selecionados por eles como: Resolução de 54 (28/11/2005); Souza (2013); Pinto et al (2014); Jacobi; Empinotti e Schimidt (2016); Oliveira, Souza e Alencar (2017); Moura

---

<sup>3</sup> Questionário elaborado no anexo.

(2020); Tugoz, Bertolini e Brandalise (2017); site da COPASA; Revista Fapesp, Ferreira (2018); CASTRO (2020), WWAP (2020) e outros estudos e pesquisas sobre a temática.

Além do questionário aplicado, os alunos realizaram pesquisas diversas em laboratório de informática, biblioteca, vídeo aulas e documentários em geral, com a finalidade de construir conceitos, realizarem rodas de conversa, complementarem seus conhecimentos já preexistentes e tecerem parte da literatura revisada nesta pesquisa (conforme referências citadas).

Os dados coletados tanto no questionário tal qual as referências usadas para a escrita da pesquisa, serão tratadas a partir do capítulo “5. Resultados e Discussão” desta dissertação. Já a coleta de dados obtida a partir da pesquisa de campo, só foi possível em função da realização da visita técnica à Estação de Tratamento de Água em Entre Folhas, onde fomos recebidos pelo Técnico em Química responsável, que passou todas as informações e o passo a passo a respeito do funcionamento de uma ETA.

A pesquisa realizada neste trabalho, pode ser considerada por Gerhardt e Silveira (2009) como pesquisa de campo, qualitativa, aplicada e descritiva. Para os autores, uma pesquisa aplicada tende a gerar conhecimentos para aplicação prática, dirigidos à solução de problemas específicos. Afirmamos ainda que o campo de opções da pesquisa de campo qualitativa, aplicada e descritiva, pôde delinear e servir de referência para fornecer os contrastes finalísticos e necessários para a apresentação das características do estudo, assim como, para a identificação de suas particularidades.

#### 4.2. DA VISITA TÉCNICA REALIZADA NA COPASA/MG - ENTRE FOLHAS

A pesquisa *in loco* realizada na COPASA/MG do município de Entre Folhas, deu-se pela efetivação de visita técnica, em que tivemos a oportunidade de acompanhar do início ao fim, o funcionamento de uma ETA, a realização de vários procedimentos técnicos como testes de turbidez, clarificação, filtração e remoção de partículas. Além disso, foram realizados experimentos de dosagens adequadas de reagentes químicos conforme legislação e parâmetros vigentes necessários ao processo de qualidade da água, e vários outros métodos de análise química

considerados cruciais nas estações de tratamento de água para posterior distribuição e potabilidade.

Todos os métodos e observações explicados pelo técnico em química da COPASA, foram devidamente registrados em todos os processos. De maneira geral, as etapas no decorrer de toda visita realizada na estação foram: informações sobre os processos de captação, adução, tratamento, visita aos reservatórios de água em tratamento e após tratamento, visita aos laboratórios de análises da companhia, ida ao auditório para apresentação das etapas compreendidas desde à captação à distribuição ao consumidor final.

#### 4.3. DA REALIZAÇÃO DAS AULAS E PALESTRAS REALIZADAS: EXPLICAÇÃO DO PROJETO DE CONSTRUÇÃO PROTÓTIPO DE MINI ETA NA ESCOLA

Para fundamentação e clareza da finalidade da criação do protótipo da mini ETA na escola, foram planejadas e realizadas aulas de ensino que estivessem direcionadas à temática da água. Dentre tais assuntos, foram tratados: o processo de formação e ocorrência do ciclo da água; água como recurso de importância social; poluição da água e legislação vigente; uso e consumo da água e tratamento da água para consumo humano; disposição da água em todo mundo e por último, água tratada para consumo humano.

Das aulas realizadas, a seguinte sequência didática e de conteúdos foram propostos e trabalhados:

- **Aula 01** - Água da chuva: como é possível utilizá-la?
- **Aula 02** - Sistemas de captação de água para consumo humano.
- **Aula 03:** Disponibilidade de água na Terra e consumo.
- **Aula 04:** A importância do ciclo da água na natureza.
- **Aula 05:** Consumo e potabilidade: tornando a água potável.
- **Aula 06:** Os Processos de Separação de Misturas na Mini ETA. Sistema de captação e tratamento de água da chuva.

Cada tema acima mencionado foi abordado em tempo distinto e de muitas maneiras, mas, todos em sala de aula e nas aulas de química. Com relação ao último; “potabilidade e consumo”, no sentido de fazer com que os alunos, pudessem compreender de forma clara e objetiva os processos de captação, coagulação,

floculação, decantação, adsorção, fluoretação, cloração, correção de pH e armazenamento, tivemos participação do técnico em química que abordou sobre cada etapa do processo realizado na COPASA através de fotos e vídeos enquanto recurso visual (DE SOUZA, 2007).

Por fim, trabalhamos com propostas de reaproveitamento da água na própria escola, com a captação da água da chuva e posteriormente o seu tratamento. Foram utilizados vídeos e material bibliográfico para a pesquisa, e, roda de conversa tratando a respeito dos possíveis locais de reutilização dessa água.

A segunda fase do projeto, antes de iniciarmos a instalação do protótipo na escola, deu-se com a realização de duas palestras: a primeira, apresentada pelo químico da COPASA com a temática “Educação Sanitária e Ambiental” e a segunda, realizada por mim enquanto professora regente de química com intuito de apresentar o projeto oficial do protótipo da miniestação de água a ser construída na escola.

#### 4.4. DA CRIAÇÃO DA MINIESTAÇÃO DE TRATAMENTO DE ÁGUA DA EEDJA

Para a criação da mini estação de tratamento de água na Escola Estadual Dr. José Augusto, os materiais utilizados foram: cimento, brita, areia, chapas de vidro temperado e canos PVC.

Como reagentes laboratoriais, os materiais consistiram em: fitas de pH, sulfato de alumínio, hipoclorito de sódio, areia, carvão ativado e cascalho, flúor, cloro e hidróxido de sódio.

##### 4.4.1. Miniestação de Tratamento de Água

A mini estação de tratamento de água foi construída passo a passo através da parceria formada entre a professora regente, a Escola Estadual Dr. José Augusto, a Secretaria de Meio Ambiente de Entre Folhas-MG, COPASA e alunos do Ensino Médio.

Adquirimos os recipientes em vidro temperado, para realizar os diferentes estágios do tratamento.

Na sequência e em parceria com a COPASA e Escola, compramos os materiais filtrantes: areia, cascalho e carvão ativado para a construção do filtro; os produtos químicos: coagulantes e desinfetantes seguros para tratamento de água (sulfato de

alumínio e cloro); os tubos e conexões: para direcionar a água através dos diferentes estágios.

Não foi feita a compra da bomba, pois o movimento da água no sistema é por gravidade. Como instrumentos de medição, foram utilizadas as fitas de pH para verificar a acidez da água. No caso da análise da turbidez, o processo foi realizado visualmente uma vez que a princípio esta água não é para consumo humano. Foram providenciados também, a aquisição de equipamentos de segurança como luvas e óculos de proteção para manuseio dos materiais.

