



**UFAL**

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE ALAGOAS  
INSTITUTO DE QUÍMICA E BIOTECNOLOGIA  
CURSO DE LICENCIATURA EM QUÍMICA**



**IQB**

**EDNALDO DOS SANTOS GUEDES**

**EXPERIMENTAÇÕES SOBRE TRATAMENTO DE ÁGUA COM  
ESTUDANTES DO ENSINO MÉDIO EM UMA ESCOLA PÚBLICA DE  
ALAGOAS**

Maceió - AL

2018

EDNALDO DOS SANTOS GUEDES

**EXPERIMENTAÇÕES SOBRE TRATAMENTO DE ÁGUA COM  
ESTUDANTES DO ENSINO MÉDIO EM UMA ESCOLA PÚBLICA DE  
ALAGOAS**

Trabalho de conclusão de curso apresentado ao Instituto de Química e Biotecnologia como requisito parcial para obtenção do título de licenciado em Química.

Orientador: Prof. Dr. Dimas José da Paz Lima

Maceió - AL

2018



UFAL

UNIVERSIDADE FEDERAL DE ALAGOAS  
INSTITUTO DE QUÍMICA E BIOTECNOLOGIA  
CURSO DE LICENCIATURA EM QUÍMICA



IQB

FOLHA DE APROVAÇÃO

EDNALDO DOS SANTOS GUEDES

**EXPERIMENTAÇÕES SOBRE TRATAMENTO DE ÁGUA COM  
ESTUDANTES DO ENSINO MÉDIO EM UMA ESCOLA PÚBLICA DE  
ALAGOAS**

**Orientador (a):** Dr. Dimas José da Paz Lima

TCC defendido e aprovado em \_\_\_\_ / \_\_\_\_ / \_\_\_\_.

**Comissão Examinadora**

---

**Examinador/a 1 – Presidente**

---

**Examinador/a 2**

---

**Examinador/a 3**

**Maceió**

**2018**



## ATA DE APRESENTAÇÃO E DEFESA DE TCC - IQB

1. Data da apresentação do TCC:	24 de julho de 2018		
2. Aluno / matrícula:	Ednaldo dos Santos Queles		
3. Orientador(es) / Unidade Acadêmica:	Dimas José da Paz Koima / IQB		
4. Banca Examinadora (nome / Unidade Acadêmica):			
Dimas José da Paz Koima	(Presidente)	Nota:	7,0
Ednaldo dos Santos Queles	(1º avaliador)	Nota:	7,0
Monis Estin de Sá Bonneto Barros	(2º avaliador)	Nota:	7,0
	(3º avaliador)	Nota:	
5. Título do Trabalho:	Experimentação sobre tratamento de água com estuqueiros do ensino médio em uma escola pública de Alagoas.		
6. Local:	Maceió - AL		
7. Apresentação: Horário início:	14:03	Horário final:	14:29
Arguição: Horário início:	14:30	Horário final:	15:43
8. Nota final:			
9. Justificativa da nota. Em caso de APROVAÇÃO COM RESTRIÇÕES, indicar as principais alterações que devem ser efetuadas no trabalho para que o mesmo venha a ser aprovado.			

Em sessão pública, após exposição do seu trabalho de TCC por cerca de 26 minutos, o candidato foi arguido oralmente pelos membros da banca por 73 minutos, tendo como resultado:

APROVADO

APROVADO COM RESTRIÇÕES – mediante modificações no trabalho que foram sugeridas pela banca como condicional para aprovação.

NÃO APROVADO.



Na forma regulamentar foi lavrada a presente ata que é abaixo assinada pelos membros da banca, na ordem acima determinada, e pelo candidato:

Maceió, 24 de Julho de 2018

Presidente: Dimas José da Paz Coimbra  
 1º Avaliador: Luiz Carlos de Sá  
 2º Avaliador: Flávia Esten de Sá Bonneto Bonneto  
 3º Avaliador: [Signature]  
 Candidato: Ednaldo dos Santos Queiroz

1º Avaliador	Nota
2º Avaliador	Nota
3º Avaliador	Nota
Candidato	Nota

2. Tempo de Teste: 15:00 - 14:50

3. Horário Início: 14:50 - 15:00

4. Nota Final: 5,0

5. Justificativa de nota. Em caso de APROVAÇÃO COM RESTRIÇÕES, indicar as principais restrições que devem ser observadas no trabalho para que o mesmo venha a ser aprovado.

Em sessão pública, após exposição do seu trabalho de TCC por cerca de 20 minutos, o candidato foi avaliado positivamente pelos membros da banca por 5,0 minutos, sendo como resultado:

APROVADO  
 APROVADO COM RESTRIÇÕES - indicar as restrições no trabalho que foram sugeridas para que o candidato possa ser aprovado.  
 NÃO APROVADO.

“A alfabetização científica é necessária e fundamental para que as pessoas sintam satisfação pessoal, para participarem criticamente da sociedade e para melhor desempenharem suas atividades profissionais” (ROSA, 2004, p.10).

## **AGRADECIMENTOS**

À Deus, presença constante, pela força, coragem e fé.

Aos meus familiares, pelos incentivos e apoios incondicionais.

Aos colegas do curso, por compartilhar as alegrias e momentos.

Ao meu orientador, Dr. Dimas José da Paz Lima, pelo suporte, correções e incentivos.

Aos professores do Instituto de Química e Biotecnologia, por contribuírem na minha formação acadêmica.

E a todos que, direta ou indiretamente, fizeram parte da minha formação.

## LISTA DE SIGLAS

Cadernos de Pesquisa CP.

Conceitos Científicos em Destaque CCD.

Espaço Aberto EA.

Ensino de Química em Foco EQF.

Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências ENPEC.

Experimentação em Ensino de Química EEQ.

Educação em Química e Multimídia EQM.

Relatos de Sala de Aula RSA.

Aluno em Foco AF.

Organização das Nações Unidas ONU.

Pesquisa no Ensino de Química PEQ.

Programa Institucional de Bolsa a Iniciação à Docência PIBID.

Parâmetros Curriculares Nacionais para o Ensino Médio PCNEM.

Química e Sociedade QS.

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1	Etapas de uma estação de tratamento de água.	15
Figura 2	Distribuição percentual das publicações feitas pela Revista Química Nova na Escola.....	18
Figura 3	Potencial de Hidrogênio.....	25
Figura 4	Comparativos de uma reação básica, neutra e ácida com alumínio....	25
Figura 5	pHmetro marca 9,28 após pré-alcalinização da água.....	25
Figura 6	Comparativo de água bruta tratada com sulfato de alumínio.....	26
Figura 7	Floculação e decantação de impurezas sólidas presentes na água, promovidas pela presença de hidróxido de alumínio.....	26
Figura 8	Filtro artesanal de água.....	27
Figura 9	pHmetro indica pH = 9,29.....	27
Figura 10	Grupos do projeto para o tratamento de água.....	28
Figura 11	Maquete utilizada para demonstrar o ciclo da água.....	29
Figura 12	Cartaz utilizado no projeto.....	30
Figura 13	Cartazes utilizados no projeto.....	30
Figura 14	Miniestação de tratamento de água.....	31
Figura 15	pHmetro digital portátil.....	32
Figura 16	Tanque de água bruta utilizado no projeto.....	32
Figura 17	Tanque de coagulação e floculação utilizado no projeto.....	33
Figura 18	Dosadores de hipoclorito de sódio utilizado no projeto.....	34
Figura 19	Tanque de decantação utilizado no projeto.....	34
Figura 20	Filtro de água potável utilizado no projeto.....	35
Figura 21	Tanque de pós-alcalinização e desinfecção.....	36
Figura 22	Primeira questão da avaliação aplicada.....	39
Figura 23	Taxa de erros e acertos da questão 01.....	40
Figura 24	Resposta de um aluno da questão 02.....	40
Figura 25	Taxa de erros e acertos da questão 02.....	41
Figura 26	Taxa de erros e acertos da questão 03.....	42
Figura 27	Resposta de um aluno da questão 04.....	43
Figura 28	Taxa de erros e acertos da questão 04.....	43
Figura 29	Gráfico geral por questões respondidas.....	44
Figura 30	Gráfico geral da turma.....	45

## RESUMO

Este trabalho foi produzido a partir das experimentações com o ensino de química com a participação dos estudantes do ensino médio através do PIBID, numa Escola Estadual em Alagoas. O projeto didático teve como objetivo principal desenvolver e conscientizar os alunos em meio aos processos e etapas do tratamento e ao consumo de água, que chega as residências de forma que estes entendam através do ensino da química, passo a passo os conceitos e processos metodológicos para uma possível aprendizagem significativa e conscientização para o uso da água. Assim, aulas teóricas e experimentais foram desenvolvidas a partir de leitura de artigos científicos, livros, mídia digital, experimentações e construção de uma miniestação de tratamento de água a fim de facilitar o processo ensino-aprendizagem. Ao final os alunos conheceram os processos químicos envolvidos no tratamento da água bem como uma conscientização do uso desse recurso natural que é tão importante para os seres vivos.

**Palavras Chaves:** Tratamento de água; Experimentação; água.

## **ABSTRACT**

This work was produced from experiments with chemistry teaching with the participation of high school students through PIBID, at a State School in Alagoas. The main objective of the didactic project was to develop and raise awareness among the students in the processes and stages of treatment and consumption of water, which reaches the residences in a way that they understand through the teaching of chemistry, step by step the concepts and methodological processes for possible meaningful learning and awareness for water use. Thus, theoretical and experimental classes were developed from reading scientific articles, books, digital media, experimentation and construction of a model in order to facilitate the teaching-learning process. In the end, the students learned the chemical processes involved in water treatment as well as an awareness of the use of this natural resource that is so important to living beings.

**Keywords:** Water treatment; Experimentation; Water.

## SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO.....	11
2. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA.....	12
3. JUSTIFICATIVA.....	19
4. OBJETIVOS E APLICAÇÕES.....	21
4.1 - Objetivo Geral.....	21
4.2 - Objetivo Específico.....	21
5. METODOLOGIA.....	22
5.1 - Identificação do Local do Projeto e Demais Envolvidos.....	22
5.2 - Etapas para aplicação da pesquisa e ministração de aula.....	22
5.3 - Primeira aula.....	24
5.4 - Segunda aula.....	24
5.5 - Terceira aula.....	26
5.6 - Quarta aula.....	26
5.7 - Quinta aula.....	28
5.8 - Sexta aula.....	37
6. RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	39
7. CONCLUSÃO.....	46
8. REFERÊNCIAS.....	47
ANEXOS.....	49

## 1. INTRODUÇÃO

O tratamento da água é um conjunto de processos físicos e químicos destinados a transformar água bruta “*in natura*”, em água potável, adequando-se ao consumo humano.

