

INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO CIÊNCIA E TECNOLOGIA DA  
PARAÍBA – IFPB  
CAMPUS JOÃO PESSOA  
COORDENAÇÃO DO CURSO SUPERIOR DE LICENCIATURA EM QUÍMICA

BRUNO DE SOUZA VASCONCELOS

**CONSTRUÇÃO E APLICAÇÃO DE UM SISTEMA SUSTENTÁVEL PARA O  
TRATAMENTO DE ÁGUA DA CHUVA COMO FERRAMENTA DIDÁTICA NO  
PROCESSO DE ENSINO APRENDIZAGEM**

João pessoa  
Agosto de 2019

BRUNO DE SOUZA VASCONCELOS

**CONSTRUÇÃO E APLICAÇÃO DE UM SISTEMA SUSTENTÁVEL PARA O  
TRATAMENTO DE ÁGUA DA CHUVA COMO FERRAMENTA DIDÁTICA NO  
PROCESSO DE ENSINO APRENDIZAGEM**

Monografia submetida à coordenação do Curso Superior de Licenciatura em Química do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia da Paraíba, Campus I, como requisito para a conclusão do Curso de Licenciatura em Química.

ORIENTADOR: Sérgio R. B. dos Santos.

João Pessoa  
Agosto de 2019

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação – CIP  
Biblioteca do IFPB, *Campus* João Pessoa

V331c Vasconcelos, Bruno de Souza.  
Construção e aplicação de um sistema sustentável para o tratamento de água da chuva como ferramental didática no processo de ensino aprendizagem / Bruno de Souza Vasconcelos. – 2019.  
48 f. : il.  
TCC (Graduação – Licenciatura em Química) – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia da Paraíba – IFPB / Coordenação do Curso de Licenciatura em Química.  
Orientador: Prof. Sérgio R. B. dos Santos  
1. Ensino de química. 2. Ensino-aprendizagem. 3. Tratamento da água. 5. Água de chuva. I. Título.

CDU 37:54

CONSTRUÇÃO E APLICAÇÃO DE UM SISTEMA SUSTENTÁVEL PARA O  
TRATAMENTO DE ÁGUA DA CHUVA COMO FERRAMENTA DIDÁTICA NO  
PROCESSO DE ENSINO APRENDIZAGEM

BRUNO DE SOUZA VASCONCELOS

Monografia submetida à aprovação em: 20 / 08 / 2019

Parecer:

*Após discussões, o aluno foi conside-*  
*rado aprovado pela banca examina-*  
*dora*

Banca:



Prof. Dr. Sergio Ricardo Bezerra dos Santos (orientador)



Prof. Dr. Carlos Alberto Fernandes de Oliveira (avaliador)



Prof. Dra. Glauciene Paula de Souza Marcone (avaliadora)

João Pessoa

Agosto de 2019

*Aquele que ensina está sempre a aprender, é cotidianamente agraciado com o convívio reabastecedor dos jovens, é obrigado por dever do ofício a se atualizar, é contaminado pela esperança, é desafiado a ter fé e jamais pode esquecer, pela natural confiabilidade da juventude, que a boa vontade é o estado de espírito mais essencial à transformação do mundo.*  
*Leticia T. S. Parente*

## AGRADECIMENTOS

Primeiramente, agradeço a Deus e a Nossa mãe Maria que vem me guardando e me protegendo de todos os males nessa minha caminha, toda honra e toda gloria a ti senhor.

Aos meus pais, Severina de Souza Vasconcelos e Renato Ósorio de Vasconcelos, e ao meu irmão Ricardo de Souza Vasconcelos, muito obrigado pelos puxões de orelha, pelos conselhos e os ensinamentos que culminaram no homem que me tornei. Por acreditarem em mim e sempre me darem forças, me incentivarem a correr atrás dos meus objetivos e, apesar de todas as dificuldades enfrentadas, sempre buscaram dar o melhor para min e para meu irmão. Papai, Mainha ... Se não fosse pela educação que me deram, e por tudo que fizeram por mim, talvez não tivesse chegado até aqui, meu muito obrigado, amo vocês!

Aos meus amigos Lucas, Daniel e Joselito Júnior que, ao passar do tempo, se tornaram mais que amigos de um grupo de rede social e se tornaram verdadeiros irmãos, obrigado pelo respeito, carinho e admiração, e que essa amizade ultrapasse gerações muito obrigado pessoal. A Flavia Rhuanna que esteve ao meu lado em muitas pesquisas, meu muito obrigado pelas dicas e ensinamentos. Aos amigos Reynaldo, Joedna, Jessica Lorena, Isabele, Rita, Mayzza e a todos os colegas do PET Química, meu muito obrigado.

A minha irmãzinha Rafaela, que sempre esteve comigo nos momentos bons e ruins, por escutar meus desabafos durante toda a caminhada sempre me dar conselhos construtivos. A Anniely, que em pouco tempo se tornou uma pessoa muito especial e importante para min e esteve ao meu lado durante essa reta final me apoiando, me incentivando, e me ajudando sempre que pode. Obrigado a vocês duas por acreditarem em min!

Ao meu orientador Dr. Sérgio Ricardo Bezerra dos Santos que me mostrou essa pesquisa, e por sempre se dispor direta e indiretamente a me dar suporte e ensinar sempre o melhor caminho para alcançar bons resultados. Minha sincera gratidão por tudo professor. Finalizo hoje esse trabalho com uma nova pesquisa e com uma bagagem de conhecimentos bastante ampla, graças ao senhor. MUITO OBRIGADO!

Aos técnicos do laboratório de química Jason e Jannainy, que em todo período da pesquisa sempre me ajudaram com dicas e na montagem dos

equipamentos para que tudo saísse da melhor forma possível. Muito obrigado pela atenção e profissionalismo.

Ao professor Carlos Alberto Oliveira, que tenho grande admiração e respeito, e que me concedeu ser monitor da disciplina Prática Profissional II, e por todo conhecimento prático no laboratório de química.

Ao Professor Dr. Gesivaldo Jesus que me apresentou o Programa Despertando Vocações Para as Licenciaturas (PDVL) e a minha eterna gratidão a sua esposa e professora Dr. Alessandra Marcone que me concedeu a monitoria da disciplina Química Experimental I, me orientou durante quase todo o curso possibilitando grandes conquistas e uma vasta experiência na pesquisa científica e na escrita de artigos.

Ao professor Antônio Exedito e a toda turma do terceiro ano curso técnico de eletrotécnica que aceitaram participar da pesquisa, meu muito obrigado a todos.

À coordenadora do Curso de Licenciatura em Química, professora Ms. Suely Oliveira Carneiro, que ajudou e ainda continua ajudando seus discentes ao longo do curso. E por fim agradeço a todo corpo docente do curso que sem empenharam para da sempre um ensino de qualidade. Obrigado!

## LISTA DE ILUSTRAÇÕES

<b>Figura 1 -</b>	Polígono das secas.....	22
<b>Figura 2 -</b>	Interação CTSA.....	27
<b>Figura 3 -</b>	Construção do fogão solar: a antena parabólica (a) foi revestida com papel alumínio (b) e no suporte do sensor de sinais da antena foi adaptada uma garrafa de alumínio de 250 ml com termômetro digital (c) para registros da temperatura alcançada pela água da chuva presente dentro do recipiente.....	33
<b>Figura 4 -</b>	Equipamento em processo de montagem.....	34
<b>Figura 5 -</b>	Esquema de funcionamento do sistema de purificação de água de chuva por coleta da água condensada após evaporação.....	35
<b>Figura 6-</b>	Mudança do prato de vedação para otimização do equipamento e melhoria de visibilidade dos fenômenos de evaporação e condensação.....	36
<b>Figura 7 -</b>	Informações apresentadas aos alunos através do vídeo “Por que Falta Água no Brasil?” .....	38
<b>Figura 8 -</b>	Momento de projeção e avaliação do vídeo pela turma.....	38
<b>Figura 9 -</b>	Momento de reflexão da turma sobre a temática apresentada no vídeo.....	39
<b>Figura 10 -</b>	Palavras elencadas por um dos alunos participantes das atividades didáticas iniciais e sua interpretação sobre as mesmas.....	39
<b>Figura 11 -</b>	Informações apresentadas por um aluno a partir do vídeo apresentado.....	41
<b>Figura 12 -</b>	Proposta do grupo A para o sistema de evaporação de águas de chuva.....	42
<b>Figura 13 -</b>	Momento de observação do sistema de evaporação pela turma.	43
<b>Figura 14 -</b>	Projeto para melhoria do sistema de evaporação de água de chuva.....	44
<b>Figura 15 -</b>	Proposta do grupo A para o sistema de evaporação de águas de chuva.....	45



## LISTA DE TABELAS

<b>Tabela 1</b> -	Materiais utilizados no sistema de evaporação.....	29
<b>Tabela 2</b> -	Temperatura máxima atingida no equipamento.....	33
<b>Tabela 3</b> -	Dados obtidos em 4 dias de observação do sistema de coleta de água limpa por evaporação da água da chuva.....	35
<b>Tabela 4</b> -	Resultado das atividades relativas à problematização do uso responsável da água com recursos de TICs. São apresentadas as 5 palavras mais citadas.....	39

## LISTA DE ABREVIACÕES

CTSA.....	Ciência, Tecnologia, Sociedade E Meio Ambiente
TICs.....	Tecnologias De Informaco E Comunicao
PCNEM.....	Parâmetros Curriculares Nacionais para o Ensino Médio
IFPB.....	Instituto Federal de Educao, Ciência e Tecnologia da Paraíba

## RESUMO

Uma sequência didática foi aplicada para o ensino do conteúdo Misturas: Tipos e Processos de Separação, numa abordagem CTSA, utilizando-se um sistema de purificação de águas de chuva sustentável como projeto a ser avaliado por uma turma do 3º ano do curso técnico em eletrônica. Para tanto, vários recursos foram utilizados na sequência didática, seguindo-se a ordem: apresentação de vídeos educativos sobre a importância da água (exploração de TICs); apresentação de aula expositivo-dialogada sobre misturas; experimentação em laboratório utilizando-se sistemas de destilação simples para explicar os fenômenos físico-químicos relacionados à formação e condensação de vapores de água; apresentação de um sistema de purificação de água de chuva por coleta da água naturalmente evaporada e condensada em recipiente fechado exposto à irradiação solar; debate com a turma e proposição de ideias para a melhoria do sistema de purificação utilizando-se os conhecimentos dos alunos, numa abordagem CTSA. Com a sequência didática aplicada e pela observação do sistema de purificação de água de chuva desenvolvido foi possível: apresentar novos conhecimentos à turma sobre responsabilidade social e ambiental; promover reflexões sobre a forma como a água se transforma no meio ambiente elucidando a importância de biomas como a Floresta Amazônica e o Cerrado; promover debates interdisciplinares onde os alunos do curso técnico em eletrônica utilizaram seus conhecimentos para a proposição de ideias para a melhoria de um projeto de cunho químico e ambiental; utilizar um problema real de modo a contextualizar a importância da coleta e uso de água de chuva como alternativa de consumo sustentável de água. Neste sentido, o trabalho desenvolvido se mostrou uma boa alternativa para o ensino do conteúdo Misturas: tipos e processos de separação utilizando-se TICs e abordagem CTSA de forma abrangente, interdisciplinar, contextualizada, lúdica e motivadora.