## 5. RESULTADOS E DISCUSSÃO

### 5.1 QUESTIONÁRIO

A partir da coleta de dados, foram aplicados cerca de 80 questionários (conforme anexo), onde, dos 80, apenas 60 foram respondidos integralmente, e por terem sido 20 respondidos parcialmente ou devolvidos em branco, estes foram descartados. Dos resultados obtidos e a partir de cada questionamento realizado, tivemos os dados seguintes:

**Gráfico 1: Grau de escolaridade dos entrevistados**



**Fonte: Dados obtidos a partir de pesquisa realizada pela autora**

Com relação à escolaridade, 100% dos entrevistados estavam cursando o Ensino Médio.

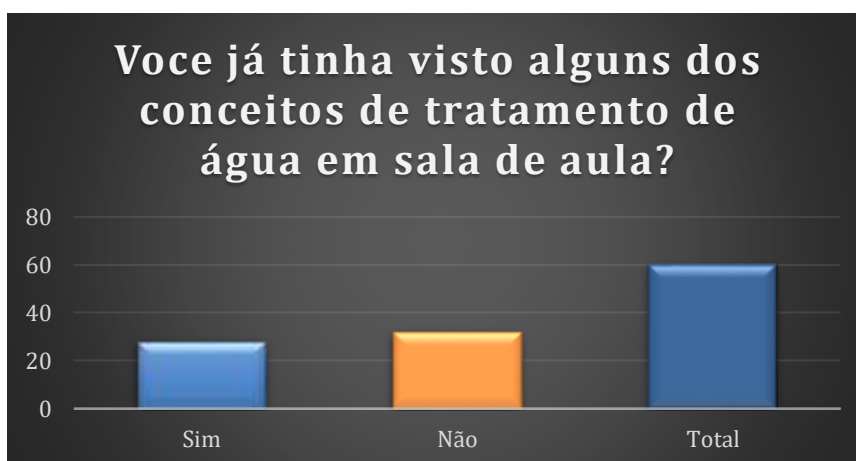
**Gráfico 2: Compreensão do entrevistado quanto a água que chega em sua residência.**



**Fonte: Dados obtidos a partir de pesquisa realizada pela autora**

A pergunta de número dois, indagava os entrevistados quanto ao grau de informação que apresentavam a respeito da água que chegava em suas residências. Como resultado, 24 dos respondentes consideravam-se muito bem informados marcando “ótimo”; seis afirmaram ser “bom”; 20 consideraram ter o conhecimento “regular” e por último, 10 afirmaram não conhecer muito a respeito, registrando “péssimo”.

**Gráfico 3: Conceitos trabalhados em sala de aula sobre tratamento de água.**



**Fonte: Dados obtidos a partir de pesquisa realizada pela autora**

Se já haviam tido a oportunidade de ouvirem e conhecerem alguns dos conceitos e processos inerentes ao tratamento de água quando em sala de aula durante as aulas, dos 60 entrevistados, 32 nunca tinham tido a oportunidade enquanto 28 afirmaram que em algum momento da fase de escolarização, o tema foi abordado em sala de aula

**Gráfico 4: Busca por informações a respeito do tratamento de água.**



Fonte: Dados obtidos a partir de pesquisa realizada pela autora

A pergunta de número quatro do questionário era acerca do interesse por parte dos alunos em saber mais sobre o tratamento de água. Dos 60 respondentes, apenas 15 afirmaram já terem buscado informações sobre tratamento da água por terem interesse pelo assunto e 45 afirmaram nunca ter buscado conhecer sobre tais processos.

**Gráfico 5: Opinião dos alunos sobre a água ser um recurso que está se acabando.**



Fonte: Dados obtidos a partir de pesquisa realizada pela autora

Com relação à questão de número cinco, dos 60 entrevistados, 48 dos respondentes afirmaram que esse recurso está acabando porque a água disponível está sendo poluída e não pode ser consumida; nove consideraram não saber as

razões, dois responderam que a água evapora e some no espaço e um deles considerou que a água penetra na terra e está localizada em um lugar de difícil acesso.

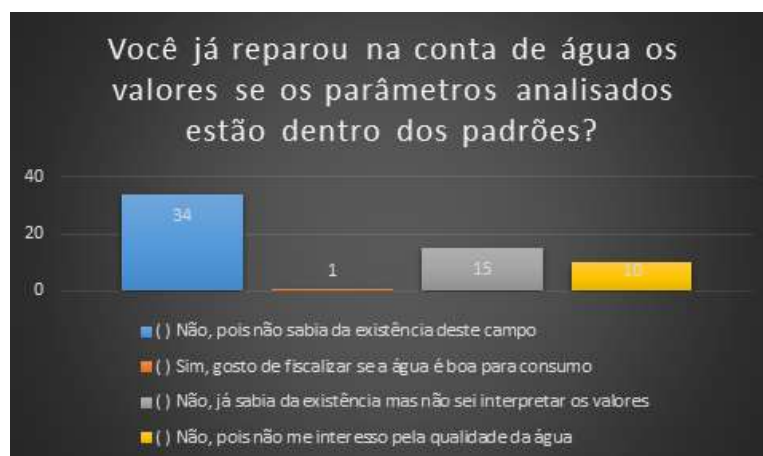
**Gráfico 6: Percepção dos alunos quanto ao fato de água limpa ser ou não potável.**



Fonte: Dados obtidos a partir de pesquisa realizada pela autora

Para a pergunta de número seis, os alunos apresentaram sua opinião se pela ótica de cada um, "água limpa é sempre potável?". Os resultados foram os seguintes: 34 não sabiam; 11 afirmaram que mesmo limpa a água pode possuir micro-organismos causadores de doenças, 10 consideravam que sim, pois a sujeira é a única que prejudica a saúde e por último, cinco consideraram que sim, uma vez que, segundo eles, o que os olhos não veem, o corpo não sente.

**Gráfico 7: Observação dos estudantes quanto aos parâmetros e os valores mencionados na conta de água.**



Fonte: Dados obtidos a partir de pesquisa realizada pela autora

Na pergunta de número sete, os alunos responderam se eles já haviam feito observações na conta de água residencial quanto aos valores e parâmetros vigentes, e, se estes estariam dentro dos padrões. Os resultados obtidos pelo retorno das respostas foram os seguintes: 34 alunos não sabiam da existência deste campo na conta de água; 15 já tinham conhecimento deste campo, mas não sabiam fazer a interpretação de tais valores; 10 responderam não saber e não ter interesse pelo assunto qualidade da água e um afirmou ter conhecimento e gostar de fiscalizar se a água é boa para o consumo humano.