Como a água é um importante recurso natural, que precisa ser conservado ou preservado ao longo da vida, o tratamento de água é um conteúdo estudado na química, e pode ser uma importante alternativa para o uso consciente da água na atualidade.

A partir de uma revisão bibliográfica, foi produzido um planejamento de ensino, sobre o tema “tratamento de água” com aulas e experimentações, para ser aplicado e vivenciado em uma turma do 2º ano do Ensino Médio de uma escola estadual pública. Objetivou-se a construção de uma miniestação de tratamento de água (ETA), para facilitar o processo ensino-aprendizagem e assim analisar as percepções dos discentes sobre as experiências com o tema estudado.

Na fundamentação teórica, buscou-se trazer uma pequena reflexão sobre a importância da preservação das águas naturais para a manutenção da vida na terra, e alguns critérios utilizados para classificá-las como próprias para o consumo humano. Dessa forma, buscou-se uma aprendizagem significativa do tema abordado.

No desenvolvimento da aula, uma experiência prática pedagógica com experimentação e produção de uma miniestação de tratamento de água com todos os seus processos. Os resultados obtidos foram apresentados em gráficos, provenientes de um questionário aos alunos, e mostrou as proposições de aprendizagens significativas com o tema tratamento de água.

As experimentações realizadas promoveram aos alunos uma análise científica em que os mesmos criaram coletivamente uma mini-ETA com materiais de baixo custo para obtenção de água potável, preservação e conservação deste recurso natural importante para o desenvolvimento sustentável da população, principalmente para os países que apresentam pouca oferta deste recurso natural e potável.

## 2. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

### 2.1. A água potável como um bem indispensável

O dia da água foi oficializado pela ONU no dia 22 de março de 1992. Na ocasião, quase todos os países se reuniram em um debate coletivo pela ação de cuidar desse recurso natural e patrimônio da humanidade. Sabendo-se que 20% da população mundial não tem acesso à água potável, e que os recursos de purificação dessa substância são lentos e limitados, precisa-se urgentemente buscar alternativas para o tratamento deste recurso tão importante para a vida.

Existem diversas fundamentações teóricas, que abordam o uso racional da água no Brasil e no Mundo (MORTIMER; MACHADO, 2013), além de estudos da Associação Brasileira de Indústria de Água Mineral (Abinam). Isso repercute no processo de conservação e conscientização do uso da água no meio educacional.

Segundo a Declaração de Dublin Sobre Água e Desenvolvimento Sustentável (1992), a conservação da água como fonte de vida começa a partir dos mais altos níveis sociais até as comunidades menores, onde uma das formas de reverter esse quadro de consumo excessivo e poluição são as campanhas de conscientização pública (Tradução de GNADILINGER, 1992)

### 2.2. O tratamento da água

No Brasil, foi por volta de 1940 que se iniciou a comercialização dos serviços de saneamento da água, onde surge a partir de então, as autocracias e meios de financiamentos para o abastecimento de água, com ação do **Serviço Especial de Saúde Pública** na época, e hoje denominada **Fundação Nacional de Saúde**. Ao longo dos anos, criaram-se leis de execuções para as medidas de infraestruturas para o saneamento básico onde surgiram disputas para o gerenciamento dessas leis entre os governos federal, estadual e municipal.

E foi em 2007 após muita luta que os Municípios triunfaram a titularidade dos serviços de saneamento com a sanção da Lei Federal nº 11.445, chamada de Lei Nacional do Saneamento Básico. E foi a partir desta lei e da Portaria nº 518/2004 que traz as regulamentações para o funcionamento de uma estação de tratamento de água.

No contexto da Lei Federal 11.445, de 05 de janeiro de 2.007, consta do Artigo 3º, Inciso I, alínea “a” que o fornecimento de água potável é constituído pelas atividades, infraestruturas e instalações necessárias ao abastecimento público de água potável, desde a captação até as ligações prediais e respectivos instrumentos de medição (BRASIL, 2007).

De acordo com Netto et al (1.998, p.465), define um sistema de abastecimento de água como um conjunto de obras, equipamentos e serviços destinados ao abastecimento de água potável a uma comunidade para fins de consumo doméstico, serviços públicos, consumo industrial e outros usos.

As estações de tratamento de água são criadas para trazer ao público água potáveis isentas de patógenos e substâncias que fazem mal a saúde humana onde todos os processos são obedecidos de acordo com as regulamentações citadas acima.

Segundo a Companhia de Saneamento Básico do Estado de São Paulo (SABESP) sua estação de tratamento de água é dividida em onze etapas:

**1 - Represa**

**2 - Captação e Bombeamento** Após a captação, a água é bombeada para as Estações de Tratamento de Água. Depois de bombeada, a água passará por um processo de tratamento, passando por diversas etapas explicadas a seguir.

**3 - Pré-cloração** Adição de cloro assim que a água chega à estação para facilitar a retirada de matéria orgânica e metais. **Pré-alcalinização** Adição de cal ou soda à água para ajustar o pH aos valores exigidos para as fases seguintes do tratamento. **Coagulação** Adição de sulfato de alumínio, cloreto férrico ou outro coagulante, seguido de uma agitação violenta da água para provocar a desestabilização elétrica das partículas de sujeira, facilitando sua agregação.

**4 - Flocculação** é o processo onde a água recebe uma substância química chamada de sulfato de alumínio. Este produto faz com que as impurezas se aglutinem formando flocos para serem facilmente removidos.

**5 - Decantação** na decantação, como os flocos de sujeira são mais pesados do que a água caem e se depositam no fundo do

decantador.

**6 - Filtração** nesta fase, a água passa por várias camadas filtrantes onde ocorre a retenção dos flocos menores que não ficaram na decantação. A água então fica livre das impurezas. Estas três etapas: floculação, decantação e filtração recebem o nome de clarificação. Nesta fase, todas as partículas de impurezas são removidas deixando a água límpida. Mas ainda não está pronta para ser usada. Para garantir a qualidade da água, após a clarificação é feita a desinfecção.

**7 - Cloração** a consiste na adição de cloro. Este produto é usado para destruição de microorganismos presentes na água. **Fluoretação** a é uma etapa adicional. O produto aplicado tem a função de colaborar para redução da incidência da cárie dentária.

**8 - Reservatório** após o tratamento, a água tratada é armazenada inicialmente em reservatórios de distribuição e depois em reservatórios de bairros, espalhados em regiões estratégicas das cidades.

**9 - Distribuição** desses reservatórios a água vai para as tubulações maiores (denominadas adutoras) e depois para as redes de distribuição até chegar aos domicílios.

**10 - Redes de distribuição** depois das redes de distribuição, a água geralmente é armazenada em caixas d'água. A responsabilidade da Sabesp é entregar água até a entrada da residência onde estão o cavalete e o hidrômetro (o relógio que registra o consumo de água). A partir daí, o cliente deve cuidar das instalações internas e da limpeza e conservação do reservatório.

**11 - Cidade**

Na figura 1, mostra as etapas de funcionamento de uma estação de tratamento de água potável.

Figura 1: Etapas de uma estação de tratamento de água.



Fonte: site.sabesp.com.br - tratamento água.

### 2.3. Experimentação para o ensino de química

A abordagem vital para a conscientização do uso desses recursos hídricos inicia a partir da comunicação, da educação e programas de apoio à participação que tem a obrigação integral do processo de desenvolvimento.

A partir da leitura dos Parâmetros Curriculares Nacionais para o Ensino Médio, a experimentação se configura como uma metodologia potente no processo de ensino-aprendizagem dos estudantes.

Este tipo de metodologia de ensino, configura-se como uma estratégia relevante na aprendizagem significativa dos discentes, que de acordo com Moreira e Masini (1982, p. 3) é uma aprendizagem que:

Preocupa-se com o processo de compreensão, transformação, armazenamento e uso da informação envolvida na cognição e tem como objetivo identificar os padrões estruturados dessa transformação. É uma teoria particular, cuja ascensão central é a de que ver, ouvir, cheirar, etc., assim como lembrar, são atos de construção que podem fazer maior ou menor uso dos estímulos internos, dependendo das circunstâncias, isto é, das condições pessoais de quem realiza o processo.

A experimentação é um processo ou estratégia coadjuvante para uma aprendizagem significativa dos conhecimentos oriundos do ensino de química. Os professores de química deveriam organizar suas aulas teóricas utilizando sempre a experimentação. É através dela que os alunos aprendem a manipular os reagentes e a entender como as reações químicas ocorrem, e assim iniciam-se a sua alfabetização científica.

Silva (2008, p.46) em sua dissertação de mestrado em Educação, com base nos estudos de Atico Chassot (2003), defende uma alfabetização científica na formação dos professores que evidencie um conhecimento científico como produção cultural dos alunos e uma possível alfabetização científica:

O conhecimento científico é analisado como produção cultural (produção humana), historicamente situada e marcada pelos interesses sociais, os mais diversos. Por que ensinar a Ciência? Para que tenhamos homens e mulheres que saibam, conhecendo a Ciência, ler melhor o mundo em que vivem. O conhecimento das Ciências precisa ajudar para que as transformações que se fazem nesse mundo sejam para que um maior número de pessoas tenha uma vida mais digna. Por que fazer alfabetização científica? Busca-se, hoje, fazer alfabetização científica para que se consiga ler a linguagem em que está escrito o mundo em que vivemos e o transformemos, e especialmente, o transformemos para melhor. (Chassot, 2003, p.15).

Os Parâmetros Curriculares Nacionais para o Ensino Médio (PCNEM) traz alguns métodos e sugestões de experimentos específicos para elaboração de uma aula. Então, baseado nos PCNEM uma aula que trabalhasse a estação de tratamento de água poderia ser o centro de estudo. Por exemplo: estudo do meio. Os alunos poderiam fazer visitas à estação de tratamento de água, observariam e interagiriam ativamente em todo processo.

A diversificação de materiais ou recursos didáticos, como o uso de livros e multimídias, são ferramentas pedagógicas que podem ser trabalhadas com o tema tratamento da água. Não só para a fundamentação teórica como na confecção de maquetes.