**Palavras-chave:** Tratamento de água, Água da chuva, Ensino de química.

## ABSTRACT

A didactic sequence was applied for the teaching of the content Mixtures: Types and Separation Processes, in a CTSA approach, using a sustainable rainwater purification system as a project to be evaluated by a 3rd year electronics technician class. So, several resources were used in the didactic sequence, following the order: presentation of educational videos about the importance of water (exploitation of TICs); expository-dialogued presentation about mixtures; laboratory experimentation using simple distillation systems to explain the physicochemical phenomena related to the formation and condensation of water vapors; presentation of a rainwater purification system by collecting naturally evaporated and condensed water in a closed container exposed to solar irradiation; discussions with the class and proposing ideas for improving the purification system using students' knowledge in a CTSA approach. With the didactic sequence applied and the observation of the developed rainwater purification system it was possible to: present new knowledge to the class about social and environmental responsibility; promote reflections on how water transforms itself into the environment elucidating the importance of biomes such as the Amazon Rainforest and the Cerrado; promote interdisciplinary debates where students of the technical course in electronics used their knowledge to propose ideas for the improvement of a chemical and environmental project; use a real problem to contextualize the importance of rainwater collection and use as an alternative to sustainable water consumption. In this sense, the work developed proved to be a good alternative for teaching the content Mixtures: Types and Separation Processes using TICs and CTSA approach in a comprehensive, interdisciplinary, contextualized, playful and motivating way.

**Keywords:** Water treatment, Rain water, Chemistry teaching.

## SUMÁRIO

<b>1</b>	<b>INTRODUÇÃO .....</b>	<b>14</b>
<b>2</b>	<b>OBJETIVOS .....</b>	<b>17</b>
<b>2.1</b>	OBJETIVO GERAL .....	17
<b>2.2</b>	OBJETIVOS ESPECÍFICOS .....	17
<b>3.</b>	<b>FUNDAMENTAÇÃO TEORICA.....</b>	<b>18</b>
3.1	DISPONIBILIDADE HÍDRICA.....	18
3.2	DISPONIBILIDADE HÍDRICA NO BRASIL.....	20
3.3	DISPONIBILIDADE HÍDRICA NO NORDESTE.....	21
3.4	DISPONIBILIDADE HÍDRICA NA PARAÍBA.....	22
3.5	ÁGUA DA CHUVA.....	23
3.6	MÉTODOS DE TRATAMENTO.....	24
3.7	CIÊNCIA, TECNOLOGIA, SOCIEDADE E MEIO AMBIENTE (CTSA).....	26
<b>4</b>	<b>METODOLOGIA.....</b>	<b>29</b>
4.1	CARACTERIZAÇÃO DO LOCAL DA PESQUISA.....	29
4.2	SISTEMA PARA TRATAMENTO DE ÁGUA DA CHUVA.....	29
4.3	PROCEDIMENTO METODOLÓGICO.....	29
<b>5</b>	<b>RESULTADOS E DISCUSSÕES.....</b>	<b>32</b>
<b>5.1</b>	MOMENTO I: ANÁLISE DOS DADOS APÓS A CONSTRUÇÃO DO EQUIPAMENTO PARA TRATAMENTO DA ÁGUA DA CHUVA.....	32
<b>5.2</b>	MOMENTO II: APLICAÇÃO DE SEQUÊNCIA DIDÁTICA PARA ENSINO DE QUÍMICA CONTEXTUALIZADO EXPLORANDO O TEMA MISTURAS E A PROBLEMÁTICA DO CONSUMO RESPONSÁVEL DE ÁGUA.....	36
<b>6</b>	<b>CONSIDERAÇÕES FINAIS .....</b>	<b>46</b>
<b>7</b>	<b>REFERÊNCIAS .....</b>	<b>47</b>

## 1. INTRODUÇÃO

O uso da água potável é essencial e indiscutível para a manutenção da vida no planeta. Levando-se em consideração que a densidade demográfica do país vem crescendo a cada dia, ter acesso a uma água de qualidade se torna algo difícil. Segundo Bastos (2016) Estima-se que o custo de todo o processo de tratamento da água, desde a retirada das fontes até a sua entrega ao consumidor final e depois devolvê-la tratada ao curso natural, gira em torno de 400 bilhões de dólares ao ano.

Apesar de todo o dinheiro aplicado no sistema de tratamento de água, muitas cidades, e principalmente comunidades rurais, não tem acesso a um saneamento básico nem a uma água de qualidade. Muitos moradores rurais dependem de águas oriundas de rios, açudes e poços artesanais, que, em sua maioria, estão contaminadas por esgotos provenientes das casas e também de indústrias da zona urbana que despejam seus rejeitos sem o tratamento adequado. Além disso, existe também a possibilidade de águas de poços estarem contaminadas por íons de metais pesados que são extremamente nocivos a saúde humana.

Segundo Silva e Santana (2014), o aumento significativo da população juntamente com as mudanças climáticas provoca a diminuição da disponibilidade hídrica em determinadas regiões. A região Nordeste é uma das mais afetadas com a escassez de água é indispensável adotar políticas públicas que permitam esclarecer a população e educar sobre práticas responsáveis de uso de água.

Acerca das políticas públicas que são empregadas, umas das mais importantes é a Lei Federal 9.433, de 8 de janeiro de 1997, que institui a Política Nacional de Recursos Hídricos que cria o Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos:

“Artigo 1º. A água é um bem de domínio público; a água é um recurso natural limitado, dotado de valor econômico; em situações de escassez, o uso prioritário dos recursos hídricos é o consumo humano e a dessedentação de animais; a gestão dos recursos hídricos deve sempre proporcionar o uso múltiplo das águas; a bacia hidrográfica e a unidade territorial para implantação da Política Nacional de Recursos Hídricos e atuação do Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos

Hídricos; a gestão dos recursos hídricos deve ser descentralizada e contar com a participação do Poder Público, dos usuários e das comunidades”. (CUNHA, 2011 pág. 1228)

Uma alternativa para o problema de escassez hídrica que vem sendo utilizada é o aproveitamento da água da chuva, uma solução simples e barata para obtenção de água para uso residencial. Essa água é coletada através de calhas e armazenada em cisternas feitas de alvenaria ou em baldes, toneis e caixas d'água. Existem alguns métodos que são recomendados para tornar a água potável, dentre eles a adição de hipoclorito de sódio, que é distribuído por agentes de saúde.

Entretanto, a quantidade de hipoclorito de sódio que é entregue nas casas não é suficiente para tratar a quantidade de água armazenada e outro ponto é o seu tempo de eficiência curto (DE LUCCA 2006).

A fervura da água antes do consumo é outro processo para produção de água potável, porém, em um fogão essa alternativa se torna inviável, pois há um consumo alto de combustível. O uso de uma estufa construída com materiais alternativos pode ser uma solução viável, porque utiliza da energia solar, recurso abundante em comunidades rurais do Nordeste do país, e é uma técnica que já vem sendo utilizada em fogões solares para o uso doméstico na cocção de alimentos. Este recurso pode se tornar um grande aliado no tratamento da água da chuva.

Diante disso, o presente trabalho consiste no tratamento de água da chuva captada pelas comunidades interioranas da região nordeste do Brasil. Segundo Sobrinho (2007), essa água da chuva que é captada, muitas vezes é consumida sem um tratamento adequado, e grande parte das pessoas que consomem essa água acabam sendo contaminadas por doenças causadas por bactérias e micro-organismos patogênicos. Diante dessa problemática surgiu o seguinte questionamento, é possível tratar água da chuva? Como fazer esse tratamento com poucos recursos? Partindo dos pressupostos questionamentos foi desenvolvido um projeto para o tratamento e aproveitamento dessa água da chuva, com a construção de uma estufa para realizar uma destilação simples normalmente utilizado nas aulas práticas de Química, o qual consiste na evaporação e condensação da água da chuva, processo através do qual são separadas as impurezas e obtida a água pura por um processo sustentável. Este projeto mostra como a ciência e a tecnologia

podem ser aplicadas para a resolução de problemas sociais visando um bem comum, ou seja, uma abordagem CTS (Ciência, Tecnologia e Sociedade).

“Desde muito cedo, o homem vem se preocupando com a qualidade da água que é ingerida. Em todos os lugares do mundo independentemente da existência de serviços públicos de abastecimento de água” (SOBRINHO 2007, p. 19) A busca por novos meios de obtenção água não é algo inovador, à medida que a densidade populacional cresce surge a inquietação de suprir essa demanda, diante desse panorama é fundamental encontrar formas e meios que busquem preservar a água potável. (BASTOS, 2016)

Associado ao desenvolvimento do sistema para o tratamento de água da chuva, foram realizadas ações educativas com a temática central sobre sustentabilidade, corroborando vários conteúdos químicos bem como os processos de separação de mistura entre outros. Essas atividades educativas foram aplicadas em uma turma do 3º ano do curso de Eletrotécnica do Instituto Federal de Educação Ciência e Tecnologia da Paraíba campus João Pessoa, utilizando o espaço do laboratório de Química, visto que, a instituição como espaço educacional deve promover atividades que desenvolvam e otimize as competências e habilidades para uma melhor conscientização a respeito das questões socioeducativas e tecnológicas que envolvem o meio científico buscando a melhoria da qualidade de vida de todos.



## 2 OBJETIVOS

### 2.1 OBJETIVO GERAL

Construir e aplicar, através de uma sequência didática, um sistema sustentável para o tratamento de água da chuva utilizado como ferramenta didática no processo de ensino aprendizagem.

### 2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Utilizar uma sequência didática para trabalhar química, meio ambiente, responsabilidade social e tecnologia na procura de soluções para problemas reais em uma abordagem CTSA;
- Construir um sistema sustentável para tratamento de água de chuva;
- Utilizar o sistema em aulas experimentais para explicar o processo físico-químico de separação de componentes de misturas homogêneas;
- Avaliar a eficiência do sistema sustentável para a obtenção de água;
- Discutir a temática separação de misturas utilizando processos de separação através da destilação simples;
- Utilizar TICs como forma de apresentar informações relevantes sobre os temas abordados de modo lúdico e motivador.

### 3 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

#### 3.1 DISPONIBILIDADE HIDRICA

O planeta Terra é envolto por uma camada constituída de 30% de terra firme e 70% de água. Sob um olhar informal podemos afirmar que o planeta terra pode ser chamado de planeta água (DA SILVA, 2018). Devido ao ciclo hidrológico da água a relação entre água salgada e água doce é bem estabelecida, possibilitando que a água salgada que está contida nos oceanos evapore e precipite em forma de chuva como água doce nos continentes e lagos. Porém esse argumento não é plausível para explicar a escassez presente em várias regiões do planeta. Essa questão é bastante preocupante de modo que a Organização das Nações Unidas - ONU estipulou que em 2050, 40% da humanidade não terá acesso a água potável. Especialistas antecipam esse prazo para 2025. (OLIVEIRA, 2011)

A água sem dúvida é um recurso que engloba vários aspectos do desenvolvimento humano, desde a evolução da agricultura e da indústria até os valores culturais e religiosos estabelecidos pela sociedade. De acordo com várias estatísticas, cerca de 70% do planeta é constituído de água, apenas 3% é considerada como água doce, e desse valor, 98% estão contidas nos lençóis freáticos (OLIVEIRA, 2011). Desta forma é perceptível que grande parte da água presente no planeta não é apropriada para ser consumida, restando uma porcentagem mínima para o consumo humano.