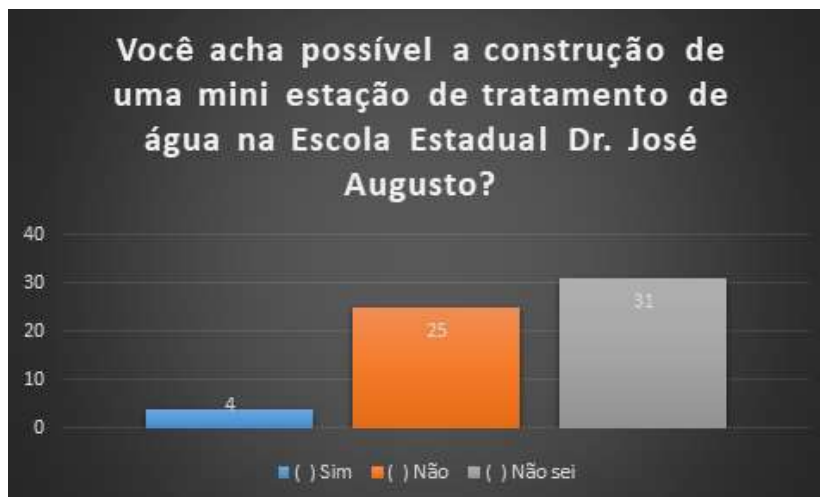
**Gráfico 8: Se os alunos já conheciam uma estação de tratamento de água.**



**Fonte: Dados obtidos a partir de pesquisa realizada pela autora**

Ao serem questionados sobre o fato de já terem ou não conhecido uma estação de tratamento de água ao longo de suas vidas, tivemos um total de 54 respondentes que afirmaram já terem conhecido e seis em contrapartida, assinalaram nunca terem conhecido.

**Gráfico 9: Qual seria a opinião dos entrevistados com relação à viabilidade de instalação de uma mini ETA na EEDJA.**



**Fonte: Dados obtidos a partir de pesquisa realizada pela autora**

A respeito da opinião que possuíam acerca da possibilidade de construção de uma mini ETA na Escola Estadual Dr. José Augusto, dos 60 respondentes, tivemos os seguintes resultados; quatro alunos respondentes, consideraram ser uma possibilidade a implementação de uma mini ETA na escola; já 25 dos alunos entrevistados, responderam que não seria possível e o número de 31 alunos, afirmou não saber se era possível.

A última pergunta do questionário, questão de n. 10, que perguntava se os discentes conseguiam associar a importância da construção de uma mini ETA na escola e se isso beneficiaria de alguma maneira, o processo de ensino aprendizagem na disciplina de química e outras disciplinas como ciências, biologia, física e com questões que tivessem relacionadas às etapas existentes na mini ETA.

**Gráfico 10: Opinião dos entrevistados quanto à associação da mini ETA como ferramenta de aprendizagem nas aulas de Ciências, Biologia, Física e Química.**



**Fonte: Dados obtidos a partir de pesquisa realizada pela autora**

De todos os entrevistados, 23 não sabiam se a mini ETA, quando instalada na escola, poderia estar vinculada de alguma maneira às aulas de Ciências, Biologia, Física e Química; 19 dos entrevistados não sabiam o que de fato seria uma mini ETA; 12 não sabiam se poderiam haver uma relação e seis consideraram ser possível associar a mini ETA quando instalada na escola ao processo de ensino e aprendizagem, ao mesmo tempo em que viam relação direta da mini ETA com as disciplinas de Ciências, Biologia, Física e Química, principalmente.

A partir do questionário aplicado, vimos de um modo geral que, embora muitos já tivessem conhecimento sobre água tratada e/ou já terem, em algum momento, a oportunidade de conhecer uma Estação de Tratamento de Água, a temática voltada para potabilidade da água, água tratada para consumo humano e a associação de questões que contemplassem disciplinas como Química, Ciências, Biologia, Física, não são tão eficientes, associadas ou vinculadas.

## 5.2 VISITA TÉCNICA

No que diz respeito à realização da visita técnica na estação de tratamento, esta foi realizada após o levantamento de dados apontados no questionário e no dia da visita, os alunos foram recepcionados pelo químico responsável da COPASA - Companhia de Saneamento de Minas Gerais.

Após a recepção, fomos conduzidos ao laboratório físico-químico para que os alunos pudessem conhecer os processos realizados e de modo a estabelecer uma maior compreensão de alguns métodos que foram apresentados por meio de experimentos pelo químico, como a técnica do teste de turbidez (fotografia 1) da água e processos de filtragem equivalentes durante o tratamento realizado.

**Fotografia 01: Teste de turbidez da água feita em laboratório.**

**Fonte: arquivo pessoal da autora**

A turbidez é uma medida da quantidade de material particulado que interfere na passagem da luz através da água, tornando-a turva. Esse parâmetro é essencial para garantir a qualidade da água potável e para verificar a eficácia dos processos de tratamento. No primeiro passo coletamos uma amostra representativa de água do sistema de abastecimento para análise.

Incluimos instrumentos de medição para que os alunos pudessem acompanhar o processo, medindo parâmetros como pH, turbidez e temperatura. Foram realizados testes com água suja para avaliar a eficácia da miniestação. Com base nos resultados, os alunos fizeram análises e propostas para melhorias no processo. Ao mesmo tempo, integramos atividades educativas para destacar a importância do tratamento da água, explicando como esses processos refletem nos métodos utilizados em estações de tratamento de água maiores, lembrando que em todo o processo, a segurança é fundamental ao trabalharmos com produtos químicos e equipamentos. Garantimos que os alunos estivessem cientes dos procedimentos acompanhados e supervisionados de perto em todas as atividades práticas. Além disso, consultamos os regulamentos locais e garantimos que todas as práticas estivessem em conformidade com as normas de segurança e meio ambiente.

A amostra foi filtrada removendo partículas maiores que podem interferir nos resultados. A água filtrada foi então transferida para um recipiente transparente para a realização da análise. Sendo utilizado um turbidímetro que é um dispositivo que emite luz através da amostra e mede a quantidade de luz dispersa pelas partículas em suspensão.

Antes de realizar as medições, o turbidímetro foi padronizado usando uma solução padrão de turbidez para garantir a precisão dos resultados. Os resultados da medição são registrados em unidades de turbidez, geralmente NTU (unidade nefelométrica de turbidez). Os valores obtidos foram comparados com os padrões de qualidade da água estabelecidos pelas autoridades reguladoras.

A importância desse teste reside na sua capacidade de indicar a eficácia dos processos de clarificação e adsorção na estação de tratamento de água. Água turva pode abrigar microrganismos prejudiciais, reduzir a eficácia dos produtos químicos de tratamento e afetar adversamente a qualidade da água distribuída para consumo. Manter a turbidez dentro dos limites estabelecidos é fundamental para garantir que a água tratada atenda aos padrões de qualidade, seja segura para consumo humano e não cause problemas operacionais nos sistemas de distribuição de água. Portanto, o teste de turbidez é uma prática rotineira e vital nas estações de tratamento de água (OLIVEIRA, SOUZA e ALENCAR, 2017).

Realizados os experimentos, os alunos ouviram algumas abordagens e terminologias referentes aos processos de separação de misturas e a importância de cada método e etapa necessário ao tratamento da água para consumo humano. Após isso, todo o grupo foi conhecer os demais espaços da estação. A visita técnica foi encerrada com o passeio supervisionado dos alunos em toda área física e externa da COPASA.

A visita técnica foi de grande relevância, pois, trouxe muito conhecimento e clareza nos processos de separação de misturas, fenômenos químicos e físicos, questões voltadas para organismos vivos trabalhados em ciências e também em Biologia, a utilização de produtos químicos e processos para adequado tratamento da água utilizados na Estação de Tratamento de Água visitada.