As metodologias de ensino que merecem destaque são as atividades experimentais ou experimentação e de acordo com estes documentos especiais:

Merecem especial atenção no ensino de Química as atividades experimentais. Há diferentes modalidades de realizá-las como

experimentos de laboratório, demonstrações em sala de aula e estudos do meio. Sua escolha depende de objetivos específicos do problema em estudo, das competências que se quer desenvolver e dos recursos disponíveis. Qualquer que seja o tipo, essas atividades devem possibilitar o exercício da observação, da formulação de indagações e estratégias para respondê-las, como a seleção de materiais, instrumentos e procedimentos adequados, da escolha do espaço físico e das condições de trabalho seguras, da análise e sistematização de dados. O emprego de atividades experimentais como mera confirmação de idéias apresentadas anteriormente pelo professor reduz o valor desse instrumento pedagógico. (BRASIL, 2002, p. 108).

Desse modo, podemos buscar vários métodos para aprimorar os conhecimentos dos discentes em sala, pois não ficando apenas nos padrões dos Parâmetros Curriculares Nacionais para o Ensino Médio (PCNEM). Assim, o desenvolvimento de projetos científicos, também é uma escolha que pode envolver a classe ou até mesmo toda comunidade escolar onde trabalhando com experimentações traz para o ensino maior contribuições para a formação dos sujeitos ativos.

Este documento oficial afirma que:

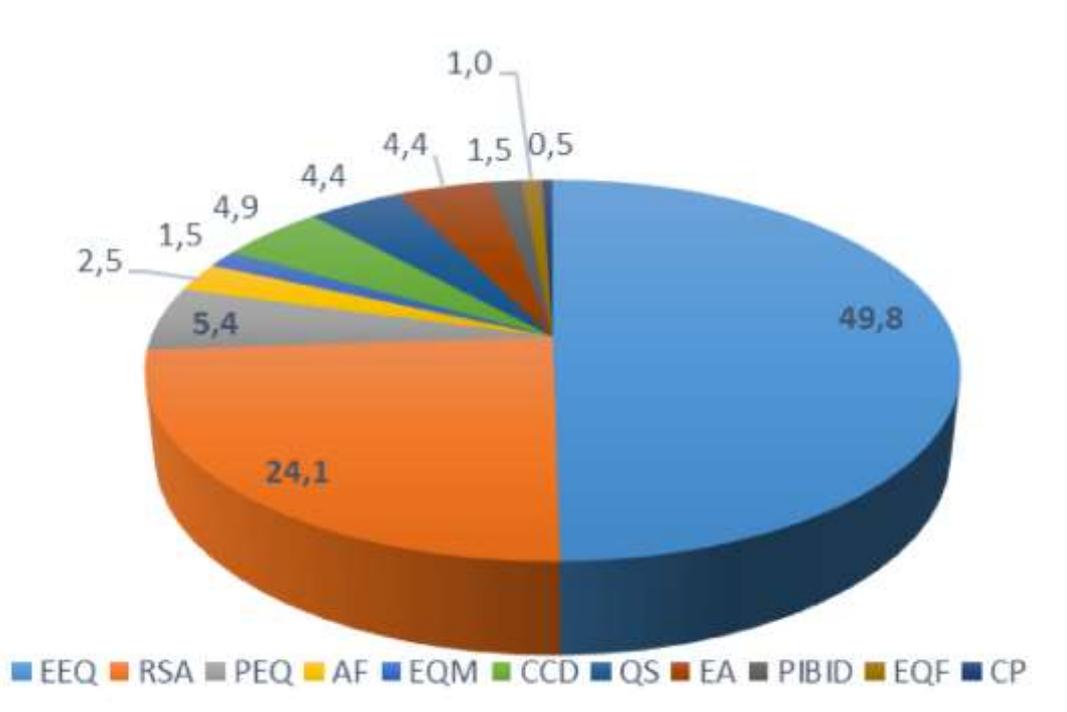
O desenvolvimento de projetos disciplinares ou interdisciplinares, articulando todas essas formas de ação ou recursos pedagógicos, é extremamente propício para o desenvolvimento das diferentes competências almejadas, particularmente aquelas associadas à contextualização sócio-cultural: selecionar um tema de relevância científica, tecnológica, social ou cultural associado ao conhecimento químico, programar suas diferentes etapas, dividir tarefas e responsabilidades no grupo, buscar e trocar informações prévias, desenvolver as ações previstas, avaliá-las e relatá-las, usando diferentes meios e instrumentos de comunicação, interagir com outras comunidades. Um projeto com essas características pode ter um tema de estudo específico, ser de curto prazo e envolver apenas uma classe ou ser mais abrangente, com prazos maiores e envolver toda a comunidade escolar. (BRASIL, 2002, p. 109)

Estes projetos científicos ou de trabalho na sala de aula do ensino médio aguçam a experimentação em sala de aula.

Uma pesquisa feita pelo Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências (ENPEC) mostra que 49,8% dos artigos que são publicados pela Química Nova na Escola são de Experimentação em Ensino de Química (EEQ), conforme a figura abaixo, ou seja, há uma análise maior em experimentos químicos, que trazem mais conhecimentos aos alunos do que a parte teórica, porém isso não substitui

uma aula com apenas teorias. Pois o docente é o mediador de conhecimentos entre a química e o aluno na sala de aula, mas é um complemento utilizado que traz facilidades para o conhecimento teórico, dessa forma auxilia no processo de ensino-aprendizagem em química e incentiva outros professores na realização das suas práticas pedagógicas.

Figura 2: Distribuição percentual das publicações feitas pela Revista Química Nova na Escola.



Fonte: Adaptado de Souza; Broietti, 2017, p. 4.

Para conhecer as siglas na imagem acima, olhar a página 6.

Para Suart (2008) se as atividades experimentais forem aplicadas de maneira a favorecer seus aspectos e respeitando a capacidade conceitual dos alunos, pode colaborar no desenvolvimento, habilidades e na criação de conhecimentos químicos necessários para a formação do sujeito crítico e confiante determinado pela sociedade, ou seja, a experimentação pode ser aplicada como um recurso pedagógico que favorece a capacidade e contribui para o desenvolvimento dos conceitos científicos dos discentes.

### 3. JUSTIFICATIVA

O tema deste trabalho foi escolhido a partir de uma experiência vivenciada com o Programa Institucional de Bolsa a Iniciação à Docência (PIBID) no ensino médio de uma escola pública em Alagoas onde foram praticadas diversas experiências nas aulas de química, planejadas coletivamente com a coordenação pedagógica, a professora da escola e os bolsistas do programa.

A pesquisa iniciou-se algumas semanas antes do dia internacional da água, 22 de março, com algumas aulas didáticas e experimentais do qual a 14ª Coordenadoria Regional de Educação - 14ª CRE enviou um ofício à escola para que a mesma desenvolvesse algumas atividades no dia 28 de março (quarta-feira) sobre este dia comemorativo. Após o planejamento de ensino, foi escolhido o tema para demonstrar o processo de purificação para se obter água potável, a partir de uma montagem de estação de tratamento, em que mostra a importância da água tratada no meio social.

O tema também traz consigo uma demanda de outros assuntos que foram trabalhados ao longo do desenvolvimento do projeto científico e que serão com complemento para o restante do ano, por exemplo: potencial de pH, gravidade, filtração, coagulação, floculação, desinfecção, poluição e outros.

Uma forma diferente da convencional aula expositiva, utilizando quadro e giz em sala de aula, é trabalhar com práticas experimentais que proporcionam um ensino lúdico e diferenciado quando se trata de ensino e aprendizagem.

Diante do conteúdo “água potável” pretendeu-se criar situações de ensino-aprendizagem que tornassem o mais próximo os métodos utilizados em uma estação de tratamento, proporcionando a relação da substância utilizada no dia a dia com o discente.

Ao trabalharem a experimentação, tanto em sala de aula como nos livros didáticos, é importante superar-se um empirismo ingênuo. Nem os problemas, nem as respostas vêm das práticas e dos experimentos, mas requerem uma estreita ligação entre teoria e prática. As respostas são sempre construções do pesquisador, processo em que a experimentação é estratégia de teste de hipóteses e de construção de teorias e conhecimentos. (PAVÃO E FREITAS, 2008 p. 85-86).

Observando a disponibilidade e a falta de interesse por parte dos docentes em expor com mais atração os assuntos de química do ensino médio da escola pesquisada, afirma-se que as aulas se tornam um pouco desagradável, no qual o mínimo de experimentação retém segura por parte dos alunos em observar e fazer prática experimental nas aulas.

Os professores, ao deixarem de realizar atividades práticas podem estar incorporando formas de ação presentes historicamente no ensino, pautados por uma abordagem tradicional, sem maiores reflexões sobre a importância da prática na aprendizagem de ciências. (ANDRADE; MASSABNI, 2011, p. 836)

Com a falta de experimentação na sala de aula, os professores dão muito valor aos livros didáticos, que são repletos de experiências próprias para o uso em classe. Dessa forma, tanto o livro didático como a experimentação são possíveis numa aula atrativa onde ambas se complementam.

Quando os livros didáticos se organizam em torno da pesquisa ou a utilizam em sua proposta de atividades, é facilitado o processo de propor atividades práticas e experimentos, além do que é apresentado diretamente nos livros. Propostas de pesquisa constituem sempre espaços abertos para que o professor e os alunos pensem novos experimentos e atividades práticas. Assim, ainda que os livros didáticos possam trazer atividades práticas e experimentos integrados em outros modos de apresentação de conteúdo, o uso da pesquisa como componente importante dos livros abre espaços múltiplos para novos experimentos e atividades práticas. Mais do que propor atividades complementares em forma de receitas, os livros devem abrir espaços para que os alunos e o professor possam pensar e organizar suas pesquisas. É isso que se espera que os livros didáticos apresentem e sugiram: encaminhamentos para novas pesquisas e modos de organização das aulas em torno de problemas para serem investigados por alunos e professores. (PAVÃO E FREITAS, 2008 p. 85-86).

A partir desta afirmação nota-se que o uso do livro didático, como ferramenta pedagógica para as aulas experimentais pode proporcionar uma aprendizagem significativa dos conteúdos de química e formação cidadã dos discentes que promovem o questionamento, a curiosidade e a produção científica. Por se tratar do primeiro capítulo do livro didático adotado pela escola o conteúdo “água potável”, se torna um resumo para os diversos assuntos da química.

## **4. OBJETIVOS E APLICAÇÕES**

### **4.1. Objetivo geral**

Refletir sobre a prática da experimentação a partir do tratamento de água com discentes do ensino médio numa escola pública em Alagoas e mostrar através de aulas dinâmicas e experimentais, uma abordagem interativa e um processo de ensino-aprendizagem significativo dos conhecimentos da química.