Nos últimos anos a demanda de água potável vem aumentando consideravelmente com o crescimento populacional. "De 1950 a 2001, a população mundial duplicou, passando de 2,3 bilhões para 5,3 bilhões de habitantes, com o consumo de água aumentando de 1.000 km<sup>3</sup> para 4.000 km<sup>3</sup> anuais". (SOBRINHO, 2007, p.17). A grande densidade demográfica acarreta uma produção maior de resíduos que são despejados de forma incorreta em leitos de rios de água doce, contribuindo para a poluição e degradação dos ecossistemas, afetando diretamente a demanda hídrica, pois:

"Outras contribuições para o quadro de escassez são a poluição dos recursos hídricos, ocasionando a diminuição da qualidade da água para outros tipos de usos, e também o incremento na melhoria do bem-estar da população que está diretamente relacionado com o aumento do consumo individual de água, com o acréscimo de mais equipamentos domésticos

(lava-louça, jatos d'água etc) que necessitam de água para o funcionamento." (SILVA, 2014, p. 13)

A consequência é que grande parte dessa água escorre diretamente para rios e lagos, ameaçando a saúde, a qualidade dos alimentos e a vida de milhares de pessoas, principalmente as mais pobres. (SILVEIRA; 2016)

Atualmente o controle da qualidade da água que é destinada para o consumo humano vem sendo uma preocupação predominante para muitas empresas de abastecimento de água. Para que se obtenha o controle da qualidade da água é fundamental a aplicação de vários métodos e técnicas eficientes que sejam economicamente viáveis, pois para que a mesma seja destinada ao consumo da população, depende de vários fatores como: a seleção e proteção da fonte da água; o tratamento adequado; a correta construção dos sistemas de distribuição; a manutenção das redes de canais e reservatórios; análise diagnóstica periódica da qualidade da água que é destinada ao consumidor e a aplicação de ações corretivas com base nos resultados coletados.

É de suma importância que a água seja tratada de forma correta, pois a mesma se não for tratada de forma correta pode se tornar um veículo ativo para a transmissão de inúmeras doenças.

Segundo Bastos (2016, p.26) "estatísticas internacionais revelam a dificuldade que vários países tem em garantir ao cidadão o acesso à água com qualidade em quantidade suficiente, fazendo assim com que o homem supra essa necessidade utilizando águas provenientes de lagos, rios e poços artesanais".

A água que é retirada direto da natureza possui uma série de impurezas, e é inviável para o consumo imediato do homem. A mesma para ser considerada potável, tem que atender uma série de parâmetros de qualidade que são definidos por uma legislação. Isso trás a necessidade do tratamento prévio da água, essencialmente quando destinada ao consumo doméstico e industrial, que possui uma exigência maior de qualidade. No Brasil, os padrões de potabilidade da água são definidos pela portaria nº 2.914/2011 do Ministério da Saúde. A Portaria em seu artigo primeiro "dispõe sobre os procedimentos de controle de vigilância da qualidade da água para o consumo humano e seu padrão de potabilidade."(BRASIL 2011).

### 3.2 DISPONIBILIDADES HIDRICA NO BRASIL

Em termos de extensão territorial, o Brasil ocupa a 5ª colocação como país mais extenso, tendo uma área total de 8.547.403 Km<sup>2</sup>, ocupando cerca de 20% do território das Américas e 47,7% da América do sul, possuindo 55.457 Km<sup>2</sup> de água doce. (SILVA, 2014)

O País destaca-se no cenário mundial por ter uma vasta rede hidrográfica, e pelo fluxo de água doce de seus rios, com uma produção de 177.900 m<sup>3</sup>/s. (SILVA 2014). Mesmo com esse vasto manancial de água, o Brasil sofre com a escassez, devido a má distribuição da densidade populacional, que se aglomera em áreas de pouca disponibilidade hídrica. Isto ocorre do mesmo modo com a escassez e com a abundância da água, com a acessibilidade aos serviços de abastecimento de água e também com o esgoto sanitário.

De acordo com Rebouças (2003) mais de 40 milhões de brasileiros não recebem água de forma regular e não podem confiar muitas vezes na água que chega às suas torneiras, vivendo assim em um penoso regime de rodízio ou fornecimento irregular. Isso acarreta uma grande série de epidemias causadas por micro-organismos que se proliferam através da água que não tem seu tratamento adequado. O acesso à água de qualidade, abastecimento público e saneamento, requer uma atenção mais intensa para algumas regiões do país, em foco o sudeste e o nordeste. (OECD, 2015).

Cerca de 13% das águas superficiais do planeta estão contidas no Brasil, no entanto, as bacias mais próximas do Oceano Atlântico concentram-se apenas 2,7% das águas do país que dispõem de um total populacional de 45,5%. Já no Norte, é encontrado aproximadamente 81% do volume total do país que corresponde a 5% da população brasileira. (SILVEIRA, 2016). A disponibilidade per capita oscila de 1460 m<sup>3</sup> no Nordeste, enquanto na região da amazônica a estimativa é de 634 887 m<sup>3</sup> por pessoa. Com relação a disponibilidade no Sudeste e no Centro-Oeste, a escassez é ocasionada por conta dos grandes polos industriais que competem com a população pelo acesso da água. (OECD, 2015). Deste modo, faz-se necessário o planejamento de ações, de modo que as atividades econômicas cresçam sem prejudicar a população:

" As atuais questões de seca e escassez no Sudeste, as inundações do Norte e as secas no Nordeste ilustram os

desafios potenciais que o país poderá vir a enfrentar ao passo que o desenvolvimento econômico e as mudanças climáticas avançam e muda o uso do solo. É preciso implementar ações que assegurem que a falta de água limpa não impedirá o crescimento econômico, que as secas não bloquearão o caminho do combate a fome e que as perdas e riscos à saúde devido a inundação serão minimizados." (OECD, 2015 p. 33)

De acordo com a Agência Nacional das Águas, a maior parte das águas no país são derivadas dos mananciais superficiais, porém não há uma distribuição igualitária sobre as divisões territoriais devido as condições climáticas. Na região Hidrográfica Amazônica, sua disponibilidade hídrica é consideravelmente elevada, com uma vazão de 74.000 m<sup>3</sup>/s. Em contra partida, a região que envolve os estados do Rio Grande do Norte, Paraíba, Pernambuco, Alagoas e uma área de Ceará e Piauí - área tocante a bacia Hidrográfica Atlântico Nordeste Oriental - possui uma vazão de apenas 100 m<sup>3</sup>/s. (ANA, 2010).

Sobrinho (2007, p.17) afirma que o principal uso de água é, sem dúvida nenhuma, na agricultura. As águas públicas, que precisam de tratamento e transporte têm uma distribuição diferente. Aproximadamente 60% desta água são usados para fins domésticos, 15% para fins comerciais e 13% em indústrias. O restante para fins públicos e outras necessidades (IBGE, 2011).

### 3.3 DISPONIBILIDADE HÍDRICA NO NORDESTE

O Nordeste apresenta uma insuficiência quantitativa na disponibilidade hídrica, a região é conhecida pelos grandes períodos de seca e estiagem, ocasionados por "problemas físicos que estão ligados as variações climáticas, as oscilações do tempo e ao baixo índice pluviométrico" (OLIVEIRA, 2011).

Isto ocorre devido a particularidades quanto sua hidrografia, como afirma PIRES (2012):

"Os índices pluviométricos variam entre 300 e 800mm anuais e as massas de ar Equatorial Atlântica e Equatorial Continental Polar adentram o interior do Nordeste de forma branda, além da influência do El Niño e da disposição para o sentido Norte-Sul, canalizando os ventos alísios, formando corredores, o que dificulta as precipitações no Semi-Árido Nordestino e contribui para o volume e o espaçamento temporal das chuvas (caracterizando realmente a seca)."

Na região, os estados mais afetados com a longa estiagem compõem uma área chamada de polígono das secas, que abrange os estados do Piauí, Ceará, Rio Grande do Norte, Paraíba, Pernambuco, Alagoas, Sergipe e Bahia.



Figura 1 Polígono das secas. Fonte: Geoplanetamundo.

Segundo a ANA (2010) grande parte da água que banha a região Nordeste deriva de fontes superficiais, porém não existe uma distribuição igualitária entre as divisões territoriais devido às condições climáticas. Para efeito de comparação, na região Hidrográfica Amazônica, a disponibilidade hídrica é bastante elevada, com uma vazão de cerca de 74.000 m<sup>3</sup>/s, ao mesmo tempo que, na região Hidrográfica Atlântico Nordeste Oriental a qual abrange os estados do Rio grande do Norte, Paraíba, Alagoas, Ceará, Pernambuco e Piauí, a vazão corresponde a apenas 100m<sup>3</sup>/s (ANA, 2010).

### 3.4 DISPONIBILIDADE HÍDRICA NA PARAÍBA

A Paraíba é situada ao leste da região Nordeste fazendo limites com os estados do Rio Grande do Norte, Pernambuco e Ceará, ocupando uma área de 56.439 km<sup>2</sup>, o que corresponde a 3,12% do Nordeste e 0,66% do território brasileiro. (DA SILVA, 2018). Sua altitude é em torno de 300 e 600 metros, e não sendo diferente dos outros estados que compõem o Nordeste, a Paraíba também é afetada pelos grandes períodos de estiagem e seca, devido a sua localização geográfica. Os rios que banham o estado também têm seus escoamentos suspensos, principalmente os que são localizados no sertão paraibano, voltando apenas ao seu curso natural nas épocas chuvosas. (UFSC, 2011).

No tocante à gestão de águas no Estado, a Lei Nº 6.308, de 02 de julho de 1996 regulamentada na Sessão II, artigo 2º estabelece:

- I - O acesso aos Recursos Hídricos é direito de todos e objetiva atender às necessidades essenciais da sobrevivência humana.
- II - Os Recursos Hídricos são um bem público, de valor econômico, cuja utilização deve ser tarifada.
- III - A bacia hidrográfica é uma unidade básica físico-territorial de planejamento e gerenciamento dos Recursos Hídricos.
- IV - O gerenciamento de Recursos Hídricos far-se-á de forma participativa e integrada, considerando os aspectos quantitativos e qualitativos desses Recursos e as diferentes fases do ciclo hidrológico.
- V - O aproveitamento e o gerenciamento dos Recursos Hídricos serão utilizados como instrumento de combate aos efeitos adversos da poluição, da seca, de inundações, do desmatamento indiscriminado, de queimadas, da erosão e do assoreamento. (GOVERNO DO ESTADO DA PARAÍBA, 2013)

Segundo Oliveira (2011), a Paraíba conta com 11 bacias hidrográficas com uma capacidade superficial de 4.482,84 hm<sup>3</sup>/ano e o subterrâneo de 652,240 hm<sup>3</sup>/ano.

