

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

DANIEL GABRIEL DA SILVA

**SISTEMA SUSTENTÁVEL DE DESTILAÇÃO:  
EDUCAÇÃO E CONSCIENTIZAÇÃO SOBRE REUSO DE ÁGUAS**

**João Pessoa – PB**

**Fevereiro de 2018**

DANIEL GABRIEL DA SILVA

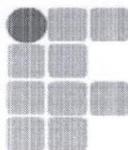
**SISTEMA SUSTENTÁVEL DE DESTILAÇÃO:  
EDUCAÇÃO E CONSCIENTIZAÇÃO SOBRE REUSO DE ÁGUAS**

Monografia submetida à Coordenação do Curso 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: Sergio Ricardo Bezerra dos Santos.

**João Pessoa – PB**

**Fevereiro de 2018**



**INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO CIÊNCIA E TECNOLOGIA-  
PARAIBA**

**UNIDADE ACADÊMICA DE FORMAÇÃO GERAL E DOCENTE**

**Curso de Licenciatura em Química**

ATA DE EXAME DE MONOGRAFIA

Ao nono dia do mês de fevereiro de dois mil e dezoito, às nove horas, instalou-se na sala de vídeo da Biblioteca Nilo Peçanha do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia da Paraíba – IFPB, onde realizou-se o Exame de Monografia do aluno: **Daniel Gabriel da Silva** matrícula: **20141440303**, do curso Superior de Licenciatura em Química do IFPB, que apresentou o projeto de Monografia intitulado “**SISTEMA SUSTENTÁVEL DE DESTILAÇÃO: EDUCAÇÃO E CONSCIENTIZAÇÃO SOBRE REUSO DE ÁGUAS**”. O projeto apresentado pelo discente foi considerado APROVADO pela Banca Examinadora, composta pelos professores

Prof. Dr. Sergio Ricardo Bezerra dos Santos orientador	
Prof. Dr. Francisco Emanuel Ferreira de Almeida avaliador	
Prof. Dr. Gesivaldo Jesus Alves de Figueiredo avaliador	
Daniel Gabriel da Silva discente	

João Pessoa, 09 de fevereiro de 2018

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação – CIP  
Biblioteca Nilo Peçanha – IFPB, *campus* João Pessoa

S586s	<p>Silva, Daniel Gabriel da. Sistema sustentável de destilação: educação e conscientização sobre reuso de águas / Daniel Gabriel da Silva. – 2018. 87 f.: il.</p> <p>TCC (Licenciatura em Química) – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia da Paraíba – Coordenação de Química, 2018.</p> <p>Orientador: Sérgio Ricardo Bezerra dos Santos.</p> <p>1. Destilação da água. 2. Tratamento de água. 3. Reuso de água. I. Título.</p> <p>CDU 628.165</p>
-------	--

Thiago de Lima Silva  
Bibliotecário-Documentalista  
CRB-15/524

*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 á transformação  
do mundo.*

*Letícia T.S Parente*

## AGRADECIMENTOS

Primeiramente, agradeço a Deus que até hoje vem me guardando na minha jornada por esse “mundão”, pois Ele sim é o único sentido da vida e de tudo que existe na vastidão do cosmos. Com sua grande sabedoria fez tudo que existe na sua mais perfeita beleza, de uma simples partícula até as colossais galáxias, do conhecido até o desconhecido. A Ti, meus mais sinceros agradecimentos.

Aos meus amados pais, Marleide Gabriel da Silva e Elias Francisco da Silva, que sempre que puderam me ensinaram as atitudes mais corretas a ser feitas, me educando com simples diálogos á atitudes que exigiam uma performance mais intensa. Que sempre me apoiam e incentivam a continuar estudando e a correr atrás dos meus sonhos. Mesmo com tantas dificuldades encontradas na estrada da vida, não deixaram de tentar dar o melhor para mim e para meu irmão. Pai, mãe...Se não fosse pela a educação que me deram e as orientações adequadas, talvez não estivesse chegado até aqui.

Ao meu querido e amado irmão, José Diego Gabriel da Silva (Vida), que sempre foi minha coluna de sustentação. Sempre me ensinando sobre a vida, sobre física, química, farmácia... Sobre o que é família, sobre o que é amor, cuidou de mim do jeito que nenhuma outra pessoa poderia cuidar. Você foi meu primeiro professor. Obrigado, irmão. Meus profundos agradecimentos a sua esposa, Luciana Araújo Gabriel da Silva, que sempre tentou fazer o melhor para ele e aos que estão seu redor, obrigado por sempre me acolher bem em seu lar.