### **4.2- Objetivos específicos**

- Aplicar aulas dinâmicas com experimentos em sala para que possam entender teoricamente os processos químicos ocorridos numa estação de tratamento de água;
- Construir uma miniestação de tratamento com os alunos para a visualização dos processos de tratamento de água e refletir sobre os processos para tornar a água potável;
- Avaliar as percepções dos alunos sobre as aprendizagens significativas com as experimentações vivenciadas.

## 5. METODOLOGIA

### 5.1 - Identificação do Local do Projeto e Demais Envolvidos

O projeto didático “Tratamento de Água” foi desenvolvido na Escola Estadual P.I.G., situada num bairro da periferia de Maceió em Alagoas, pertencente a 14ª Coordenadoria Regional de Ensino de Alagoas.

Foi desenvolvido numa turma do 2º ano “D” do ensino médio, sob a orientação da professora A.S.S. que possui licenciatura em Química pela Universidade Federal de Alagoas – UFAL.

Há uma grande força de vontade por parte dos professores e dos graduandos bolsistas em relação às aulas experimentais, o que deixa a desejar é o local onde é feito a experimentação, pois o laboratório é utilizado como depósito de instrumentos musicais, materiais eletrônicos, reagentes químicos e outros.

### 5.2 - Etapas para aplicação da pesquisa e ministração de aula

Tomando uso do livro didático fornecido pela escola (CISCATO, Carlos Alberto Mattoso; PEREIRA, Luís Fernando; CHEMELLO, Emiliano; PROTI, Patrícia Barrientos. **Química para o Ensino Médio**. 1ª ed. – São Paulo, 2016), este faz parte da grade de livros do Programa Nacional do Livro Didático (PNLD) os conteúdos do livro abordado encontram-se no capítulo 1.

Com a utilização de um mapa de tempo nos anexos e uma tabela analisou-se o tópico, água potável: propriedades físicas e químicas e processos de obtenção.

Tabela 1: Conteúdos aplicados em sala.

Aulas/Datas	Conteúdos	Informativo	Qº de Aulas
1ª aula 14-03-2018	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Apresentação – Tratamento de água em meio educacional.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Pegar contatos dos alunos e montar um grupo no WhatsApp;</li> <li>▪ Pedir aos alunos que tirem fotos de descasos de água potável.</li> </ul>	1
2ª aula 16-03-2018	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Experimento pré-cloração da água;</li> <li>▪ Introdução sobre o potencial hidrogênio;</li> <li>▪ Experimento pré-Alcalinização da água.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Adição de cloro na água assim que ela chega a ETA (água bruta), para oxidar a matéria orgânica e alguns metais, como ferro e manganês, e facilitar a sua remoção.</li> <li>▪ Adição de cal ou soda à água, para ajustar o pH da água aos valores exigidos para as fases seguintes do tratamento.</li> </ul>	1
3ª aula 21-03-2018	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Experimento coagulação, floculação e decantação da água.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Adição de sulfato de alumínio, cloreto férrico ou outro coagulante, seguido de uma agitação violenta da água. Para provocar a desestabilização elétrica das partículas de sujeira contidas na água, facilitando sua agregação.</li> <li>▪ Mistura lenta da água para provocar a formação de flocos com as partículas.</li> <li>▪ Passagem da água por grandes tanques (decantadores) para decantar os agregados (flocos) de sujeira formados na Floculação.</li> </ul>	1
4ª aula 23-03-2018	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Experimento filtração, pós-alcalinização e desinfecção.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Passagem da água por tanques contendo um leito de pedras, areia e carvão antracito, onde a sujeira que restou da fase de decantação é retida.</li> <li>▪ Correção final do pH da água, para evitar problemas de corrosão ou incrustação das tubulações por onde a água vai circular.</li> <li>▪ Adição de cloro na água antes da sua saída da ETA, para manter um teor residual na água até a chegada à casa do consumidor, e desse modo garantir que a água fornecida está isenta de bactérias e vírus patogênicos.</li> </ul>	1
5ª aula 28-03-2018	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Miniestação de tratamento de água feito com a colaboração dos alunos.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Apresentação das equipes – Projeto sobre o tratamento de água.</li> </ul>	1
6ª aula 11-05-2018	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Pesquisa de questionário avaliativo.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Aplicação de prova surpresa.</li> </ul>	1

Fonte: elaborada pelo autor.

### **5.3 - Primeira aula**

O plano de trabalho exposto na tabela acima foi pensado da seguinte maneira, a primeira aula teve como objetivo informar aos alunos sobre o projeto que seria feito no dia 28 com a turma para o dia internacional da água. As aulas seriam voltadas ao tratamento da água e aplicadas com experimentos que se aproximassem de uma ETA (estação de tratamento de água) e sobre o suporte que se iria dar com as dúvidas tiradas a partir de grupo no WhatsApp com todos os participantes envolvidos.

### **5.4 - Segunda aula**

Dois experimentos baseados na chegada de água bruta na ETA foram realizados. Neles foi possível trabalhar com pHmetro digital e a forma de tratamento da água.

O primeiro foi sobre a pré-cloração da água para desinfecção de microrganismos, feito com hipoclorito de sódio. Trabalhou-se com uma quantidade bem pequena dessa substância (03 a 04 gotas) por litro de água, ou seja, nas concentrações de 2 a 4 mg/L aproximadamente de acordo Agência Nacional de Vigilância Sanitária – ANVISA.

A segunda prática foi elaborada com mais cuidado pois, usou-se uma solução de ácido clorídrico (pH = 1,0) e soda cáustica (pH = 14,0), os quais são reagentes ácidos e básicos fortes sendo necessário mostrar o pH dessas substâncias e compará-las com a água destilada (pH = 7,0), fazendo uso de uma tabela feita no quadro igual com a figura 3 e elaborando os experimentos comparativo como mostra a figura 4.

Fazendo uso da água coletada em um córrego que atravessa a Universidade Federal de Alagoas – UFAL, obteve-se pH = 8,6 e, posteriormente, se fez uma análise comparativa do valor de pH após a adição da solução de soda cáustica onde obteve pH = 9,28 para mostrar a importância do pH da água potável para o consumo humano que, de acordo com os padrões de potabilidade no território nacional descritos na Portaria 2914 do Ministério da Saúde, recomenda-se que a água destinada ao consumo humano e fornecida pela rede pública de abastecimento na faixa entre 6,0 a 9,5”.

Figura 3: Potencial de Hidrogênio.

pH = Potencial de Hidrogênio



Fonte: <https://www.chansonportugal.com/o-que-e-o-ph.html>

Figura 4: Comparativos de uma reação básica, neutra e ácida com alumínio.



Fonte: Tirada pelo autor.

Figura 5: pHmetro marca 9,28 após pré-alkalinização da água.



Fonte: Tirada pelo autor.

## 5.5 - Terceira aula

Trabalhou-se com um único experimento que visa a observação do processo de coagulação, floculação e decantação de grandes partículas contidas na água. Fazendo uso da mesma água da segunda aula utilizou-se o sulfato de alumínio para provocar a desestabilização elétrica das partículas de sujeiras, seguido de agitação vigorosa, provocando a coagulação. Depois, ao reduzir a agitação, observou-se floculação, com a formação de flocos, flocos visíveis ao olho nu. Por último, observou-se a decantação dos flocos. A figura 6 mostra o processo descrito, e a figura 7 ilustra este mesmo processo utilizando hidróxido de alumínio como agente de coagulação e floculação.

Figura 6: Comparativo de água bruta tratada com sulfato de alumínio.



Fonte: tirada pelo autor.

Figura 7: Floculação e decantação de impurezas sólidas presentes na água, promovidas pela presença de hidróxido de alumínio.



Fonte: Tirado do livro de química 2 – CISCATO, PEREIRA, CHEMELLO e PROTI; pag. 23.

## 5.6 - Quarta aula

A partir de um modelo de estação de tratamento de água desenhada no quadro, foi possível explicar o penúltimo e último processo que ocorre em uma ETA, as etapas de filtração, pós-alcalinização e desinfecção, os quais são muito

importantes ao aprendizado do aluno, pois dá a entender que o tratamento da água potável não é apenas a adição de hipoclorito de sódio como muitos fazem.

Fazendo uso da mesma água processada nas aulas anteriores, esta foi dividida em três partes com aproximadamente 1L. Inicialmente, se fez o processo de filtração, utilizado para fins de demonstração em sala uma garrafa pet cortada ao meio e usando a parte superior como funil. Então, colocou-se uma leve camada de algodão seguida de britas usadas para fazer concreto, areia grossa, areia fina e carvão ativo, tendo o cuidado de deixar o espaço de aproximadamente três dedos acima para o derramamento de água de acordo com a figura 8. Em seguida, passou-se para a segunda etapa desse experimento, a pós-alcalinização, que é adição de uma solução de soda cáustica para o controle de pH de acordo com o padrão nacional, fazendo uso do pHmetro como mostra a figura 9 obteve-se pH = 9,29. Na terceira etapa usou-se hipoclorito de sódio nas concentrações de 2 a 4 mg/L, para desinfecção de microrganismos que possam ter sobrevivido as demais etapas.

Figura 8: Filtro artesanal de água.



Fonte: Tirado pelo autor.

Figura 9: pHmetro indica pH = 9,29.



Fonte: Tirada pelo autor.

Por fim o projeto em si, foi dividido em três grupos elaborados pelo autor para fins de apresentação no dia 28 em comemoração ao dia internacional da água. Os temas foram escolhidos de acordo com o capítulo 1 do livro utilizado, os temas foram:

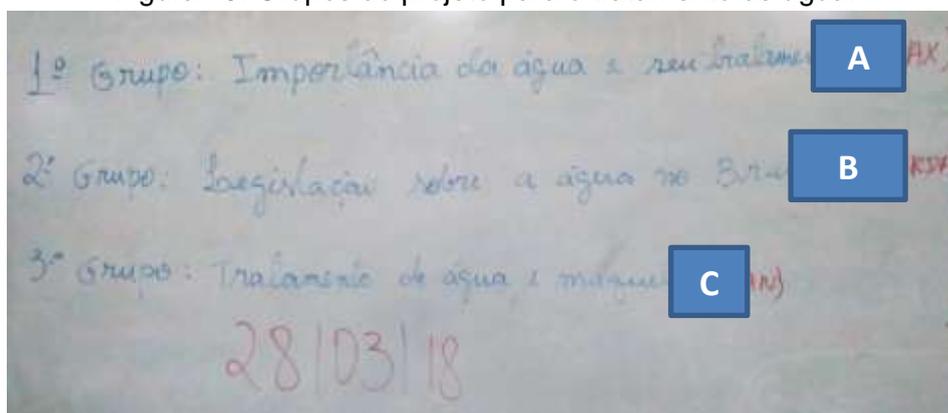
- **Grupo 1: A importância da água e seu tratamento** – O foco nesse tema teve como base uma introdução sobre o tratamento de água em diversas regiões do país

como sua abundância ou a sua escassez para a população e a forma que é distribuída.