### 3.5 ÁGUA DA CHUVA

No interior do nordeste principalmente na zona rural, grande parte das famílias não tem acesso a saneamento básico, nem tampouco a uma água de qualidade, a solução do governo é o abastecimento com carros pipas, porém não é o suficiente para suprir a demanda hídrica, e a grande parte dessa família recorrer a águas de açudes, poços artesianos e da chuva. As águas que são derivadas de açudes e poços, devem ser utilizadas com o máximo de cuidado, visto que, pode estar contaminada por diversos microrganismos pois muitas vezes os açudes são feitos com a finalidade de serem utilizados na irrigação de plantações agrícolas e

também para a pecuária, no qual os animais tem contato direto com essa água defecando e urinando na mesma. (SOBRINHO, 2007)

Uma alternativa a ser utilizada é a água da chuva que é armazenada pela população em cisternas, caixas d'água. De acordo com Brito (2007) a água da chuva pode ser captada através de mecanismos de captação e armazenada de forma segura e tratada conforme seja destinado para sua finalidade utilizando seu potencial substituindo ou suplementando outras fontes. Nos períodos chuvosos grande parte da região nordeste utiliza a água da chuva para uso geral na maioria dos casos sem nenhum tratamento, facilitando assim a contaminação e proliferação de doenças. Isso se dá devido a forma que essa água é captada, passando por calhas acopladas em telhados que por sua vez podem estar sujos com fezes de animais dentre outras partículas sólidas, e quando chove a água leva consigo todos esses contaminantes para o reservatório. (PIRES 2012)

### 3.6 MÉTODOS DE TRATAMENTO

Desde os primórdios o homem já se preocupava em deixar a água mais pura. Em todos os lugares do mundo as populações perpetuam costumes, técnicas ou equipamentos para tentar domesticamente tornar a água que consomem mais limpa. Segundo Sobrinho (2007 apud Hoyos 2007) desde épocas pré-colombianas na América, alguns índios do continente usavam "filtros" primitivos feitos de pedra porosa e de material originado de lava vulcânica, para separar os elementos sólidos da água que retiravam de poços, rios ou lagos.

Com o passar dos anos muitos métodos foram se desenvolvendo e se tornando mais elaborados como a filtração, adsorção por carvão ativado, ultrafiltração, Esterilização e a Destilação. Dentre esses métodos, a filtração e a esterilização são os mais presentes nas casas dos brasileiros. (BASTOS 2016)

A filtração é um método fácil, consiste na separação de um sólido de um líquido e pode ser feito com o auxílio de uma peneira, ou em casos mais avançados por um filtro composto por uma parede ou membrana composta por microporos, onde as partículas ficam retidas. "Essa operação visa obter como produto, o fluido introduzido em estado de maior pureza, ou seja, mais livres de eventuais poluentes" (SOBRINHO, 2007, p.24, apud DI BERNARDI, 1993).



Esse método é eficiente quando se trata uma água que está com partículas sólidas em suspensão, deixando a mesma com um aspecto cristalino, porém na filtração simples não tem como tornar extinta a presença de possíveis microrganismos que causam doenças e epidemias, como, por exemplo, os do grupo coliforme total.

Segundo Sobrinho (2007) para tratar esses micro-organismos um dos processos mais utilizados é a esterilização, que consiste na adição de hipoclorito de sódio na água que pode ser feito em grande ou pequena escala, promovendo a oxidação de qualquer matéria orgânica existente, e também à fervura da água pode matar esses microrganismos.

Ambos os métodos citados dependem um do outro para que a água se torne potável ao consumo humano, levando em consideração que filtração elimina as partículas sólidas, mas não elimina os agentes biológicos, e na esterilização e/ou fervura, os elementos biológicos são eliminados porém as partículas sólidas ainda continuam em suspensão.

A destilação se torna mais eficiente para o tratamento da água. A água é aquecida até atingir seu ponto de ebulição que ocorre a 100°C e o vapor é condensado e captado em um recipiente. De modo que apenas H<sub>2</sub>O é recuperada, e assim é possível obter água livre de contaminantes biológicos e também de partículas sólidas (SOBRINHO, 2007). A desvantagem desse processo de destilação é o alto gasto de energia para o aquecimento da água. O fogão solar pode ajudar a resolver esse problema e tornar o método sustentável.

Esse equipamento vem sendo utilizado com bastante frequência em países tropicais, Governantes de países da Ásia e África, vem incentivando a população a usar o fogão solar para diminuir o consumo de lenha e causar menor impacto ambiental, uma vez que a energia solar é abundante, limpa e ecologicamente correta (FILHO, 2016).

O uso do fogão solar também se torna viável no Brasil tendo em vista que durante um ano há uma média de 250 dias com sol. O sertão nordestino sempre sofre por conta das secas, ocasionando falta de água potável e fome devido à forte incidência do sol sobre as terras áridas. Souza (2014) afirma que o uso de fogões solares pode reverter ou amenizar essa situação possibilitando ao sertanejo uma melhor qualidade de vida.

"Aproveitando a energia que vem do sol, o fogão solar transforma a irradiação solar em calor para o preparo de alimentos, reduzindo o esforço do sertanejo na busca de lenha para o preparo de seu alimento e, ainda, contribuindo para a preservação da natureza, possibilitando o aumento da capacidade de remoção de dióxido de carbono da atmosfera e a redução das concentrações." (SOUZA, 2014, p.23).

O uso do fogão solar se torna bastante viável pois se 30% da população brasileira utilizasse o fogão solar, reduziria anualmente a extração de lenha para o cozimento de alimentos em 5.370.000 m<sup>3</sup>. (SOUZA, 2014).

### 3.7 CIÊNCIA, TECNOLOGIA, SOCIEDADE E MEIO AMBIENTE (CTSA)

De acordo com Penteado *et al* (2011) a sociedade vem se preocupando cada vez mais no que diz respeito a questões socioculturais, ambientais e a produção de conhecimento, tanto científico como o senso comum. Isso se dá devido ao retrato das batalhas travada pela preservação do meio ambiente, das relações sociais, das ciências e da tecnologia. O autor ainda afirma que o objetivo do estudo de CTS é abordar uma temática que englobe aspectos e temas sociais, tecnológicos e científicos.

A ligação tradicional existente entre a Ciência e Tecnologia (CT), tem um modelo que visa por sua vez busca desenvolver e produzir riquezas que por sua vez possibilitem um maior benefício da população. Dessa forma para que haja um acúmulo de conhecimento, basta aplicar o método científico acrescentado de um certo rigor de honestidade evitando assim fraudes e controvérsias. Na linha tradicional, a ciência preocupa-se apenas com a verdade não admitindo a interferência de valores sociais nem levando em consideração questões culturais. (Penteado *et al*, 2011)

Essa definição da relação entre Ciência e Tecnologia criou questionamentos que culminaram na criação do movimento Ciência, Tecnologia e Sociedade (CTS) que levaram a uma perspectiva crítica sobre os argumentos supracitados. Essas críticas foram feitas devido a medidas sócio-políticas que a abordagem CT não tinha. Sendo assim, os aspectos sociais, políticos, culturais e econômicos foram acrescentadas às discussões sobre conhecimentos científicos e tecnológicos.

Adiante, essa nova concepção foi adotada pela educação, através da formulação de propostas pedagógicas, pois “O movimento CTS se baseia na crítica da perspectiva C&T, buscando uma visão mais crítica sobre o contrato entre C&T e adicionando questões sociais, políticas, culturais e econômicas no debate acerca da ciência e das tecnologias” (CAMPOS, 2010, p. 29). A figura abaixo mostra o diagrama da abordagem CTS.

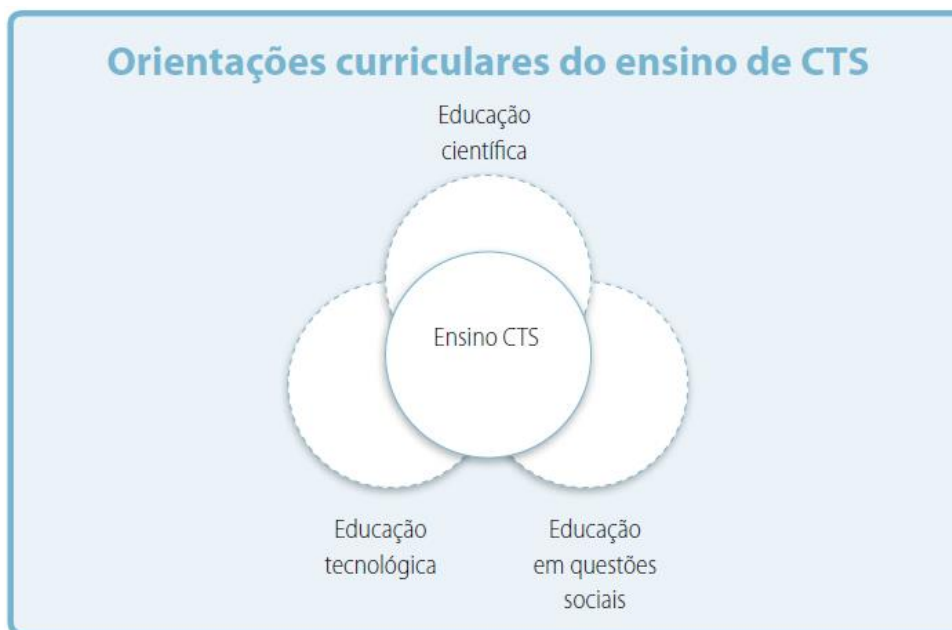


Figura 2: Interligação CTS. Fonte: (CAMPOS, 2010)

O debate em CTS estimula a reflexão sobre a produção e o uso dos conhecimentos científicos e tecnológicos aplicados na sociedade. Esses estudos devem ser seguidos de medidas práticas aplicadas em diversos campos de ação da sociedade principalmente nas escolas, através de incentivos e práticas pedagógicas envolvendo a abordagem CTS. (CAMPOS, 2010)

Problemas sociais como a crise ambiental tem sua base de discussão fundamentada nas questões CTS, pois essa abordagem pode ser trabalhada nos problemas ligados a população e aos recursos naturais. Isto é, problemas como a poluição, crise hídrica dentre outros, podem ser solucionados ou minimizados com debates e ações baseados em uma perspectiva CTS (CAMPOS, 2010).

O movimento CTSA no ensino de Ciências surgiu com o agravamento dos problemas ambientais e discussões sobre o seu papel na sociedade em uma reflexão crítica sobre as relações entre a ciência, tecnologia e sociedade. Alguns objetivos propostos, como por exemplo, o desenvolvimento da capacidade de tomar

decisões com ênfase nas questões ambientais promovendo uma educação ambiental (SANTOS, 2007 apud MONTEIRO, 2016), foram incorporados para o desenvolvimento de valores vinculados a interesses coletivos para a consciência de um compromisso social relacionada às necessidades humanas.

## 4 METODOLOGIA

### 4.1 CARACTERIZAÇÃO DO LOCAL DA PESQUISA

O trabalho aqui apresentado foi realizado no Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia *campus* João Pessoa, que é o mais antigo dos campi, ofertando atualmente 14 cursos superiores, 8 cursos técnicos integrados ao ensino médio, 6 cursos técnicos subsequentes ao ensino médio, duas pós-graduações *Latu sensu* e uma *Stricto sensu*. O campus oferta para a comunidade acadêmica uma ampla estrutura composta por biblioteca, laboratórios equipados, auditórios, salas de musculação, gabinete médico-odontológico, ginásios, salas de aulas e parque poliesportivos com piscina (IFPB, 2016). O IFPB *campus* João Pessoa está localizado na Av. Primeiro de Mario, 720, no bairro de Jaguaribe e tem como Diretor o Professor Neilor Cesar dos Santos. A pesquisa foi realizada com 29 discentes do 3º ano do Ensino Médio Técnico de Eletrotécnica.