### 5.3. PALESTRAS

Partindo para a fase das palestras realizadas na escola, estas aconteceram em dois momentos. No primeiro, tivemos a oportunidade de acompanhar o técnico em química responsável da COPASA do município de Entre Folhas- MG, que gentilmente, recebeu nosso convite para palestrar em nossa escola.

A princípio, o químico iniciou sua fala reforçando questões já mencionadas no dia da visita técnica tendo em vista o fato de que nem todos os alunos estavam presentes e puderam acompanhar a visita.

O palestrante buscou inicialmente, falar e explicar sobre a prestação de serviços da COPASA. Ele explicou que a Companhia de Saneamento de Minas Gerais (COPASA) é uma empresa estatal de saneamento que atua no estado de Minas Gerais, Brasil e que atuação de empresas como a COPASA no cuidado e respeito com a vida das pessoas geralmente envolve diversas áreas e responsabilidades.

A principal delas é garantir o fornecimento de água potável à população. Isso envolve a captação, tratamento e distribuição de água de qualidade para consumo humano. A COPASA, como empresa de saneamento, em algumas regiões já trata os efluentes gerados pela população, evitando a poluição da água e preservando os recursos hídricos. O tratamento adequado dos resíduos contribui para a saúde pública e ambiental. O investimento na manutenção e expansão das redes de saneamento básico é crucial para prevenir a contaminação da água, reduzir riscos de doenças transmitidas e melhorar as condições de vida da população (COPASA, online).

Dando continuidade, o palestrante falou sobre a importância de todas as empresas dessa área operarem em conformidade com normas e regulamentações locais e nacionais relacionadas à qualidade da água, tratamento de esgoto e segurança operacional. Ainda citou que é fundamental que elas adotem medidas rigorosas de segurança para prevenir acidentes, tanto para seus funcionários quanto para a população em geral. Isso inclui a implementação de procedimentos seguros, treinamento adequado e manutenção regular de infraestruturas, mantendo comunicação transparente com a população, realizando campanhas educativas, como a que estava sendo realizada na escola, fornecendo informações claras sobre a qualidade da água e preparando a população para situações de emergência, como

secas, inundações ou outros eventos climáticos extremos, sendo vital para garantir a continuidade do fornecimento de água e a segurança da população.

Na sequência, falou sobre todas as etapas de tratamento de água, desde a coleta da água impura até o processo de desinfecção e fluoretação. Em todo tempo, houve a preocupação de afirmar sempre sobre a importância do seu reaproveitamento, principalmente nas escolas, onde percebemos gastos exorbitantes e que devemos ser gratos e cuidadosos, pois vivemos em uma região ainda privilegiada com a presença desse recurso, uma vez que existem previsões de escassez em vários países do mundo onde segundo apontado por ele, a estimativa é de que em poucos anos três bilhões de pessoas em mais de 52 países sofrerão por falta de água.

Após a apresentação destes dados alarmantes, mostrou por meio de imagens, situações deploráveis de rios, lagos, dentre outros, completamente contaminados com resíduos depositados pelo próprio ser humano, um dos responsáveis pela escassez de água.

Por conseguinte, externou todas as ações da empresa que contribuem para atingirem algumas das metas propostas pelas ODS`s,(Objetivos do Desenvolvimento Sustentável) dentre elas o plantio de árvores, o cercamento e cuidado com as nascentes e o apoio a projetos desenvolvidos nas escolas em prol de um desenvolvimento sustentável e principalmente a conscientização dos jovens no sentido de preservarem pensando nas futuras gerações. A palestra aconteceu com o desenvolvimento de temas importantes sobre a água e, conseqüentemente, sobre o meio ambiente. Abaixo, fotografia 02 do palestrante:

### **Fotografia 02: Palestra ministrada na EEDJ**



Fonte: arquivo pessoal da autora

Dos processos mencionados na palestra, o químico explicou aqueles que realizados na captação onde inicialmente a água é captada de um rio, lago ou represa, por exemplo, por meio de uma adutora (conjunto de tubos), que traz a água para um tanque na estação de tratamento.

Foram adicionados o coagulante e sulfato de alumínio, para aglomerar as partículas em suspensão e facilitar a remoção das impurezas. Na sequência, preparou-se um tanque para a decantação, onde a água permaneceu parada para permitir a sedimentação dos flocos. Em seguida, após a decantação, a água pôde passar por mais camadas de filtração para garantir a remoção de partículas restantes. Ao término do processo, adicionamos cloro à água para simular o processo de desinfecção e eliminar microrganismos patogênicos.

Nessa fase, ele explicou aos alunos que a água que está armazenada no tanque recebe a adição de um sal chamado de sulfato de alumínio ou sulfato férrico. Com essa adição, esses compostos formam uma substância gelatinosa que favorece a formação de flocos (junção das impurezas na substância gelatinosa).

Após a coagulação, inicia-se a etapa da floculação e a água é direcionada para outro tanque, onde será adicionado um polímero que favorece que os flocos formados na etapa de coagulação juntem-se e formem flocos ainda maiores e mais pesados. Em seguida, ocorre a decantação. Após a floculação, a água é direcionada para um

novo tanque, onde ela permanecerá em repouso para que os flocos formados sejam decantados para o fundo do tanque, haja vista que eles são mais densos que a água.

Realizada a decantação, existe a necessidade de submeter a água (ainda em tratamento) ao processo da filtração. Submetida à decantação, a água atravessa um grande filtro formado por areia, carvão ativado e cascalho. Nessa etapa, as impurezas que não aderiram aos flocos ficam retidas no filtro, além de a água sofrer uma desodorização pela presença do carvão ativado.

A fluoretação é o processo iniciado após a filtração. Durante esse procedimento, é adicionada à água uma quantidade de ácido com flúor (Ácido Fluossilícico  $H_2SiF_6$ ) que tem a função de auxiliar na redução de cáries na população.

O químico também falou sobre a etapa da cloração. Explicou que durante a cloração, além da adição de flúor, o cloro também é adicionado à água, na forma de sal, com o objetivo de eliminar os micro-organismos presentes.

Ao final do seu discurso, o profissional destacou sobre a importância da correção do pH ou acidez da água e explicou que nessa etapa, há a adição do hidróxido de cálcio ( $Ca(OH)_2$ ) com a finalidade de diminuir a acidez do meio. O armazenamento da água só pode acontecer tendo sido submetida a todas essas etapas. Estas, tendo sido concluídas, possibilitam que a água esteja liberada para reservatório e distribuição.

A realização da palestra foi muito necessária em virtude de tornar possível uma maior compreensão de todas as atividades necessárias para obtenção de água potável para consumo humano e mais precisamente, para justificar a intenção da elaboração e construção do projeto na escola conforme anteriormente mencionado.