- **Grupo 2: Legislação sobre a água no Brasil** – Traz a orientação sobre as leis que regula todo processo de purificação da água potável para distribuição à população juntamente com o Ministério da Saúde.
- **Grupo 3: Tratamento de água e a miniestação** – O objetivo desse grupo foi mostrar passo a passo o processo de purificação de água baseado na estação de tratamento.

Ao fim da quarta aula fez-se a divisão dos grupos responsáveis pela apresentação do dia 28 de março. A sala foi dividida em três grupos de acordo com a figura 10, sendo que a turma contém 45 alunos matriculas no sistema, mas apenas 35 são ativos ficando cerca de 11 alunos por equipe. Para não expor os nomes dos líderes dos grupos nomeou-se de Grupo 1A, Grupo 2B e Grupo 3C.

Figura 10: Grupos do projeto para o tratamento de água.



Fonte: Tirada pelo autor.

## 5.7- Quinta aula

Para a quinta aula do dia 28 de março foi feito com antecedência de um dia, a miniestação de tratamento de água para evitar possíveis problemas, principalmente na estrutura do filtro que requer muito cuidado. Coletou-se água bruta cerca de 40 litros de um córrego próximo da escola. No dia 28 montaram-se todas as equipes no pátio da escola de forma que até os professores se disponibilizaram a ajudar na organização do espaço para o público vir compartilhar suas dúvidas e curiosidades sobre cada grupo.

### 5.6.1- Organização das equipes

A organização das equipes foi feita do grupo 1A ao 3C de modo que o público chegasse primeiro ao grupo 1A, depois ao 2B e em seguida ao 3C formando um rodízio:

### 5.6.2- Grupo 1A

Para facilitar a apresentação sobre a importância da água e seu tratamento, foi desenvolvida uma maquete sobre o ciclo da água com os processos de evaporação e precipitação das nuvens como mostra na figura 11. Também foram mostrados os lugares no país onde há falta de água potável para abastecimento da população e os lugares que são abundantes em água potável. Foi citado a seca que ocorreu em São Paulo devido à falta de chuvas que ocasionou na diminuição dos reservatórios.

Figura 11: Maquete utilizada para demonstrar o ciclo da água.



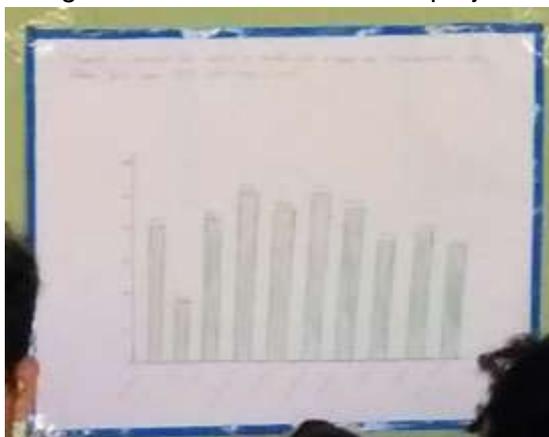
Fonte: Tirada pelo autor.

### 5.6.3 - Grupo 2B

Foram apresentadas através de cartazes as principais leis que regem todo território brasileiro sobre o Ministério da Saúde na parte da Vigilância e Controle de Qualidade da Água para o Consumo Humano. Foram também produzidos alguns cartazes utilizando gráficos que mostraram os dez estados que mais obedecem aos

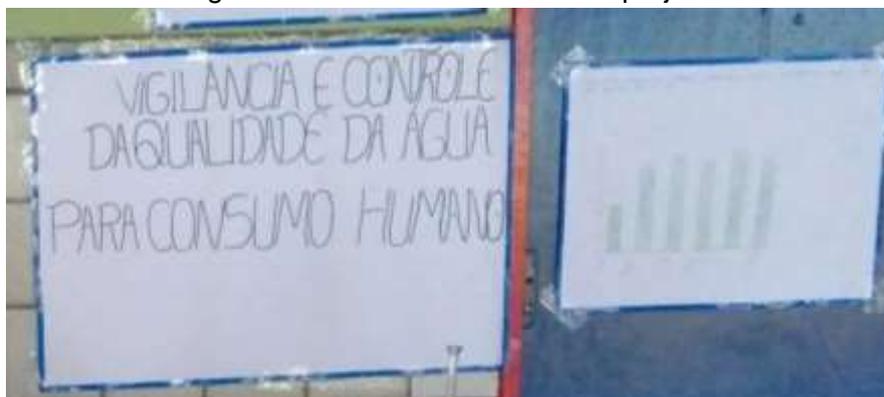
padrões de qualidade (figura 12) e outro com os seis estados que mais consome água potável (figura 13).

Figura 12: Cartaz utilizado no projeto.



Fonte: Tirada pelo autor.

Figura 13: Cartazes utilizados no projeto.



Fonte: Tirada pelo autor.

#### 5.6.4- Grupo 3C

A miniestação de tratamento de água foi que mais chamou atenção durante toda apresentação por se tratar de um modelo de purificação de água como mostra a figura 14 feita pela orientação do autor e pelos alunos. Ela foi projetada para purificar água em micro escala, e dividida em sete etapas começado pelo tanque de água bruta que se inicia com a medição do pH; segunda etapa pelo tanque de coagulação e floculação onde se adicionam sulfato de alumínio; para a terceira etapa os desodores de cloro utilizados na (segunda e sexta etapa) da miniestação

de tratamento de água para demonstrar a pré e pós cloração, adicionando hipoclorito de sódio para desinfecção de patógenos; a quarta etapa foi o tanque de decantação para reter grande parte dos resíduos; na quinta etapa o tanque de filtração, onde retém alguns resíduos que passaram pela decantação e atua na retirada do odor, no gosto e clareamento da água; a sexta etapa foi o tanque de pós alcalinização e cloração onde foi medido o pH; sétima etapa foi o tanque de água tratada, própria para o consumo. Logo cada parte ficou com duas a três pessoas para apresentação da miniestação de tratamento de água.

Figura 14: Miniestação de tratamento de água.



Fonte: Tirada pelo autor.

- **Primeira etapa**

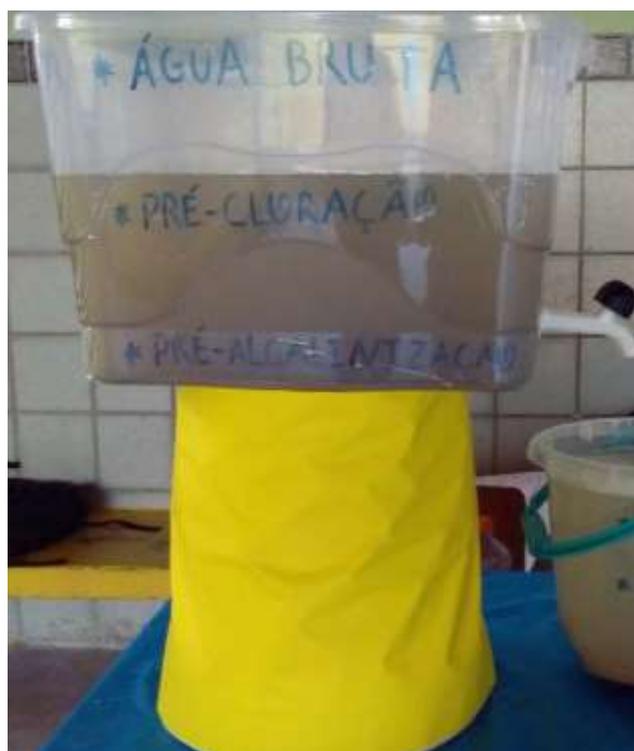
Tanque de coleta de água bruta – O objetivo foi mostrar como é feito a coleta desta água para os possíveis tratamentos, fazendo uso de um pHmetro digital figura 15, foi tido também controle na torneira para derramamento de água na segunda etapa . O controle do pH foi importante para os ouvintes que estavam observando estando sempre entre 6,0 a 9,5 e também outro ponto crucial foi falar sobre a importância da proteção dos mananciais contra contaminações de acordo com o Ministério da Saúde - Vigilância e Controle da Qualidade da Água para o Consumo Humano – parágrafo 3.4 da página 55 – mostra os possíveis danos que ocorre nas fontes de abastecimento. Figura 16 mostra o tanque de água bruta elaborado pelos alunos.

Figura 15: pHmetro digital portátil.



Fonte: Tirado pelo autor.

Figura 16: Tanque de água bruta utilizado no projeto.

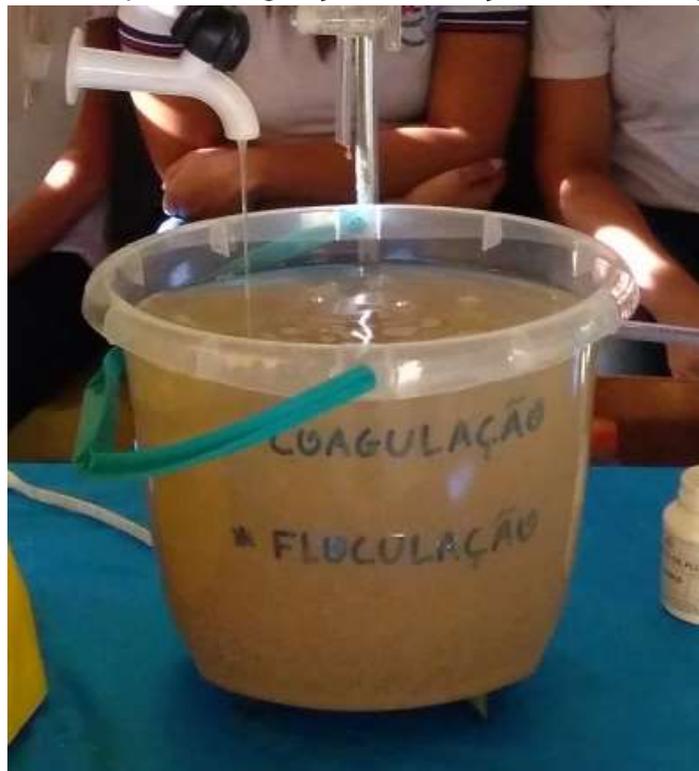


Fonte: Tirado pelo autor.