### 4.2. SISTEMA PARA TRATAMENTO DE ÁGUA DA CHUVA.

Os materiais utilizados para a construção do sistema de purificação da água da chuva são listados na tabela 1. Para a construção do fogão solar foi utilizada uma antena parabólica, papel alumínio, garrada de alumínio e um termômetro digital Incoterm 6132, já para a construção do purificador, foi utilizado um balde com capacidade volumétrica de 8 litros, bacia, forma de pudim, fita adesiva e um prato de vidro.

Tabela 1: materiais utilizados no sistema de evaporação

Balde de 8 litros	Antena Parabólica
Bacia	Termômetro digital Incoterm 6132
Prato de vidro	Papel alumínio
Fita adesiva	Garrafa de alumínio de 250mL
Forma de pudim plástica	

### 4.3 PROCEDIMENTO METODOLÓGICO

A pesquisa foi desenvolvida em 5 etapas:

**Etapa 1.** A primeira consistiu em um estudo bibliográfico a respeito do tema levantado. Nessa etapa foi feito um levantamento de artigos, teses, dentre outros, sobre os processos de tratamento de água e reuso da água da chuva.

**Etapa 2.** A Segunda etapa consistiu na construção de um sistema para um possível tratamento da água da chuva utilizando os materiais listados na tabela 1. Nessa etapa foram realizados os seguintes procedimentos:

- Aquisição do material;
- Montagem do sistema;
- Testes para avaliar a funcionalidade do sistema para a produção de água limpa de impurezas a partir da água da chuva;

**Etapa 3.** A terceira etapa consistiu em uma sequência didática apresentada aos discentes da turma de 3º ano do ensino médio do curso de eletrotécnica do IFPB – João Pessoa, com um quantitativo de 29 alunos. A sequência didática explorou o tema Misturas: tipos e processos de separação correlacionando o mesmo com a problemática da escassez de água incentivando a turma a refletir sobre procedimentos possíveis para a minimização desta problemática. A sequência didática abordou as seguintes fases:

- Apresentação de um vídeo sobre a escassez de água no Brasil;
- Debate sobre a escassez de água;
- Conceito de substâncias simples e compostas;
- Conceito de misturas homogênea e heterogênea;
- Apresentação dos métodos de separação de misturas;
- Experimentação sobre separação de misturas homogêneas: solução de água, sal e corante alimentício;
- Apresentação do sistema para tratamento da água;
- Momento de conscientização e reflexões sobre importância da água;
- Momento de debate entre os alunos sobre tecnologias possíveis para a melhoria de processos de obtenção de água pura a partir de água da chuva;

**Etapa 4.** A quarta etapa consistiu em avaliar os resultados da sequência didática apresentada às turmas de terceiro ano e observar as reflexões dos alunos sobre os

processos de separação e usos dos conhecimentos específicos da área dos mesmos (eletrônica) para solucionar problemas de escassez de águas;

**Etapa 5.** A quinta etapa consistiu em avaliar o trabalho desenvolvido e apresentar conclusões acerca dos objetivos traçados e alcançados.

## 5. RESULTADOS E DISCUSSÃO

O projeto foi desenvolvido com bases nos momentos citados no tópico 4.3, procedimentos metodológicos. Com base na metodologia utilizada, a discussão foi dividida em dois momentos:

- Momento I: Análise dos dados após a construção do equipamento para tratamento da água da chuva. Etapas 1 e 2 do procedimento metodológico;
- Momento II: Análise da Sequência Didática (etapas 3 a 5 do procedimento metodológico).

### 5.1 MOMENTO I: ANÁLISE DOS DADOS APÓS A CONSTRUÇÃO DO EQUIPAMENTO PARA TRATAMENTO DA ÁGUA DA CHUVA.

Inicialmente, a ideia foi construir com materiais de baixo custo e de manuseio, um fogão solar normalmente utilizado para cocção de alimentos no interior do Nordeste. Em várias partes do interior da região muitas famílias não têm acesso ao gás de cozinha para utilizar nos fogões, e a alternativa encontrada é o desmatamento de matas ciliares para serem utilizadas nos fogões a lenha. Este equipamento vem substituindo os tradicionais fogões a lenha, utilizando apenas a luz solar para cozinhar alimentos.

O fogão solar consiste em um sistema parabólico revestido de material espelhado o qual reflete os raios solares para um ponto central localizado alguns centímetros acima da antena parabólica (em torno de 50cm). A função do fogão no planejamento realizado foi, portanto, fornecer calor para aquecer a água a uma temperatura próxima à de ebulição (acima de 90°C) de modo a esterilizar a mesma tornando-a própria para consumo humano. Partindo-se desta ideia, foi adquirida uma antena parabólica para a construção de um sistema piloto para estudos de aquecimento para esterilização da água. A parabólica utilizada e apresentada na Figura 3a foi revestida com papel alumínio e, em seu ponto focal, foi adaptado um recipiente de 250 ml com água de chuva acoplado no suporte da antena, como apresentado na figura 3b. Na tampa do recipiente foi colocado um termômetro para medir a temperatura da água como mostra a Figura 3c.



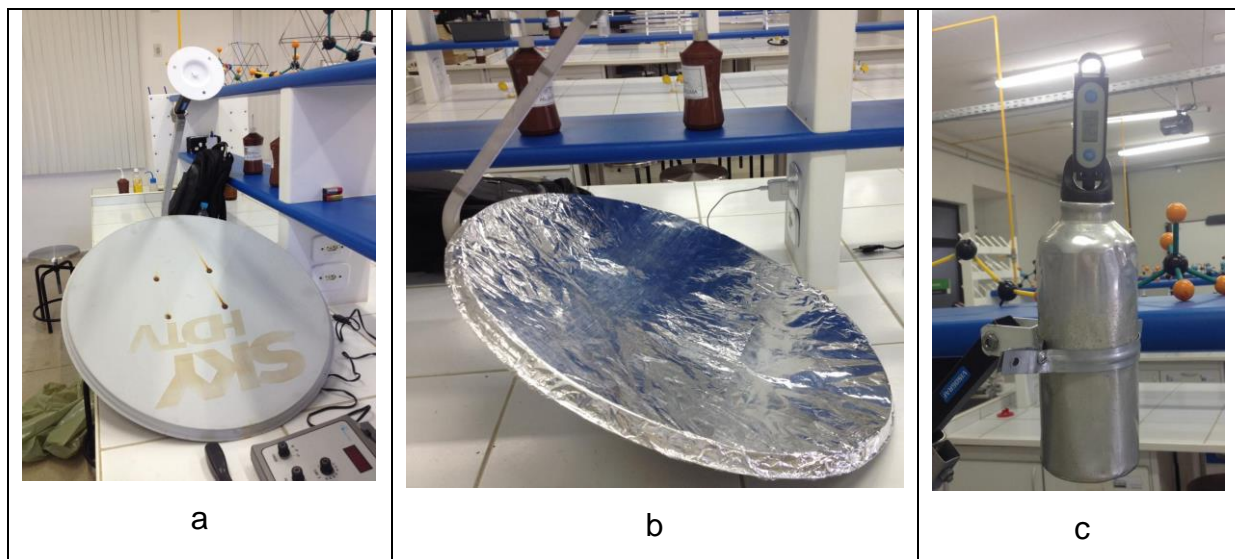


Figura 3. Construção do fogão solar: a antena parabólica (a) foi revestida com papel alumínio (b) e no suporte do sensor de sinais da antena foi adaptada uma garrafa de alumínio de 250 mL com termômetro digital (c) para registros da temperatura alcançada pela água da chuva presente dentro do recipiente. Fonte Própria

Os testes foram realizados em um período de cinco dias, utilizando a mesma quantidade de água, os resultados estão listados na tabela 2.

Tabela 2: Temperatura máxima atingida no equipamento.

Dia	Temperatura
1º dia	56º C
2º dia	40 º C
3º dia	47º C
4º dia	50º C
5º dia	48º C

Como pode ser observado da tabela, em nenhum momento a temperatura da água chegou a um nível que pudesse levar à ebulição da água de chuva e portanto, a sua esterilização. O fator essencial para que o processo não fosse efetivado é o fato de o sistema necessitar de um mecanismo de giro da parabólica acompanhando o movimento do sol durante o dia. Como o fogão é fixo, o aumento de temperatura a níveis elevados ficou comprometido. Esta experiência foi importante para avaliarmos novas estratégias, pois a intenção era desenvolver algo simples e de baixo custo. Assim, uma nova estratégia foi elaborada. Utilizar o calor

do próprio ambiente, independente da luz direta do sol, e coletar a água evaporada, sem necessariamente que a mesma alcance a ebulição. A água evaporada tem as mesmas propriedades da destilada com a diferença apenas de que o processo ocorre sem que se alcance a ebulição da água. Esta nova abordagem surgiu de uma observação de campo onde foi constatado que boa parte dos reservatórios de água perde seu volume devido à evaporação natural da água. Uma forma simples de observar esse fato é quando uma tampa de um reservatório é retirada e a parte interna está repleta de gotículas de água que evaporam e se condensam na mesma.

Partindo-se daí, foi elaborado um sistema com o objetivo de captar a água que é evaporada naturalmente, visto que é uma água limpa livre de partículas sólidas e microrganismos. Como apresentado na Figura 4, o equipamento foi construído utilizando-se um balde com capacidade de 8L e duas bacias para construir o sistema de captação. Para fechar o sistema foi utilizado um prato.



Figura 4: Equipamento em processo de montagem. Fonte própria.

A Figura 5 descreve como funciona o sistema. Os raios solares aquecem o equipamento e conseqüentemente o líquido dentro do mesmo. O líquido ao aquecer evapora e seu vapor é condensado no prato, escorrendo e ficando armazenado o reservatório.

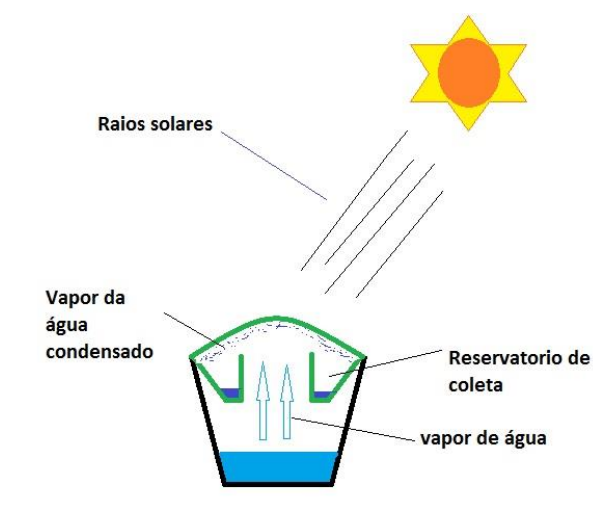


Figura 5: Esquema de funcionamento do sistema de purificação de água de chuva por coleta da água condensada após evaporação. Fonte própria.

O equipamento foi testado durante quatro dias, variando-se o volume de água de chuva adicionada ao sistema, como destaca a tabela 3.

Tabela 3. Dados obtidos em 4 dias de observação do sistema de coleta de água limpa por evaporação da água da chuva.