Após sua palestra, foi iniciada a que estava prevista pela professora Ângela Pereira Ferreira que apresentou as etapas de implantação do protótipo de uma mini estação de água na escola. Os alunos puderam contar ainda, com a apresentação do projeto oficial que seria implantado na escola e suas etapas de realização conforme registrado na fotografia 03, abaixo:

**Fotografia 03: Apresentação do projeto para a comunidade escolar.**

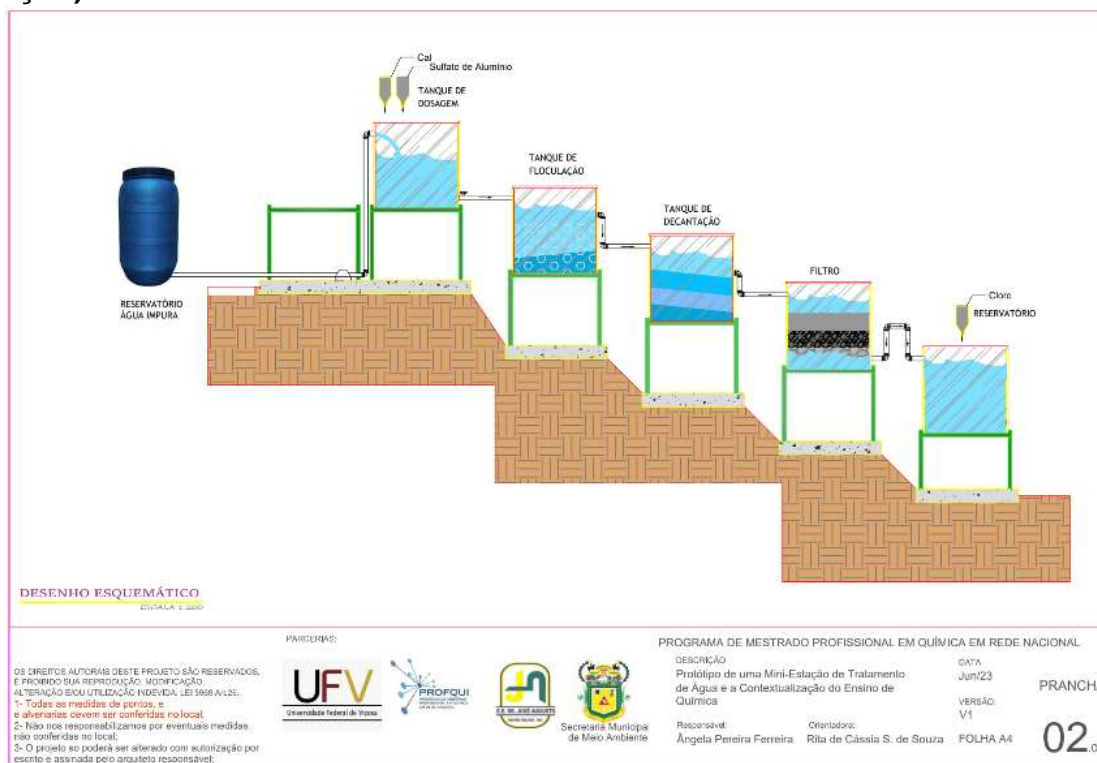


**Fonte: arquivo pessoal da autora**

Conforme apresentado nas imagens acima, a professora Ângela Pereira Ferreira abordou os pontos pertinentes e considerados acerca do protótipo da mini estação de tratamento de água, expôs o objeto da pesquisa, suas etapas e respectivas informações relacionadas à contextualização em sala de aula para que assim fosse possível, a compreensão da visita técnica assistida pelos alunos na COPASA, os processos e etapas necessários e a relação do contexto no processo de ensino aprendizagem de química no ensino médio e sua associação ao cotidiano.

A palestra foi finalizada com a apresentação do Projeto de Mestrado em Química Profissional: **“Protótipo da construção de uma unidade de tratamento de água para o ensino e aprendizagem de química”**, como forma de otimizar o aprendizado de química e práticas experimentais, desenvolvido pela professora Ângela Pereira Ferreira, juntamente com alunos e professores da E. E. Dr. José Augusto, de Entre Folhas-MG. A partir daí, realizou-se um trabalho em parceria com a secretaria de meio ambiente de Entre Folhas, construindo o projeto de implantação da mini estação conforme esquema apresentado na figura 01, abaixo:

**Figura 01: Desenho esquemático do processo de tratamento de água (mini estação)**



**Fonte: arquivo do Setor de Engenharia da Prefeitura de Entre Folhas.**

#### 5.4. DO PROCESSO DA CONSTRUÇÃO DO PROJETO NA ESCOLA

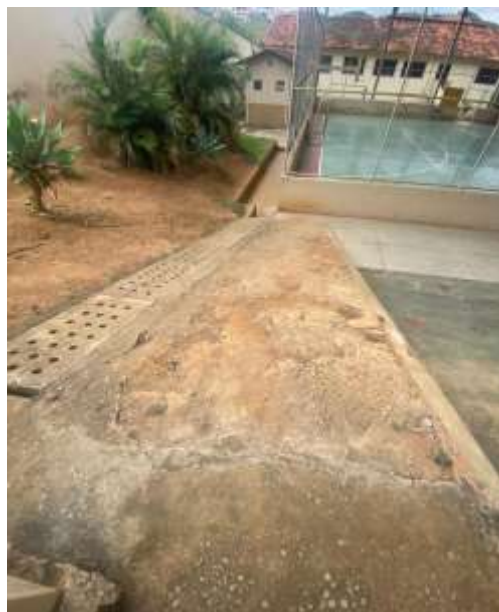
A construção da mini estação de tratamento de água na escola, possibilitou que os estudantes aprendessem mais sobre a importância do tratamento da água e ao mesmo tempo desenvolvessem habilidades práticas. Contudo, para que fosse viável e possível sua instalação, estruturamos o projeto escolhendo a área da escola com maior necessidade de melhorias para a sua construção e tiramos fotos para análises e registros como veremos a seguir:

**Fotografia 04: Local de Instalação da Mini ETA (Imagem 01)**



Fonte: arquivo pessoal da autora

**Fotografia 05: Local de Instalação da Mini ETA (Imagem 02)**



Fonte: arquivo pessoal da autora

**Fotografia 06: Local de Instalação da Mini ETA (Imagem 03)**



Fonte: arquivo pessoal da autora

**Fotografia 07: Local de Instalação da Mini ETA (Imagem 04)**



Fonte: arquivo pessoal da autora

As imagens abaixo, apresentam registros iniciais do projeto e o status da mini estação de água na escola de planejamento para execução.

**Fotografia 08: Captadores de água**



Fonte: arquivo pessoal da autora

**Fotografia 09: Área externa preparada**



Fonte: arquivo pessoal da autora

**Fotografia 10: Mini ETA de cima**



Fonte: arquivo pessoal da autora

**Fotografia 11: Mini ETA vista de baixo**



Fonte: arquivo pessoal da autora

**Fotografia 12: Casa de Química**



Fonte: arquivo pessoal da autora

**Fotografia 13: Tanque de dosagem**



Fonte: arquivo pessoal da autora

**Fotografia 14: Tanque de floculação**



Fonte: arquivo pessoal da autora

**Fotografia 15: Tanque de decantação**



Fonte: arquivo pessoal da autora

**Fotografia 16: Tanque de filtração**



Fonte: arquivo pessoal da autora

**Fotografia 17: Reservatório de Água**



Fonte: arquivo pessoal da autora

**Fotografia 18: Banner para acompanhamento das apresentações.**



Fonte: arquivo pessoal da autora

**Fotografia 19: Cálculos de quantidades de reagentes.**



Fonte: arquivo pessoal da autora

## 5.5. MATERIAIS E REAGENTES UTILIZADOS NA CONSTRUÇÃO DA MINI ESTAÇÃO DE TRATAMENTO DE ÁGUA:

Na tabela 01, temos a relação de materiais necessários para a construção e testagem do produto educacional proposto:

Tabela 01: Relação de materiais utilizados para construção da mini ETA.