- **Segunda etapa**

Tanque de coagulação e floculação – A demonstração feita pelos próprios alunos teve o objetivo de mostrar passo a passo a importância do coagulante usado (sulfato de alumínio), seguido de uma agitação violenta, através de uma colher grande para provocar a desestabilização elétrica das partículas de sujeira contidas na água, para causar a floculação, parte que é bem visível durante o processo, como mostra a figura 17.

Figura 17: Tanque de coagulação e floculação utilizado no projeto.



Fonte: Tirado pelo autor.

- **Terceira etapa**

Dosadores de cloro – Nessa parte os alunos ficaram atentos no início e no fim da mini-ETA, pois foram utilizados dois dosadores (figura 18), assim como, em uma estação de tratamento com a pré e pós-cloração. O objetivo foi mostrar a importância da desinfecção no início e no fim do tratamento para matar os patógenos. Outro fator também considerado foi o poder que essa substância química tem de inativar os microrganismos existentes e prevenir o crescimento nas redes de distribuição.

Figura 18: Dosadores de hipoclorito de sódio utilizado no projeto.



Fonte: Tirado pelo autor.

- **Quarta etapa**

Tanque de decantação – Essa etapa teve como objetivo mostrar os resíduos que passaram pela canalização e precipitou ao fundo devido a ação da gravidade, sendo que nesse processo os sólidos sedimentados no fundo do decantador são removidos como lodo por não ter movimentação das águas. Assim os efluentes livres de sólidos passa para próxima etapa (figura 19).

Figura 19: Tanque de decantação utilizado no projeto.



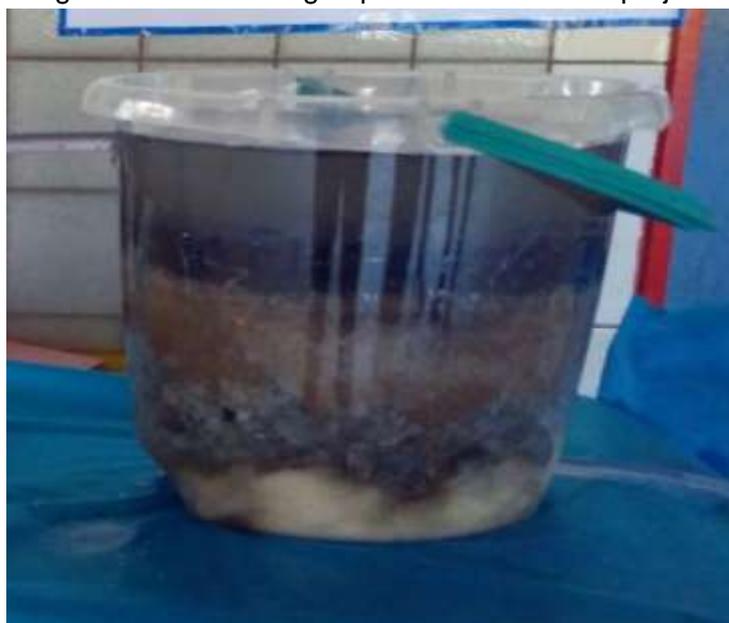
Fonte: tirada pelo autor.

- **Quinta etapa**

Tanque de filtração – Sendo uma etapa muito delicada pelo fato do filtro ter uma vazão muito pequena de água houve um controle no derramamento do tanque de água bruta. Foi apresentada aos espectadores de cada estágio do filtro onde tem o papel de clarear, de retirar o odor, o gosto e reter as partículas de sujeiras que não precipitaram no tanque de decantação. Foi tida uma atenção a mais sobre a apresentação do carvão ativo, pois apesar de agir no processo de purificação, ele também retém aproximadamente cerca de 90% do cloro adicionado nas etapas anteriores.

Utilizando como exemplo a demanda de água que é muito lenta em uma estação de tratamento por causa dos tanques de filtração para abastecer os reservatórios, citaram-se as épocas do ano que mais ocorrem rodízios por causa dos reservatórios que ficam abaixo do nível regular.

Figura 20: Filtro de água potável utilizado no projeto.



Fonte: Tirada pelo autor.

- **Sexta etapa**

Pós-alcalinização – Por ter passado pelas diversas etapas subsequente e pelos produtos químicos na pré e pós-cloração e pelo carvão ativo, resultou em abaixamento de pH, com isso foi necessário o uso de um pHmetro, para se obteve o

controle. O controle do pH foi estabilizado através da adição de soda cáustica em forma de cascalho (pH 14), para ficar dentro dos parâmetros esperados da potabilidade da água, que em uma estação de tratamento seriam destinadas aos consumidores, e também para evitar possíveis danos às tubulações, sendo que o ideal para o consumo humano deve estar entre  $\text{pH} = 6,0$  a  $9,5$ . Nessa etapa, aplicou-se o estudo de pH (ácido, neutro e básico) estudado em sala de aula de acordo com a figura 3. Logo abaixo na figura 21, está o tanque de pós-alcalinização e desinfecção.

Figura 21: Tanque de pós-alcalinização e desinfecção.



Fonte: Tirada pelo autor.

Apesar dos cuidados na elaboração do tanque de filtração, houve certo vazamento para o tanque de pós-alkalinização e desinfecção, onde a água que deveria está transparente, ficou um pouco escura por causa do carvão ativo.

## 5.8- Sexta aula

Elaborou-se um questionário avaliativo (olhar anexo), aproximadamente 40 dias após o projeto ter sido feito. O questionário foi aplicado para avaliar principalmente o conhecimento dos alunos em três fatores, primeiro na fundamentação teórica em sala com a explicação do autor e o auxílio da professora, segundo na parte experimental onde foi feito as práticas experimentais em sala e o terceiro ponto foi analisar as técnicas adquiridas com o projeto feito com a turma.

O questionário foi elaborado com quatro questões das quais cada uma tinha um objetivo específico:

**Primeira questão** avaliou-se a aplicação da miniestação de tratamento de água elaborada por eles no dia 28 de março, mostrando o visual de um modelo similar para que fossem adicionados os nomes, passo a passo, de cada etapa e assim indicando o que houvera na prática.

**Segunda questão** sendo um complemento da primeira analisou-se o conhecimento adquirido em sala na parte teórica e experimental sobre acidez, levando em conta o pH; a cloração nos pontos de pré e pós da estação de tratamento para desinfecção; a coagulação, floculação e decantação na utilização de sulfato de alumínio ou outro coagulante para causar a precipitação das partículas sólidas agindo na clarificação da água potável.

**Terceira questão** analisou-se as principais leis que regem todo sistema de tratamento da água potável levando em consideração a Norma de Qualidade da Água para o Consumo Humano estudada com auxílio da ferramenta whatsapp e aplicadas no projeto.

**Quarta questão** foi observado três fatores principais, primeiro sobre a purificação que é levada em conta por parte do Ministério da Saúde tendo a obrigação de fazer a distribuição da água potável à população, segundo foi considerada a conservação da água potável julgando a conscientização de cada pessoa, e o terceiro ponto, mas não menos importante, foi examinado o

conhecimento sobre a preservação dos mananciais estimulando a responsabilidade de cada um.

## 6 - RESULTADOS E DISCUSSÕES

### 6.1 - Questionário avaliativo para os educandos em relação aos conteúdos aplicados

Foi elaborado um questionário (avaliativo) com escala de 0 a 10 pontos, com quatro questões em que cada uma equivale 2,5 e ainda cada uma foi dividida pelos seus respectivos objetivos.

Através dos dados obtidos no questionário aplicado no dia 27 de abril, obtiveram-se alguns resultados que foram interpretados na forma de gráficos os quais são ilustrados nesta ordem a seguir.

- A questão 1 exposta na figura 22:

Figura 22: Primeira questão da avaliação aplicada.

- 1) Seguindo um modelo de tratamento de água e seus processos abaixo, complete as caixas vazias com os nomes de todas as etapas (dosagem de cloro, tanque decantação, tanque filtração, tanque de floculação, tanque de dosagem).



Fonte: Saneacqua.

Essa questão foi dividida em cinco proposições, em que se obteve um resultado plausível de acordo com o gráfico, pois mostra que os discentes de fato fixaram ou aprenderam de certa forma o conteúdo, com um rendimento de 64% de acertos do resultado total da questão.

Figura 23: Taxa de erros e acertos da questão 01.



Fonte: Elaborada pelo autor.

- A questão 2 exposta na figura 24, foi dividida em sete proposições, obteve-se um resultado pouco satisfatório, pois os discentes teriam que compreender passo a passo a metodologia de uma estação de tratamento.

Figura 24: Resposta de um aluno da questão 02.

2) Seguindo o modelo de tratamento de água acima faça as ligações corretas das etapas e suas importâncias abaixo:

<input checked="" type="checkbox"/> Pré-cloração		Adição de cloro à água antes da sua saída da ETA, para manter um teor residual na água até a chegada à casa do consumidor, e desse modo garantir que a água fornecida está isenta de bactérias e vírus patogênicos.
<input checked="" type="checkbox"/> Pré-alkalinização		Passagem da água por tanques contendo um leito de pedras, areia e carvão ativado, onde a sujeira que restou da fase de decantação é retida.
<input checked="" type="checkbox"/> Floculação		Adição de cal ou soda à água, para ajustar o pH da água aos valores exigidos para as fases seguintes do tratamento.
<input checked="" type="checkbox"/> Decantação		Adição de sulfato de alumínio, cloreto férrico ou outro coagulante, seguido de uma agitação violenta da água. Para provocar a desestabilização elétrica das partículas de sujeira contidas na água, facilitando sua agregação.
<input checked="" type="checkbox"/> Filtração		Mistura lenta da água para provocar a formação de flocos com as partículas.
<input checked="" type="checkbox"/> Coagulação		Adição de cloro na água assim que ela chega à ETA (água bruta), para oxidar a matéria orgânica e alguns metais, como ferro e manganês, e facilitar a sua remoção.
<input checked="" type="checkbox"/> Desinfecção		Passagem da água por grandes tanques (decantadores) para decantar os agregados (flocos) de sujeira formados na floculação.

A. 48

Fonte: Tirada pelo autor.