	Quantidade de água colocada no balde.	Quantidade de água coletada.
1º dia	2,0 L	28 ml
2º dia	2,5 L	32 ml
3º dia	3.0 L	30 ml
4º dia	3,5 L	31 ml

Apesar da variação de volume podemos constatar uma média de 30,25 ml de água coletada por dia apesar da variação do volume que foi colocado no balde. Vale ressaltar que nos dias em que foram realizados os testes o céu estava nublado diminuindo a capacidade de aquecimento do sistema e, desta forma, minimizando a coleta de água evaporada e condensada. Entretanto, este fato foi considerado algo positivo pois mostra que, para que o sistema funcione, não há necessidade da incidência direta da luz solar. Se realizarmos um cálculo aproximado, poderíamos deduzir que, se para um recipiente com 3L de água de chuva é possível coletar 30 mL de água limpa, um reservatório de 300L (uma caixa de água pequena) poderia fornecer 3L de água limpa obtida da chuva, de uma forma simples. Ao mesmo

tempo, pode-se observar que um aumento do volume de água de 2,0 para 3,5L, (aumento de 75%) não influenciou na quantidade de água produzida pois outro fator influente é a área da superfície da água adicionada ao sistema.

Após a análise desses dados foi aplicada a sequência didática. Para otimizar o sistema de modo a permitir uma melhor entrada de raios solares no interior e uma melhor observação do fenômeno de evaporação e condensação da água pelos alunos, foi trocado o prato de vedação que era de cor sólida (branco) por um incolor como apresentado na Figura 6.



Figura 6: mudança do prato de vedação para otimização do equipamento e melhoria de visibilidade dos fenômenos de evaporação e condensação. Fonte própria.

## 5.2 MOMENTO II: APLICAÇÃO DE SEQUÊNCIA DIDÁTICA PARA ENSINO DE QUÍMICA CONTEXTUALIZADO EXPLORANDO O TEMA MISTURAS E A PROBLEMÁTICA DO CONSUMO RESPONSÁVEL DE ÁGUA

A aplicação da sequência didática se iniciou com a exposição de um curto vídeo com pouco mais que três minutos intitulado “Por que Falta Água no Brasil?”. A Figura 7 apresenta uma sequência de informações que o vídeo apresenta, dentre algumas outras, que proporcionam ao aluno mergulhar na problemática da água utilizando-se um recurso simples da Tecnologia da Informação e Comunicação (TIC) e a Figura 8 apresenta o momento da observação do vídeo pela turma.

Como pode ser observado da Figura 7, a partir do questionamento sobre por que falta água no Brasil? são apresentadas informações sobre: a quantidade de

água doce no mundo (a); a estreita relação entre a vida e a presença de água (b); o ciclo da água (c); a importância dos biomas Floresta Amazônica para a distribuição de chuvas e do Cerrado para a formação de nascentes que formam os rios (d); o consumo de água em atividades normais como tomar banho (e); o consumo de água virtual, aquela gasta em atividades de produção (f) e a responsabilidade social (g).

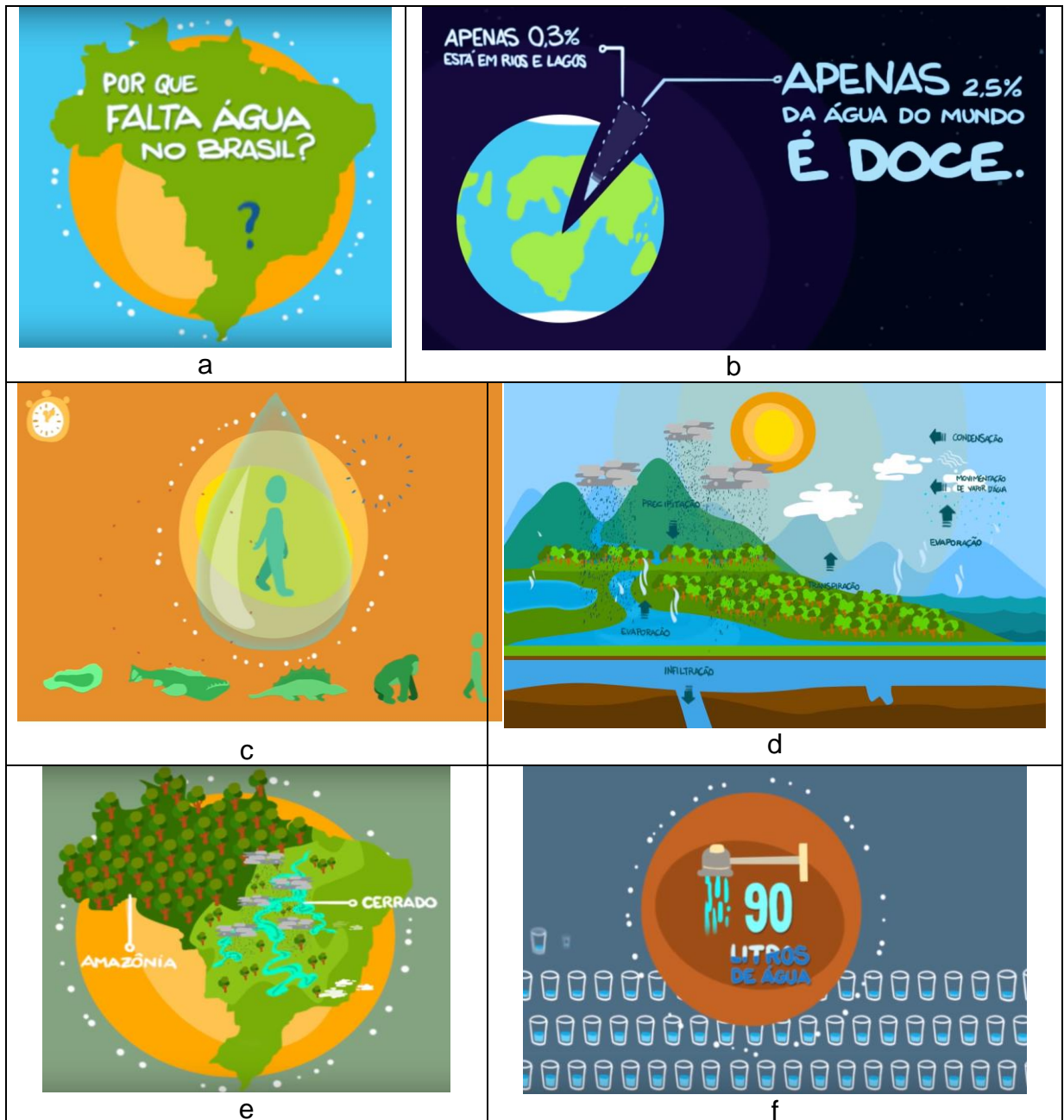




Figura 7. Informações apresentadas aos alunos através do vídeo “Por que Falta Água no Brasil?”.

Fonte: Fundação Grupo Boticário de Proteção à Natureza



Figura 8. Momento de projeção e avaliação do vídeo pela turma. Fonte Própria.

Após a apresentação do vídeo os alunos foram convidados a apresentar as ideias que mais lhes chamaram a atenção quanto à problemática do consumo de água trazidas no vídeo. Para esta atividade foi solicitado que os mesmos apresentassem até 10 palavras que representassem a mensagem transmitida pelo vídeo. Estas palavras foram ordenadas em frequência de citações sendo a mais citada considerada a mais importante e a menos citada a menos importante. A tabela 4 apresenta os resultados obtidos considerando-se as 5 palavras mais citadas. A Figura 9 apresenta o momento do início desta atividade.



Figura 9. Momento de reflexão da turma sobre a temática apresentada no vídeo. Fonte: Própria Tabela 4. Resultado das atividades relativas à problematização do uso responsável da água com recursos de TICs. São apresentadas as 5 palavras mais citadas. Fonte: Própria

Ordem	Palavras	Frequência
1	Evaporação	6
2	Reserva	6
3	Água doce	5
4	Lençol Freático	5
5	Desmatamento	4

É interessante observar que a palavra evaporação foi uma das mais citadas ao lado de reserva. É importante informar o contexto no qual a palavra reserva aparece, pois, a mesma pode ter diversos significados. A Figura 10 apresenta as palavras elencadas por um dos alunos e em seguida a interpretação que o mesmo apresenta para as suas ideias.

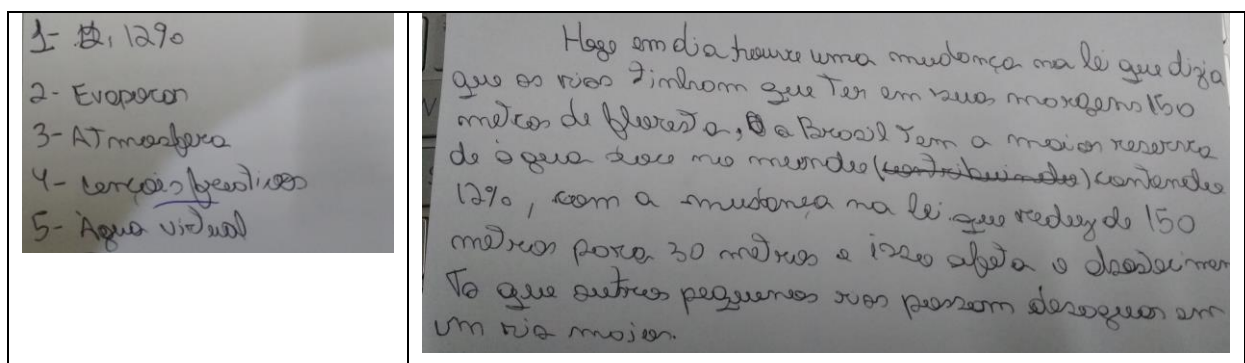


Figura 10. Palavras elencadas por um dos alunos participantes das atividades didáticas iniciais e sua interpretação sobre as mesmas. Fonte: Própria

Segundo o aluno:

*Hoje em dia trouxe uma mudança na lei que dizia que os rios tinham que ter em suas margens 150 metros de floresta. O Brasil tem a maior reserva de água doce no mundo contendo 12%, com a mudança na lei que reduz de 150 metros para 30 metros e isso afeta o abastecimento que outros pequenos rios possam desaguar em um rio maior.*

Como pode ser observado do texto do aluno, a palavra reserva se refere a reserva de águas doces e não reservas florestais, por exemplo. Um fato muito importante do discurso do referido aluno é a associação direta dos problemas observados na Natureza com políticas públicas. Para o aluno, a mudança na legislação foi negativa pois pode minimizar a possibilidade de pequenos rios formarem rios maiores. Segundo os PCNEM (Brasil, 2006a apud Tomaz e colaboradores, 2019):

“A aprendizagem só se torna efetiva quando o aluno percebe a importância do conteúdo estudado para a sua vida. No que diz respeito à aprendizagem de Química, é necessário que o aluno compreenda os processos químicos, bem como a relação dos mesmos com o seu meio cultural e natural e as implicações ambientais, sociais, econômicas, ético-políticas, científicas e tecnológicas.”