<b>MATERIAIS ESTRUTURAIS PARA CONSTRUÇÃO DA MINI ETA</b>		
<b>Material</b>	<b>Quantidade</b>	<b>Custo</b>
Ferragens para construção dos suportes para instalação das caixas	-	R\$1.050,00
Caixas de vidro temperado 50L x 50A x 50P com as tampas e com os furos de 25mm, vidro 8mm temperado.	<b>05</b>	R\$1300,00
<b>MATERIAIS UTILIZADOS PARA FILTRAGEM NA MINI ETA</b>		
<b>Material</b>	<b>Quantidade</b>	<b>Custo</b>
Areia de filtro específica	10 kg	R\$ 100,00
Carvão mineral Antracito	10 kg	R\$ 100,00
Cascalho seixo rolado grosso e fino	10 kg	R\$ 100,00
Tambor de 200 L para captar água de chuva	01	R\$ 300,00
Tubos e conexões	-	R\$ 350,00
Hipoclorito de Sódio Granulado	4 kg	R\$ 200,00
Soda Cáustica em escamas	4 kg	R\$ 200,00
Sulfato de Alumínio	4 kg	R\$ 200,00
Fita para medir pH	01 caixa	R\$ 100,00
Indicador Fenolftaleína	01 caixa	R\$ 100,00
<b>OUTROS MATERIAIS</b>		
<b>Material</b>	<b>Medida</b>	<b>Custo</b>
Banner	80 cm x 80cm	R\$ 80,00

## 5.6. CÁLCULOS UTILIZADOS PARA O FUNCIONAMENTO DA MINI ETA:

Com relação aos cálculos para estabelecimento adequado da quantidade de produtos químicos utilizados na amostragem, estabelecemos para os preparos das soluções os cálculos a seguir:

Para cálculo de concentração das soluções, empregou-se o cálculo concentração comum para identificação da concentração comum presente na solução onde  $C = m/v \cdot 100$  cujo soluto foi o sulfato de alumínio e o solvente 2000 mL de água.

Fórmulas de Concentração:  $C = m/v \cdot 100$

$C = 0,1\%$

$V = 2000\text{mL} = 2\text{L}$

Temos:  $m = C \cdot V / 100$

$m = 2\text{g}$

Preparo de 2g

Sulfato de Alumínio  $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$

Dados:

$\text{mg/L} = 5$

$Q = 0,011\text{L/s}$  (vazão ETA)

$C = 0,1\%$

Para além da importância no estabelecimento de parâmetros e cálculos monitorados, com a parte operacional e com a manutenção da Mini ETA, houve total cuidado para com a qualidade da água. Tal atenção deu-se desde a fonte manancial escolhida na escola, até o final do tratamento, filtração e desinfecção.

Viu-se e trabalhou-se através da atividade prática, que água que deve seguir todos os padrões de potabilidade conforme exigências estabelecidas pela Portaria 2914 de 2011 que “Dispõe sobre os procedimentos de controle e de vigilância da qualidade da água para consumo humano e seu padrão de potabilidade”.

Com relação ao preparo de dosagem, empregou-se de acordo com os dados e considerações apresentadas, a vazão de adução determinada com base na equação abaixo para NaOH e  $\text{Ca}(\text{ClO})_2$  :

Preparo de dosagem:

$$\text{mL/min.} = \frac{Q(\text{vazão}) \cdot 6(\text{constante}) \cdot \text{mg/L}}{C \%}$$

$$\text{mL/min.} = \frac{0,011 \cdot 6 \cdot 5}{0,1\%} = 3,3 \text{ mL/min.}$$

- Cada gota é 0,04 mL =  $3,3 / 0,04 = 82,5 \text{ mL/L}$

Hidróxido de Sódio (NaOH)

Dados:

$$\text{mg/L} = 3$$

$$Q = 0,011 \text{ L/s (vazão ETA)}$$

$$C = 0,1\%$$

Preparo de dosagem:

$$\text{mL/min.} = \frac{Q(\text{vazão}) \cdot 6(\text{constante}) \cdot \text{mg/L}}{C \%}$$

$$\text{mL/min.} = \frac{0,011 \cdot 6 \cdot 3}{0,1\%} = 1,98 \text{ mL/min.}$$

- Cada gota é 0,04 mL =  $1,98 / 0,04 = 49,5 \text{ mL/min.}$

Hipoclorito de Cálcio ( $\text{Ca}(\text{ClO})_2$ )

Dados:

$$\text{mg/L} = 2,5$$

$$Q = 0,011 \text{ L/s (vazão ETA)}$$

$$C = 0,1\%$$

Preparo de dosagem:

$$\text{mL/min.} = \frac{Q(\text{vazão}) \cdot 6(\text{constante}) \cdot \text{mg/L}}{C \%}$$

$$\text{mL/min.} = \frac{0,011 \cdot 6 \cdot 2,5}{0,1\%} = 1,65 \text{ mL/min.}$$

- Cada gota é 0,04 mL =  $1,65 / 0,04 = 41,25$  mL/min.

Notou-se que tais valores foram considerados dentro da realidade e de acordo com o funcionamento da Mini ETA construída. Porém, no caso de ETA's em funcionamento, entendeu-se a necessidade de definição dos processos de tratamento e cálculos adequados à cada particularidade levando-se em conta da ABNT NBR 12216:1992 que fixa as condições exigíveis na elaboração de projeto de estação de tratamento de água destinada à produção de água potável para abastecimento público.

## 6. CONSIDERAÇÕES FINAIS

A pesquisa realizada mostrou-se de expressiva relevância uma vez que possibilitou aos alunos adquirirem e melhorarem seus conhecimentos sobre o uso adequado da água e dos processos envolvidos e utilizados no tratamento de um recurso essencial à vida.

Viu-se que por meio do projeto de mini ETA instalada na escola, um interesse gradual pelo assunto foi sendo adquirido de modo geral pelos alunos que se compreenderam como personagens diretos desta pesquisa e como usuários reais da água enquanto um recurso esgotável indispensável aos seres vivos em todo planeta.

Após a realização das aulas mencionadas, conforme sequência didática; da realização da pesquisa de campo através da visita técnica realizada na COPASA de Entre Folhas; e ainda, após a realização das palestras ministradas pelo técnico em química e também pela professora pesquisadora, entendeu-se que o objetivo inicial do projeto foi alcançado, pois, para além da construção e instalação da mini ETA na escola, realizou-se também o tratamento e a análise da água tratada o que permitiu com que os alunos pudessem fazer a devida associação com os mesmos princípios e processos realizados e vistos durante a visita técnica junto à COPASA.