Figura 25: Taxa de erros e acertos da questão 02.



Fonte: Elaborada pelo autor.

Devido ao tempo decorrido até aplicação da avaliação em relação ao dia que foi feito o projeto de tratamento de água, mais especificamente na parte de coagulação, floculação e decantação. Os três processos são muito parecidos e dependerem do agente coagulante (sulfato de alumínio), houve certa confusão em ligar os conteúdos como mostra a figura 24 de uma das provas dos alunos, com isso obteve-se um resultado de 47% dos acertos do valor total da questão.

- Na questão 3 citada abaixo:

3) Em relação ao Decreto nº 79.367, de 9 de março de 1977 “NORMA DE QUALIDADE DA ÁGUA PARA CONSUMO HUMANO”. Marque um (X) no Artigo que menos se enquadra nesse processo:

- A. Art. 1º Esta Norma dispõe sobre procedimentos e responsabilidades inerentes ao controle e à vigilância da qualidade da água para consumo humano, estabelece seu padrão de potabilidade e dá outras providências.
- B. Art. 2º Toda a água destinada ao consumo humano deve obedecer ao padrão de potabilidade e está sujeita à vigilância da qualidade da água.
- C. Art. 5º É de inteira importância que o governo federal faça coleta de água da chuva para distribuição de comunidades mais carentes.

D. Art. 8º cabe ao (s) responsável (is) pela operação de sistema ou solução alternativa de abastecimento de água, exercer o controle da qualidade da água.

Figura 26: Taxa de erros e acertos da questão 03.



Fonte: Elaborada pelo autor.

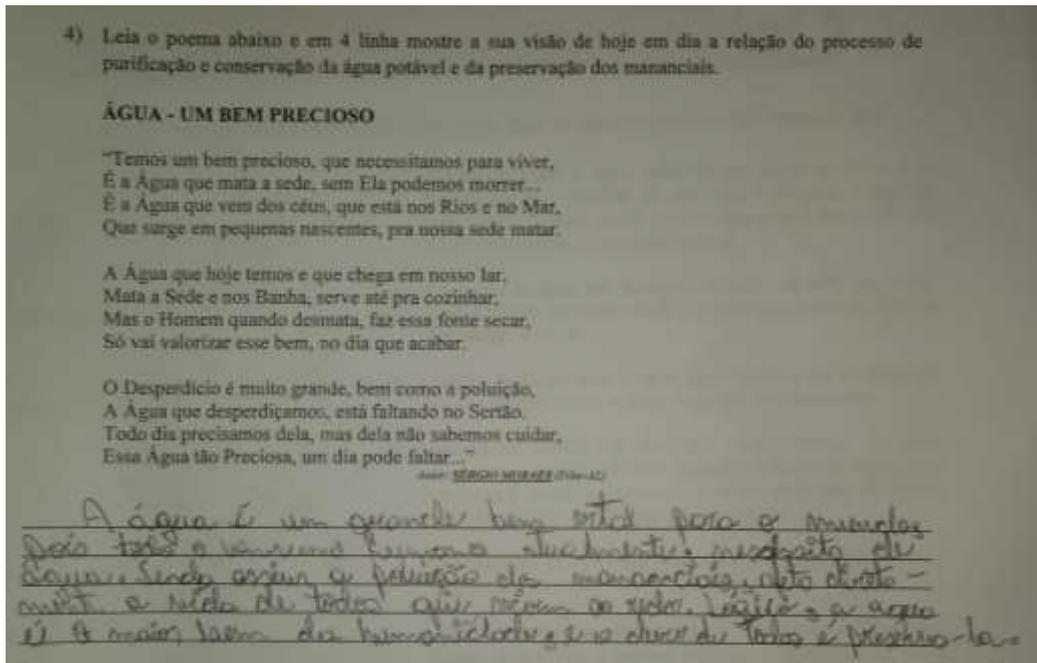
Obeve-se um resultado satisfatório, levando em consideração o fato de ter sido trabalhado com leis que regula a “Norma de Qualidade da Água para o Consumo Humano”, que torna um assunto desinteressante por se tratar de leituras extensas. A questão de múltiplas escolhas, os discentes obtiveram 82% de acertos no resultado total.

- A questão 4 exposta abaixo foi dividida em três proposições:

Texto tirado de um dos alunos que participou do projeto do dia internacional da água:

*“A água é um grande bem vital para o mundo, pois todo o consumo humano atualmente necessita de água. Sendo assim a poluição dos mananciais, afeta diretamente o vida de todos que vivem ao redor. Lógico, a água é o maior bem da humanidade, e o dever de todos é preservá-lo.”.*

Figura 27: Resposta de um aluno da questão 04.



Fonte: Tirada pelo autor.

Figura 28: Taxa de erros e acertos da questão 04.



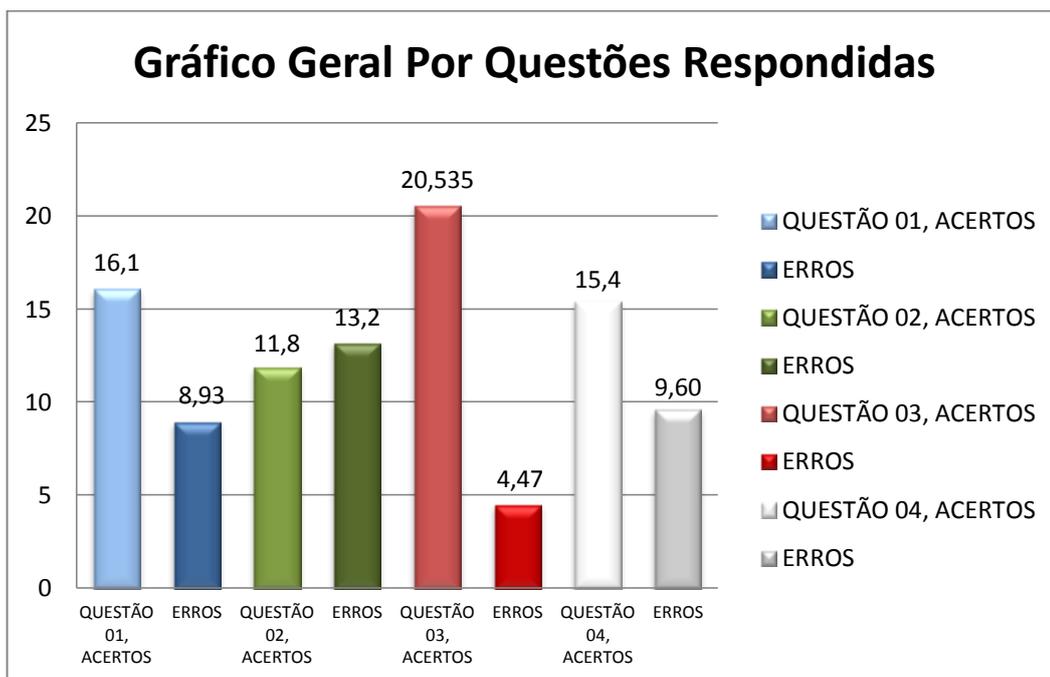
Fonte: Elaborada pelo autor

O resultado foi satisfatório porque mostra que a maior parte dos alunos conseguiu alcançar entre dois a três objetivos, prova que grande parte absorveu os conteúdos como mostra a figura 27. Na figura 28 mostra que cerca de 62% dos alunos conseguiram chegar ao objetivo da questão.

- **O quadro comparativo das questões**

O fator importante que deve ser levado em consideração é a realidade de cada tipo de questão aplicada na sala de aula, onde todas tem seu nível de dificuldade, por exemplo: a primeira questão eles teriam que observar o desenho de um modelo de estação de tratamento de água, e identificar as etapas do processo, na segunda questão teve uma porcentagem abaixo da metade, porque envolvia todo conteúdo estudado de uma estação de tratamento, onde, o aluno teria que ter ciência de todos os passos no tratamento de água, a terceira questão por ter sido de múltiplas escolhas, grande parte dos discentes souberam identificar a alternativa incorreta, por se tratar apenas da parte principal da fundamentação teórica das leis abrangidas no Brasil, das normas de qualidade da água para o consumo humano, já na quarta questão diferentemente das anteriores que são de múltiplas escolhas, os alunos teriam que elaborar um texto com quatro linhas de modo que citassem os fatores de purificação, de conscientização e preservação de mananciais de modo que fizera sentido.

Figura 29: Gráfico geral por questões respondidas.



Fonte: Elaborada pelo autor.

A turma composta por 45 alunos matriculados mais apenas 35 são ativos. O questionário foi aplicado 49 dias depois do projeto do dia internacional da água. Levando em consideração o tempo e o fato de ter sido uma prova surpresa, obteve-se um resultado satisfatório sendo que a pesquisa foi realizada com 28 alunos da turma do 2º ano "D" onde se obteve 65% do total onde mostra que mais da metade dos discentes estavam participando seriamente das aulas.

Figura 30: Gráfico geral da turma.



Fonte: Elaborada pelo autor.

## 7. CONCLUSÃO

Em virtude do que foi assimilado ou aprendido sobre os processos de tratamento da água em sala de aula, através da experimentação, buscou-se romper com o método tradicional de ensino (quadro e giz), promovendo a motivação e a participação entre os discentes e docentes. Obteve-se um bom desempenho de acordo com os resultados obtidos e mostrados nos gráficos, isso nos leva a entender que houve compreensão dos conteúdos aplicados.

Ao fazer um comparativo do conteúdo de ácido-base que foi explicado no quadro e o que foi aplicado experimentalmente para amostra de reações ácidas, neutras e básicas com ácido clorídrico, água destilada e soda cáustica, percebeu-se que os alunos conseguiram assimilar bem mais quando se fez comparações dessas espécies experimentalmente.

Apesar das aulas de química serem nada atrativas quando se usa apenas o método tradicional, alcançou-se o objetivo de deixá-la prazerosa quando se colocou o projeto em prática em que os discentes e docentes se divertiram em uma aula pouco costumeira.

Observou-se também que as práticas experimentais serviram tanto para educar quanto para conscientizar os discentes a preservar as águas fornecidas pelas estações de tratamento.

Por fim, uma transformação profunda na formação docente e na dinamização do currículo escolar, para um ensino de química contextualizado e dinâmico, com experimentações e projetos de trabalhos que promovam nos discentes uma aprendizagem significativa em química.