A Figura 11 apresenta a compreensão de um segundo aluno sobre as ideias apresentadas no vídeo. O texto deixa claro a compreensão exata dos fenômenos ambientais e físico-químicos apresentados à turma. Em seu texto são apresentadas informações de cunho ambiental como “As reservas de água doce no mundo são de aproximadamente 12% da água disponível no Brasil” e de processos físico-químicos como “A água passa por um processo onde os raios de sol contribuem para a evaporação da água que, ao chegar ao céu, se condensa em nuvens. Destas nuvens saem as chuvas que ao chegar nas florestas são absorvidas pelas árvores



que auxiliam a água a atingir o solo. Através disto a água chega aos lençóis freáticos”. Em suas palavras são apresentadas preocupação com a preservação das florestas indicando uma correlação direta entre proteção da vegetação para produção e distribuição de águas pelo planeta. Além disso, ele apresenta a necessidade de valorização da água como um recurso valioso para a produção de bens para a sociedade.

As respostas apresentadas pelos alunos da turma foram da mesma natureza, indicando uma compreensão adequada da problemática do uso responsável da água pela sociedade e da importância de políticas públicas que protejam a Natureza.

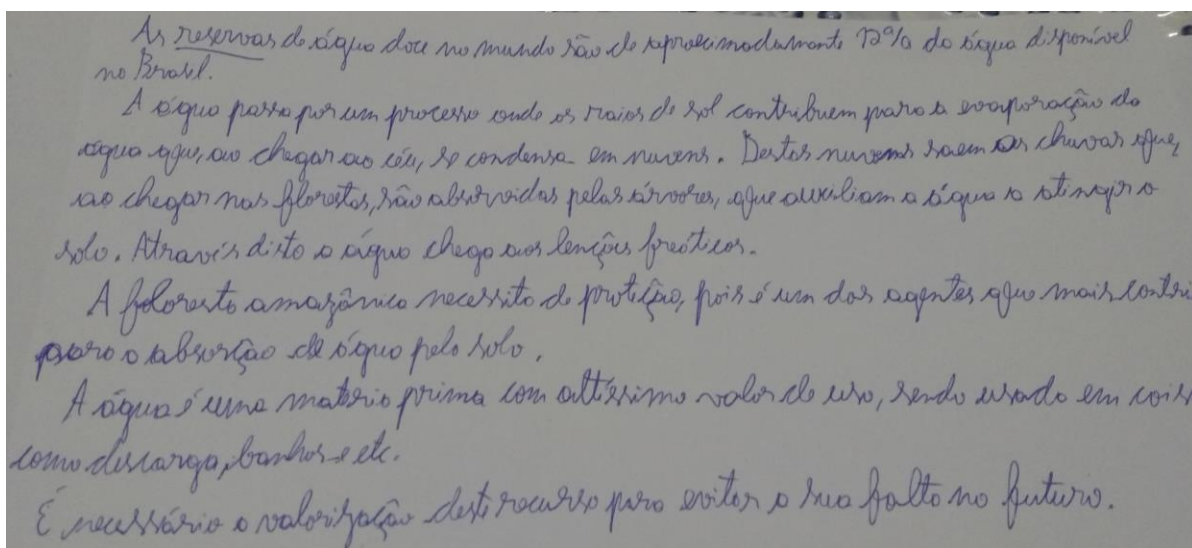


Figura 11. Informações apresentadas por um aluno a partir do vídeo apresentado. Fonte: Própria.

Após estas atividades, e com os alunos percebendo a importância da evaporação para a distribuição de águas pelo planeta, foi apresentada uma aula prática sobre misturas e processos de separação visto que a teoria sobre o conteúdo já havia sido apresentada em aulas anteriores. Para esta atividade a turma foi levada ao laboratório para observar um processo de separação de uma mistura homogênea formada de sal, corante alimentício azul anil e água através de um sistema de destilação simples (Figura 12).

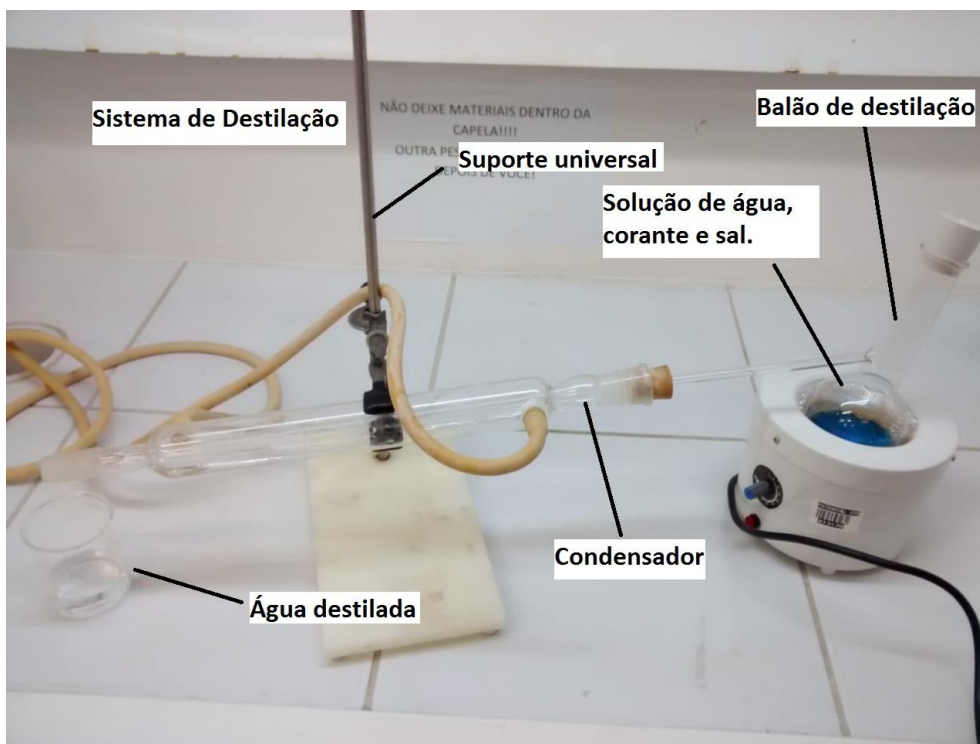


Figura 12. Sistema de destilação simples utilizado para demonstração de um processo de separação de misturas homogêneas.

Neste momento, a turma foi questionada sobre o que ocorreria com aquela solução quando ela fosse aquecida no balão de destilação e fosse liquefeita no condensador do sistema. A resposta mais comum foi:

Aluno: - *Ah, professor, como é um líquido, vai sair azul do outro lado.*

Quando um dos alunos falou que ia sair água do outro lado porque os solutos eram sólidos, a turma começou a refazer as suas colocações e iniciaram a debater em grupo. Após discussão, todos chegaram à conclusão que sim, que a água sairia límpida do outro lado. Após esta resposta os alunos foram questionados por que a água sairia límpida. Um dos alunos respondeu

- *Porque os pontos de ebulição são diferentes entre a água e os outros solutos.*

A turma concordou com a resposta que, obviamente, estava correta. Passou-se assim a se observar o processo de destilação e os alunos observaram a condensação da água límpida nas paredes do condensador. A turma ficou

entusiasmada com o fenômeno que nunca haviam observado. Segundo Giordan (1999):

“A elaboração do conhecimento científico apresenta-se dependente de uma abordagem experimental, não tanto pelos temas de seu objeto de estudo, os fenômenos naturais, mas fundamentalmente porque a organização desse conhecimento ocorre preferencialmente nos entremeios da investigação. Tomar a experimentação como parte de um processo pleno de investigação é uma necessidade, reconhecida entre aqueles que pensam e fazem o ensino de ciências, pois a formação do pensamento e das atitudes do sujeito deve se dar preferencialmente nos entremeios de atividades investigativas.”

Realizada a atividade experimental, o evaporador construído para obtenção de água destilada a partir de água da chuva foi apresentado (Figura 13). O instrumento que havia sido deixado com água de chuva no dia anterior já apresentava água condensada no compartimento de coleta e era possível observar a condensação no prato transparente superior. O sistema foi aberto para que a turma observasse seu funcionamento. Realizada esta atividade, foi solicitado que a turma se reunisse em grupos e propusesse, com os conhecimentos que eles possuíam, eletrônicos ou não, uma estratégia para otimizar o evaporador elaborado durante a pesquisa.



Figura 13. Momento de observação do sistema de evaporação pela turma. Fonte: Própria

Os alunos rapidamente se reuniram em grupos e apresentaram suas ideias. A Figura 14 apresenta uma das ideias da turma, apresentada pelo grupo E.

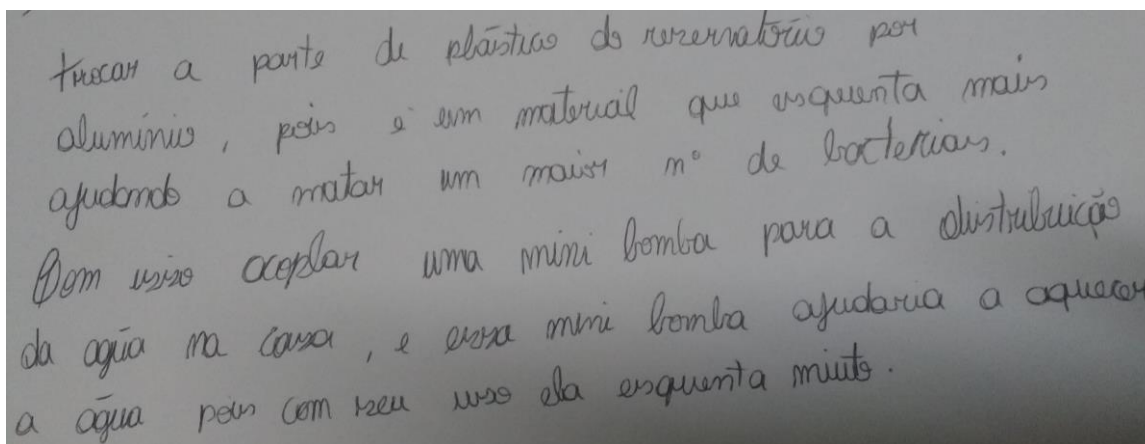


Figura 14. Projeto para melhoria do sistema de evaporação de água de chuva. Fonte: Própria

Para o grupo E, trocar os materiais plásticos do reservatório por alumínio seria importante pois, “é um material que esquenta mais ajudando a matar um maior nº de bactérias”. Também, “utilizar minibombas para a distribuição da água na casa, e essa minibomba ajudaria a esquentar a água pois com seu uso ela esquenta muito.” É muito importante observar aqui a interdisciplinaridade associada à sequência didática empregada. Os alunos discutem sobre meio ambiente e preservação, sobre biologia quando discutem sobre microrganismos da água e como eliminá-los, compreendem os processos físico-químicos úteis na purificação da água, como uso de raios solares e aumento de temperatura e aplicam os conhecimentos técnicos assimilados em seu curso de eletrotécnica para melhoria de sistemas de purificação de água. Esta é a essência da abordagem CTSA, utilizada pelos alunos de modo natural, devido à forma como a sequência didática foi pensada e aplicada. Segundo Santos e Schnetzler (2000) e Silva e Andrade (2003) apud Zuin (2009):

“A inclusão de temas relativos às questões científicas, tecnológicas, sociais e ambientais (enfoque CTSA) no conteúdo programático do Ensino Fundamental e Médio pode colaborar sobremaneira para o desenvolvimento de conceitos químicos, pedagógicos e das condições e habilidades básicas concernentes à cidadania (Santos e Schnetzler, 2000; Silva e Andrade, 2003).”