Após a realização das aulas e aplicação prática concluída e aplicada para este produto educacional que com a ajuda da COPASA permitiu a construção da Mini ETA na escola, concluiu-se que todo o processo percorrido, desde o planejamento da criação do projeto, das pesquisas e estudos científicos existentes sobre a temática até sua conclusão/construção/funcionamento, possibilitou-nos a constatação do enriquecimento desta metodologia de ensino para assimilação do conteúdo em sala de aula.

A aprendizagem possibilitada a partir de todo contexto em torno do desenvolvimento das aulas com a visualização prática, o manuseio dos reagentes, a observação dos processos e o desenvolvimento dos cálculos químicos realizados, mostrou-se diferenciada e eficaz sendo possível constatar melhor assimilação por parte de processos e conteúdos trabalhados na disciplina de química para os alunos envolvidos na realização desta pesquisa, sendo estendida a outras turmas que ao tomarem conhecimento da existência da mini ETA na escola, mostraram-se muito

interessadas, além de apresentarem conhecimento prévio na medida em que os processos fossem sendo apresentados e explicados.

De modo específico, também pôde ser considerado pela pesquisa e pelo projeto implementado, que as estratégias realizadas desde a aplicação do questionário, passando pelas aulas assistidas, coletas de dados realizadas e palestras assistidas, compuseram um quadro de melhor compreensão entre aspectos teóricos e práticos principalmente para as aulas de química como por exemplo, nos processos de análise de água ou ciclo da água, transformações da matéria, separação de misturas, tipos de ligações químicas formadas, substâncias químicas empregadas no tratamento, soluções usadas, dentre outros. Isso nos permitiu concluir que a mini ETA pode ser também trabalhada de maneira interdisciplinar envolvendo outras disciplinas e até mesmo, sendo interesse da escola em ocasiões futuras, utilizá-la em Feiras de Ciências abertas à comunidade escolar no sentido de promover a conscientização quanto à necessidade de cuidar desse recurso tão valioso.

Em todo tempo, buscou-se trabalhar a temática como algo de extrema relevância e de maneira associada à vivência de cada um. Viu-se até mesmo que os alunos menos interessados pelo assunto, como no caso dos 20 que não responderam o questionário aplicado, passaram a se enxergar como sujeitos ativos ao processo.

Acredita-se que, com a construção e operação da mini ETA, seja possível despertar a curiosidade científica, incentivando os estudantes a explorar e questionar mais sobre os processos envolvidos no tratamento da água. Desta forma, ao envolvermos os alunos em projetos educacionais práticos e relevantes, estaremos preparando esses indivíduos para a próxima geração e ao enfrentamento dos desafios do mundo real, especialmente relacionados à gestão de recursos naturais.

Como professora de química e também acadêmica do curso de mestrado em Química da Universidade Federal de Viçosa – UFV, quando penso na conclusão deste trabalho, e na concretização da construção do Protótipo de uma estação de tratamento de água (ETA) aqui proposta, espero que possa contribuir com a prática pedagógica de muitos professores e alunos que ao se depararem com um trabalho tão dinâmico e experimental, se transforme em um conteúdo possível de ser explicado em sala de aula, seja de fácil, média ou difícil compreensão e que inspire outros a implementarem práticas diferenciadas de modo a zelar pela aprendizagem do discente e que alcance cada vez mais pessoas e escolas adeptas ao ensino de química de maneira mais simples, mais fácil e mais compreensível quando aplicada à

vivência que a sociedade possui pela/e através das ocorrências provenientes de tudo aquilo que nos cerca, tendo em vista que pela química; na natureza nada se cria, nada se perde, tudo se transforma<sup>4</sup>". Logo, a educação como um todo, será devidamente alcançada se de fato, apresentar meios de construí-las em caminhos onde o poder da transformação seja, de fato, o único caminho.

Concluiu-se que o projeto de instalação de um protótipo de uma mini estação de água na Escola Estadual Doutor José Augusto tornou-se favorável no que se refere ao melhor desempenho e desenvolvimento intelectual dos discentes principalmente, no que concerne à adoção de atitudes adequadas para a preservação da água e tantas outras medidas ecologicamente corretas.

---

<sup>4</sup> Antoine Laurent Lavoisier.

## REFERÊNCIAS

ANDRADE, R.S.; VIANA, K.S.L. Atividades experimentais no ensino de química: distanciamentos e aproximações da avaliação de quarta geração. **Ciênc. educ.** (Bauru) 23 (2) • Apr-Jun 2017. p.507-522.

BATES, B.C., KUNDZEWICZ, Z.W., Wu, S. and PALUTIKOF, J.P. Climate Change and Water. **Technical Paper of the Intergovernmental Panel on Climate Change**. Geneva: IPCC Secretariat. 2008.

CASTILHO, C.P.; OLIVEIRA, L.H.; Avaliação durante operação de sistemas de água não potável em edifícios residenciais. **Ambiente Construído**, v. 18, n. 1, 2018, p. 409-421.

CASTRO, César Nunes de. **Água, problemas complexos e o Plano Nacional de Segurança Hídrica** / César Nunes de Castro – Rio de Janeiro : Ipea, 2022. Disponível em: [https://repositorio.ipea.gov.br/bitstream/11058/11115/1/%C3%81gua\\_problemas\\_complexos.pdf](https://repositorio.ipea.gov.br/bitstream/11058/11115/1/%C3%81gua_problemas_complexos.pdf). Acesso em 10 ago 2024.

CETESB: **Reúso de águas**. Disponível em: <https://cetesb.sp.gov.br/aguas-interiores/informacoes-basicas/tpos-de-agua/reúso-de-agua/>. Acesso em 27 jan 2024.

CHASSOT, Attico; SCHROEDER, Edson. Química do cotidiano: pressupostos teóricos para a elaboração de material didático alternativo. **Espaços da Escola**, Ijuí, 10, 47-53, outubro/dezembro de 1993.

**COMPANHIA DE SANEAMENTO DE MINAS GERAIS - COPASA/MG**. Disponível em: <https://www.copasa.com.br/wps/portal/internet>. Acesso em 05 jan 2024.

DA COSTA, M.C.R. et al. Contextualização do uso racional da água pelas escolas públicas de Limoeiro do Norte (Ceará – Brasil): Experiência formativa na Extensão Universitária. **Revista Brasileira de Meio Ambiente**. v.8, n.1. 030-042 (2020).

DE FARIA, I.G.A.; XAVIER, J.V.M.; PINHEIRO, D.C.S.; GONÇALVES, L.D.J.B.; NASCIMENTO, A.A.; **PET na escola: Desenvolvimento de protótipos educativos**. Disponível em: [https://files.cercomp.ufg.br/weby/up/993/o/PET\\_NA\\_ESCOLA\\_-\\_Desenvolvimento\\_de\\_prot%C3%B3tipos\\_educativos.pdf](https://files.cercomp.ufg.br/weby/up/993/o/PET_NA_ESCOLA_-_Desenvolvimento_de_prot%C3%B3tipos_educativos.pdf). Acesso em 26/01/2024.

DEMO, Pedro. **Educar pela pesquisa**. 7 ed. Campinas: Autores Associados 2011.