## 8. REFERÊNCIAS

BRASIL. Ministério da Educação (MEC), Secretaria de Educação Média e tecnologia (Semtec). **Parâmetros Curriculares Nacionais no Ensino Médio: Orientações Educacionais Complementares aos Parâmetros Curriculares Nacionais – Ciências da Natureza, Matemática e suas Tecnologias**. BRASÍLIA: MEC/SEMTEC, 2002.

CHASSOT, Attico. **Alfabetização científica - questões e desafios para a educação**. 3ªed. Ijuí: Unijuí, 2003.

CISCATO, Carlos Alberto Mattoso et all. **Química**. Volume único. São Paulo: Moderna, 2016.

FELTRE, Ricardo. **Química**. Volume 1,2,3 . São Paulo: Moderna, 2004.

<https://www.casal.al.gov.br/conservacao-da-agua/> acesso no dia 3 de junho 2018.

<https://www.fibratecnica.com.br/noticias/tratamento-da-%C3%A1gua-e-os-seus-processos> – acesso no dia 31 de julho de 2018.

<http://www.abcmac.org.br/index.php?modulo=downloads> – acesso no do dia 4 de junho de 2018.

<https://brasilecola.uol.com.br/datas-comemorativas/dia-nacional-da-agua.htm> - acesso no dia 4 de junho de 2018.

[http://site.sabesp.com.br/uploads/file/asabesp\\_doctos/Tratamento\\_Agua\\_Impressao.pdf](http://site.sabesp.com.br/uploads/file/asabesp_doctos/Tratamento_Agua_Impressao.pdf) - acesso no dia 1 de agosto de 2018.

<http://saneacqua.com.br/site/como-funciona-uma-estacao-de-tratamento-de-agua/> - Acessado no dia 4 julho 2018.

MOREIRA, Marcos e MASINI, Antonio. **Aprendizagem Significativa: a teoria de David Ausubel**. São Paulo: Moraes, 1982.

MORTIMER, Eduardo Fleury; MACHADO, Andréa Horta. **Química**. Volume 1,2,3. 2ª edição. São Paulo: Scipione, 2013.

PAVÃO, AC.; FREITAS, D., (orgs.). **Quanta ciência há no ensino de ciências [online]**. São Carlos: EdUFSCar, 2008. 332 p. ISBN 978-85-7600-362-5.

ROSA, Maria Inês Petrucci. **Investigação e Ensino: articulações e possibilidades na formação de professores de Ciências**. Ijuí: Unijui, 2004.

SOUZA, Andrielle Coraiola; BROIETTI, Fabiele Cristiane Dias. **Atividades Experimentais: uma análise em artigos da Revista Química Nova na Escola. XI Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências – XI ENPEC**, p. 4, 2017.

SILVA, Bruno Rogério Duarte da. **A alfabetização científica dos professores do ensino fundamental na perspectiva da aprendizagem significativa**. Dissertação de Mestrado em Educação Brasileira. UFAL: 2008.

SUART, R.C.; MARCONDES, M.E.R. **A manifestação de habilidades cognitivas em atividades experimentais investigativas no ensino médio de química**. Revista Ciências e Cognição, v. 14 (1), p. 50 - 74, 2009.

## Anexos

### Questionário

- 1) Seguindo um modelo de tratamento de água e seus processos abaixo, complete as caixas vazias com os nomes de todas as etapas (dosagem de cloro, tanque decantação, tanque filtração, tanque de floculação, tanque de dosagem).



- 2) Seguindo o modelo de tratamento de água acima faça as ligações corretas das etapas e suas importâncias abaixo:
- |                   |                       |                       |  |
|-------------------|-----------------------|-----------------------|--|
| Pré-cloração      | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | Adição de cloro à água antes da sua saída da ETA, para manter um teor residual na água até a chegada à casa do consumidor, e desse modo garantir que a água fornecida está isenta de bactérias e vírus patogênicos.            |
| Pré-alkalinização | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | Passagem da água por tanques contendo um leito de pedras, areia e carvão antracito, onde a sujeira que restou da fase de decantação é retida.  |
| Floculação        | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | Adição de cal ou soda à água, para ajustar o pH da água aos valores exigidos para as fases seguintes do tratamento.  |
| Decantação        | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | Adição de sulfato de alumínio, cloreto férrico ou outro coagulante, seguido de uma agitação violenta da água. Para provocar a desestabilização elétrica das partículas de sujeira contidas na água, facilitando sua agregação. |
| Filtração         | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | Mistura lenta da água para provocar a formação de flocos com as partículas.  |
| Coagulação        | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | Adição de cloro na água assim que ela chega à ETA (água bruta), para oxidar a matéria orgânica e alguns metais, como ferro e manganês, e facilitar a sua remoção.  |
| Desinfecção       | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | Passagem da água por grandes tanques (decantadores) para decantar os agregados   |

(flocos) de sujeira formados na floculação.

- 3) Em relação ao Decreto nº 79.367, de 9 de março de 1977 “NORMA DE QUALIDADE DA ÁGUA PARA CONSUMO HUMANO”. Marque um (X) no Artigo que menos se enquadra nesse processo:
- A. Art. 1º Esta Norma dispõe sobre procedimentos e responsabilidades inerentes ao controle e à vigilância da qualidade da água para consumo humano, estabelece seu padrão de potabilidade e dá outras providências.
  - B. Art. 2º Toda a água destinada ao consumo humano deve obedecer ao padrão de potabilidade e está sujeita à vigilância da qualidade da água.
  - C. Art. 5º É de integra importância que o governo federal faça coleta de água da chuva para distribuição de comunidades mais carentes.
  - D. Art. 8º Cabe ao (s) responsável (is) pela operação de sistema ou solução alternativa de abastecimento de água, exercer o controle da qualidade da água.
- 4) Leia o poema abaixo e em 4 linhas mostre a sua visão de hoje em dia em relação ao processo de purificação e conservação da água potável e da preservação dos mananciais.

### **ÁGUA - UM BEM PRECIOSO**

“Temos um bem precioso, que necessitamos para viver,  
É a Água que mata a sede, sem Ela podemos morrer...  
É a Água que vem dos céus, que está nos Rios e no Mar,  
Que surge em pequenas nascentes, pra nossa sede matar.

A Água que hoje temos e que chega em nosso lar,  
Mata a Sede e nos Banha, serve até pra cozinhar,  
Mas o Homem quando desmata, faz essa fonte secar,  
Só vai valorizar esse bem, no dia que acabar.

O Desperdício é muito grande, bem como a poluição,  
A Água que desperdiçamos, está faltando no Sertão.  
Todo dia precisamos dela, mas dela não sabemos cuidar,  
Essa Água tão Preciosa, um dia pode faltar...”

*Autor: **SÉRGIO MORAES** (Pilar-AL)*

---

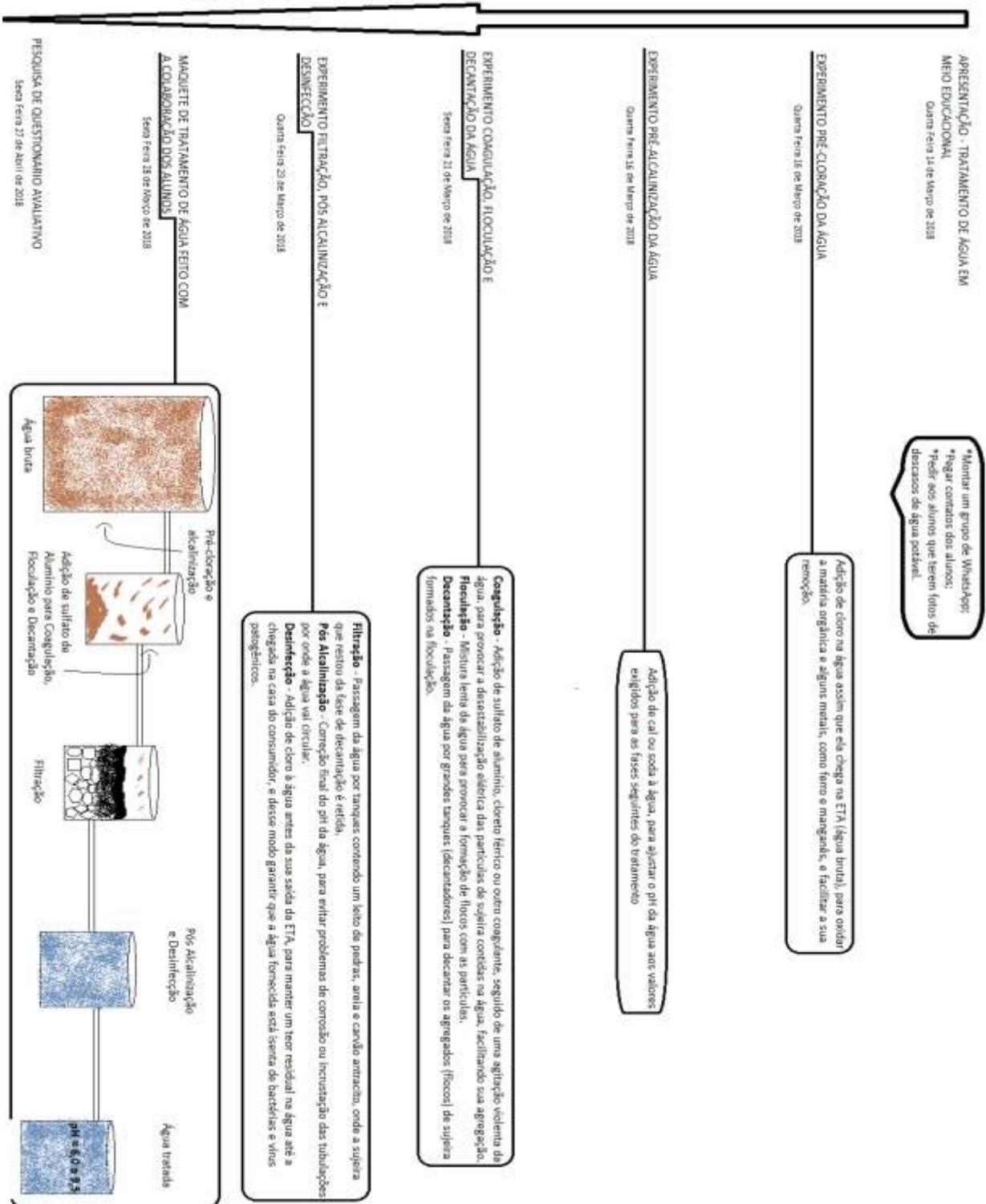
---

---

---

---

# Mapa do Tempo



Fonte: Elaborada pelo autor.