Outras ideias foram apresentadas para melhoria do sistema como, por exemplo, o uso de placas solares para aquecimento e melhoraria do sistema de evaporação, como propôs o grupo A (Figura 15).

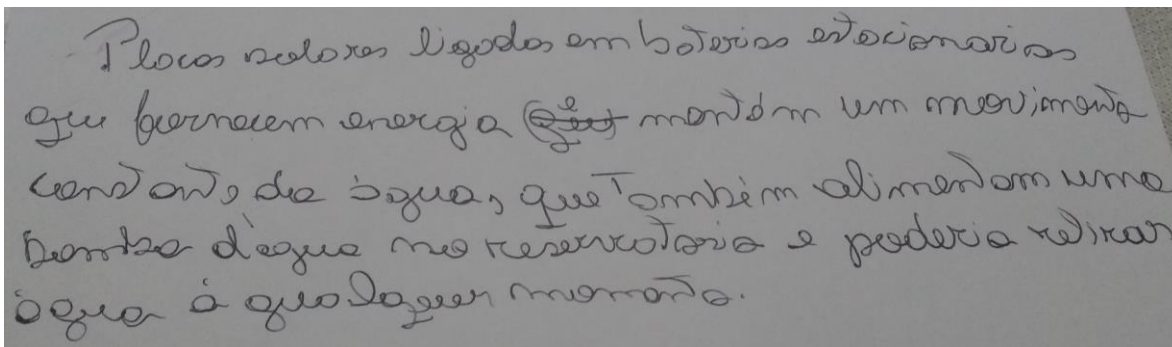


Figura 15. Proposta do grupo A para o sistema de evaporação de águas de chuva. Fonte: Própria

Os alunos pensaram em um sistema de placas solares formando baterias estacionárias que fornecem energia ao sistema (para evaporar a água) e manter a movimentação contínua da água (o que facilitaria a evaporação). Uma bomba retiraria a água condensada no sistema.

Estas e outras ideias foram apresentadas pela turma construindo assim, um momento de debate com enriquecimento de conhecimentos e melhoria da linguagem científica de forma contextualizada e interdisciplinar.

Neste sentido, pode-se constatar que a sequência didática apresentada com uso de TICs, aulas expositivas dialogadas, experimentais, contextualizadas e interdisciplinares foi efetiva no desenvolvimento de debates sobre o uso de um sistema de evaporação para a obtenção de água pura a partir da água de chuvas. Com o sistema, foi possível permitir que alunos de uma turma de terceiro ano do ensino técnico em eletrônica pudessem refletir, debater e propor novos sistemas para produção de água pura a partir da água de chuvas.

## CONSIDERAÇÕES FINAIS

Uma turma de 3º ano de um curso técnico em eletrônica de uma escola pública realizou o estudo do conteúdo Misturas: Tipos e Processos de Separação de uma forma não convencional. Através do uso de uma sequência didática onde um purificador de água de chuva sustentável, desenvolvido neste trabalho, foi o objeto de estudo, os alunos tiveram contato com diversos recursos didáticos que os levaram a refletir e discutir, não apenas sobre a composição dos materiais a sua volta, mas também, sobre a importância do meio ambiente e da responsabilidade social de todos. A sequência didática que consistiu no uso de TICs com a utilização de vídeo educativo sobre a importância da água, na utilização de recursos de laboratório para a destilação simples de uma mistura homogênea, na apresentação de um purificador de água de chuvas sustentável que utiliza apenas o calor do sol para evaporar e condensar água e debates sobre como os alunos poderiam melhorar o sistema com seus próprios conhecimentos, mostrou-se uma ferramenta motivadora para o ensino do conteúdo de Química selecionado, através de uma abordagem CTSA de forma interdisciplinar, contextualizada, lúdica e motivadora.

Neste sentido, pode-se afirmar que o trabalho desenvolvido foi eficaz na formação cidadã dos alunos, tornando-os capazes de perceber que o desenvolvimento humano se faz com pensamento crítico, debates e respeito às novas ideias, ao ser humano e ao ambiente em que vivemos.

## REFERÊNCIAS

AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS (ANA). **Atlas Brasil: abastecimento urbano de água: panorama nacional**. Brasília: ANA, ENGECORPS/COBRAPE, v. 1, 2010.

IBGE, IBDEGE. Atlas de saneamento 2011. **Rio de Janeiro: IBGE**, 2011.

BASTOS, Fernanda Pereira. **Tratamento de água de chuva através de filtração lenta e desinfecção UV**. 2016. Dissertação de Mestrado. Programa de Pós-Graduação em Engenharia Ambiental.

BRASIL. Ministério da Educação. Secretaria de Educação Básica. **Orientações curriculares para o ensino médio – ciências da natureza, matemática e suas tecnologias**. 2006a. Disponível em [http://portal.mec.gov.br/seb/arquivos/pdf/book\\_volume\\_02\\_internet.pdf](http://portal.mec.gov.br/seb/arquivos/pdf/book_volume_02_internet.pdf), acessado em agosto de 2019.

BRASIL. Portaria nº 2914 de 12 de dezembro de 2011. Brasília: Ministério da Saúde, 2011.

BRITO, LT de L.; DE MOURA, M. S. B.; GAMA, G. F. B. **Potencialidades da água de chuva no Semi-árido brasileiro**. Petrolina: Embrapa Semi-Árido, 2007., 2007.

CAMPOS, F. R. G. **Ciência, Tecnologia e Sociedade**. 1ª. ed. Florianópolis: IF-SC, v. Único, 2010.

DA SILVA, D. G. **Sistema sustentável de destilação: educação e conscientização sobre reuso de águas**. 2018.

DE LUCCA, Lourenço et al. **Controle de qualidade do hipoclorito de sódio no processo de produção**. 2006.

DI BERNARDO, Luiz; DANTAS, Angela Di Bernardo. **Métodos e técnicas de tratamento de água**. Rio de Janeiro: Abes, 1993.

FILHO, E. D. S. Fogão e Cozinha Solar - Sustentabilidade na cocção de alimentos para um país tropical. **Portal Eco Hospedagem**, 2016. Disponível em: <<https://ecohospedagem.com/fogao-e-cozinha-solar-como-funcionam/>> Acesso em: 11 de Abr. de 2018.

FUNDAÇÃO GRUPO BOTICÁRIO DE PROTEÇÃO À NATUREZA. Por que falta água no Brasil? Vídeo educativo. Disponível em: [https://www.youtube.com/watch?v=DxvHMilNM\\_Q](https://www.youtube.com/watch?v=DxvHMilNM_Q). Acesso em 15 de agosto de 2019

GIORDAN, M. **Experimentação e Ensino de Ciências**. Química Nova na Escola. N° 10. Novembro de 1999.

GEOPLANETAMUNDO. Polígono das secas. A seca no Sertão Nordestino. Disponível em <https://www.geoplanetamundo.blogspot.com/search?q=SECAS>. Acesso em 16 de agosto de 2019.

GOVERNADO DO ESTADO DA PARAÍBA. <http://progestao.ana.gov.br/>. **Progestão Agência Nacional de Água**, 2013. Disponível em: <[http://progestao.ana.gov.br/portal/progestao/panorama-dos-estados/pb/lei-no-6-308-96\\_pb.pdf](http://progestao.ana.gov.br/portal/progestao/panorama-dos-estados/pb/lei-no-6-308-96_pb.pdf)>. Acesso em: 3 outubro 2018.

HOYOS, R. **Progreso de la filtración casera en America Latina. Água Latinoamericana**. Acesso em 12 de janeiro de 2018.

MONTEIRO, E. D. N. **Sequência Didática, com Abordagem CTSA, para o Estudo das Funções Orgânicas**. Dissertação de mestrado. Disponível em <https://app.uff.br/riuff/bitstream/1/4774/1/Dissertacao%20Ejane.pdf>. Acesso em 16 de agosto de 2019.

MORAIS, M. C. **Laboratório Clínico - Prática e Teoria**. 1ª. ed. Rio Verde: Fdigital, v. Único, 2013.

ORGANISATION FOR ECONOMIC CO-OPERATION AND DEVELOPMENT. **Governança dos Recursos Hídricos no Brasil**. OECD Publishing, 2015.

OLIVEIRA, M. L. D. **Disponibilidade dos Recursos Hídricos do Município de Jaracá-PB**. Guarabira: UEPB, 2011.

REBOUÇAS, Aldo da C. Água no Brasil: abundância, desperdício e escassez. **Bahia análise & dados**, v. 13, p. 341-345, 2003.

PENTEADO, R. D. F. S.; CARVALHO, H. G. D.; STRAUHS, F. D. R. **Ciência, Tecnologia e Sociedade: uma revisão teórico-empírica**. FAFIT-FACIC, São Paulo, v. 2, n. 1, p. 35-43, junho 2011.

PIRES, Ana Paula Novais; FERREIRA, Idelvone Mendes. Cercas e secas: reflexões sobre a água no nordeste semi-árido. **Proceedings of XIII Jornada do Trabalho Proceedings of XIII Jornada do Trabalho**, 2012.

SANTOS, W. L. P. dos; SCHNETZLER, R. P. **Educação em Química: compromisso com a cidadania**. 2 ed. Ijuí. Unijuí. 2000.

SILVA, Antonio Carlos Ribeiro da. **Metodologia da pesquisa aplicada à contabilidade - orientações de estudos, projetos, artigos, relatórios, monografias, dissertações, teses**. São Paulo: Atlas, 2003.

SILVA, D. B. D. **Avaliação do potencial de aproveitamento de água de refrigeração de um destilador de água laboratorial**. Mossoró-RN: UFERSA, 2014.

SILVEIRA, S. M. B.; FOLADORI, G. **Nanotecnologia e água no Brasil**. *Acta Scientiarum*. Human and Social Sciences, Maringá, v. 38, n. 2, p. 153-161, July-Dec 2016. ISSN 1679-7361.



SOBRINHO, Carlos Roberto Weber. **Avaliação de Sistemas de Filtração Utilizados como Purificadores de Água.** 2007. Monografia. Universidade Federal de Pernambuco.

SOUZA, Ricardo Fernandes de. **Viabilidade de uso de um fogão solar para cocção de alimentos com parábola refletora fabricada em compósito que utiliza fibras de Carnaúba e resina Ortoftálica.** 2014. Dissertação de Mestrado. Universidade Federal do Rio Grande do Norte.

TOMAZ, A. R.; NOVAES, S.M.; MACHADO, G.S.; CRISPIM, C.V.; MASSENA, E.P. **O Método de Estudo de Caso Como Alternativa para o Ensino de Química: Um Olhar para o Ensino Médio Noturno.** Química Nova na Escola. São Paulo – SP. Vol. 41. N° 2. Maio de 2019.

UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA (UFSC). **Atlas Brasileiro De Desastres Naturais 1991 A 2010:** Volume Paraíba. Florianópolis: CEPED UFSC, 2011.

ZUIN, V.G; LORIATTI, M. C. e MATHEUS, C. E. **O Emprego de Parâmetros Físicos e Químicos para a Avaliação da Qualidade de Águas Naturais: Uma Proposta para a Educação Química e Ambiental na Perspectiva CTSA.** Química Nova na Escola. São Paulo – SP. Vol. 31. N° 1. Fevereiro de 2009.