DE SOUZA, W.A. **Tratamento da Água**. Editora Cefet-RN, Natal, RN. 2015, 152p

FERREIRA, M. V. S. **Contribuições das atividades experimentais investigativas no ensino de Química da Educação Básica**. Universidade Federal do Pampa – Campus Caçapava do Sul (Trabalho de Conclusão de Curso). Caçapava do Sul, 2018.

GERHARDT, T.A.; SILVEIRA, D.T. **Métodos de Pesquisa**. Planejamento e Gestão para o Desenvolvimento Rural da SEAD/UFRGS. – Porto Alegre: Editora da UFRGS, 2009. 120 p.

IRIGARAY, Micheli Capuano; GORCZEWSKI, Clovis. **Água como bem comum: o reconhecimento de um direito humano**, 2019. Disponível em: <https://online.unisc.br/acadnet/anais/index.php/sidspp/article/view/19659>. Acesso em 27 jan 2024.

JACOBI, P.R.; EMPINOTTI, V.L.; SCHMIDT, L. Escassez Hídrica e Direitos Humanos. Editorial • **Ambient. soc.** 19 (1) • Jan-Mar 2016. 5p.

JIMÉNEZ-CISNEROS, B. (2014) Water Reuse and Recycling. In: AHUJA, S. (org.). **Comprehensive Water Quality and Purification Calabash: Elsevier**. v. 3, p. 296-323.

WWAP – WORLD WATER ASSESSMENT PROGRAMME. **The United Nations World Water Development Report 2020: water and climate change**. Paris: Unesco, 2020.

MOURA P. G. et al. Água de reúso: uma alternativa sustentável para o Brasil. **Engenharia Sanitária e Ambiental [online]**. 2020, v. 25, n. 6 Disponível em: <https://doi.org/10.1590/S1413-4152202020180201>. Acesso em 27 jan 2024.

MOURA, P.G. et al. Água de reúso: uma alternativa sustentável para o Brasil. **Eng. Sanit. Ambient.** 25 (6) • Nov-Dec 2020. P. 791-808.

OLIVEIRA, M. G., SOUZA, R., & ALENCAR, L. (2017). Perfil de utilização de água pelos moradores do bairro São Benedito no município de Aurora, Ceará. **Anais do 2º Congresso Internacional da diversidade do Semiárido**. Campina Grande, PB, Brasil, 8: Realize Eventos & Editora.

OLIVEIRA, G. et al. **Perdas de água 2020 (SNIS 2018): desafios para disponibilidade hídrica e avanço da eficiência do saneamento básico**. São Paulo: Trata Brasil; Water.org; GO Associados, 2020.

PINTO, H.S.; FARIA, I.D.; BAPTISTA, R.; KASSMAYER, K.; ABBUD, A.; PINTO, V.C. (2014) **A Crise Hídrica e suas Consequências Brasil: Núcleo de Estudo e Pesquisas**, Senado Federal. 32 p.

RESOLUÇÃO nº 54 de 28/11/2005 / **CNRH - Conselho Nacional de Recursos Hídricos**. Disponível em: <https://www.diariodasleis.com.br/legislacao/federal/102028>

[estabelece-modalidades-diretrizes-e-criterios-gerais-para-a-pratica-de-reúso-direto-nuo-potuvel-de-ugua-e-du-outras-providuncias.html](https://revistapesquisa.fapesp.br/agua-reciclada/). Acesso em 26 jan 2024.

REVISTA FAPESP, online. **Água reciclada**. Disponível em: <https://revistapesquisa.fapesp.br/agua-reciclada/>. Acesso em 26/01/2024.

ROMEIRO, A. R. Desenvolvimento sustentável: uma perspectiva econômico-ecológica. **Estudos Avançados**, v. 26, n. 74, 2012.

SANTANA, K.B. et al. As etapas do tratamento de água: Ações do PIBID em uma escola pública de Rorainópolis-Roraima. **Revista Thema**. 2017 | Volume 14 | Nº 4 | Pág. 267 a 278.

SOUZA, A.C. **A experimentação no ensino de Ciências: importância das aulas práticas no processo de ensino aprendizagem**. Monografia (Especialização em Educação). Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Medianeira, PR. 2013. 34p.

TRONOLONE, Valquíria Baldini + **Ação - na escola e na comunidade**: projetos integradores: área do conhecimento: ciências da natureza e suas tecnologias: volume único: ensino médio / organizadora FTD Educação; obra coletiva concebida, desenvolvida e produzida pela FTD Educação; 1. ed., São Paulo: FTD, 2020.

**ANEXOS****QUESTIONÁRIO APLICADO AOS ALUNOS DO ENSINO MÉDIO DA  
ESCOLA DOUTOR JOSÉ AUGUSTO.**

Este questionário está sendo utilizado, como instrumento de coleta de dados, numa pesquisa, com o intuito de verificar o nível de conhecimento dos alunos do ensino médio da escola Doutor José Augusto sobre os processos inerentes ao Tratamento de Água.

Esta pesquisa servirá para a elaboração do relatório técnico do projeto de pesquisa intitulado ***“PROTÓTIPO DE UMA MINI ESTAÇÃO DE TRATAMENTO DE ÁGUA COMO FORMA DE OTIMIZAR O APRENDIZADO DE QUÍMICA E PRÁTICAS EXPERIMENTAIS”***.

**1. Escolaridade:**

- Primeiro ano do ensino médio
- Segundo ano do ensino médio
- Terceiro ano do ensino médio

**2. Na sua opinião, como se classifica seu nível de informação sobre a água que chega a sua residência?**

- Ótimo
- Bom
- Regular
- Péssimo

**3. Você já tinha visto alguns dos conceitos de tratamento da água em sala de aula?**

- Sim       Não

**4. Você já buscou saber mais sobre tratamento de água?**

- Sim
- Não

**5. Por que está sendo anunciado que a água está acabando?**

- Por que ela evapora para a atmosfera e some no espaço
- Por que ela penetra na terra e está localizada em um lugar de difícil acesso
- Por que a água disponível está sendo poluída e não pode ser consumida
- Não sei

**6. Água limpa é sempre potável?**

- Sim, a sujeira é a única que prejudica a saúde

- Não, mesmo limpa a água pode possuir micro-organismos causadores de doenças
- Sim, por que o que os olhos não vem, o corpo não sente
- Não sei

**7. Você já reparou na conta de água os valores se os parâmetros analisados estão dentro dos padrões?**

- Não, pois não sabia da existência deste campo
- Sim, gosto de fiscalizar se a água é boa para consumo
- Não, já sabia da existência mas não sei interpretar os valores
- Não, pois não me interesse pela qualidade da água

**8. Você já conheceu alguma estação de tratamento de água em algum momento de sua vida?**

- Sim
- Não

**9. Você acha possível a construção de uma mini estação de tratamento de água na Escola Estadual Dr. José Augusto?**

- Sim
- Não
- Não sei

**10. Considerando ser possível a construção de uma mini ETA em sua escola, você consegue associar sua importância com seu processo de ensino e aprendizagem? Acha que é possível trabalhar disciplinas como Ciências, Biologia, Física e Química com processos existentes na mini ETA?**

- Sim
- Não
- Não sei
- Não sei o que é uma mini ETA