Meus agradecimentos aos meus tios, Dulcelene e Maurício, que me acolheram de braços abertos em sua casa e com muita sinceridade me fizeram parte dali. Obrigado também por todo apoio e incentivo que tive todo esse tempo que estive com vocês. Meu grande obrigado aos meus primos que muitas vezes foram irmãos, Bruno Gabriel, Amanda Gabriel e Camila Gabriel e aos seus respectivos cônjuges, Meire Ellen, Júlio César e Hugo Marques nos quais sempre deram palavras de estímulos para continuar nos estudos.

Meu agradecimento especial aos meus amigos, Joselito Júnior, Bruno Vasconcelos e Lucas Caetano que com o tempo passaram a ser mais que amigos, com o tempo o elo de amizade foi sendo construído e se tornando mais forte a cada período, deixando de ser apenas um grupo de uma rede social para se tornar o que é hoje. Não precisamos estarmos sempre juntos para o respeito, o carinho, a admiração, o companheirismo esteja entre nós, que essa amizade perpetue pelo tempo. Obrigado por tudo, pessoal.

À Joedna Sabino (Nina) e Isabele Francelino (Isinha) que muitas das vezes foram mais que amigas, foram pessoas que estiveram ao meu lado nos melhores e piores momentos. Sem vocês seria muito mais difícil ter “sobrevivido” a essa luta. Meninas, obrigado por vocês serem quem são. Obrigado por cada momento juntos.

A Carlos Alberto e a Márcio Jean que se tornaram grandes amigos. Ao amigo Emerson que tenho muito carinho e admiração e que iniciou o curso comigo e que me ajudou como pode durante o curso. À Mayzza Márcia que sempre me ajudou como pode e que em tão pouco tempo se tornou uma pessoa tão especial. Obrigado por acreditar em mim! E aos amigos: André Barbosa, Eliel Júnior, Bruno Enedino, Taiane Brito, Geniellen Paiva, Márcio Gomes, Marconi Júnior, Andrei Veríssimo, Diego Gomes e a todos os colegas do PET Química. À Luciana Suzi que contribuiu bastante cedendo um de suas aulas no estágio para a aplicação da pesquisa.

Ao meu orientador Dr. Sérgio Ricardo Bezerra dos Santos que com muita paciência me mostrou a pesquisa e que me deu suporte e me ensinou mesmo que diretamente ou indiretamente o valor da pesquisa. Minha sincera gratidão por tudo. Terminei essa pesquisa totalmente diferente de quando comecei. O senhor possibilitou a abertura de novos horizontes. MUITO OBRIGADO!

Ao Jason Silva, técnico do laboratório de química, que em todo período da pesquisa me ajudou desde da montagem do sistema a interpretação de dados. Obrigado por sua generosidade, Jason! Meus agradecimentos à técnica do laboratório, Janainy Geisa, que também sempre agiu com generosidade e atenção quando precisei de espaço no laboratório.

Aos professores Carlos Alberto Oliveira e Jailson Machado, que tenho grande admiração e respeito, que me cederam a oportunidade de ser monitor das disciplinas Inorgânica I e Inorgânica II, respectivamente.

Ao professor Dr. Gesivaldo Jesus que permitiu minha participação no *Programa Internacional Despertando Vocações para as Licenciaturas (PDVL)* e a minha gratidão eterna à sua esposa, professora Dr. Alessandra Marcone que me orientou em um dos subgrupos do PDVL e que possibilitou uma grande experiência com escrita de artigos.

Ao professor Ms. Jorge Gonçalo Fernandez Lorenzo que me aceitou no *Programa Institucional de Bolsas de Iniciação à Docência (PIBID)* e ao professor Dr. Francisco Emanuel Ferreira de Almeida por ter me aceito como voluntário no *Programa Institucional de Bolsas de Iniciação em Desenvolvimento Tecnológico e Inovação (PIBIT)* e por sua excepcional aula.

À coordenadora do Curso de Licenciatura em Química, professora Ms. Suely Oliveira Carneiro, que tanto ajudou e ainda continua ajudando os seus discentes, e me suportou nesse tempo de curso. OBRIGADO!

Ao Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia da Paraíba (IFPB) Campus João Pessoa pela oportunidade pelo ambiente agradável e criativo que proporciona. Agradeço ao professor e diretor geral Neilor Cesar dos Santos e a todos os funcionários terceirizados pelo apoio prestado.

E por fim, agradeço a todos os professores que se esforçaram para dar um ensino de qualidade e aos que participaram diretamente e indiretamente dessa jornada.

## RESUMO

A água é um recurso natural indispensável para a vida no planeta Terra e que possui grande relevância para os setores econômicos, ambientais e sociais. Ela é fundamental para a sobrevivência do Homem e dos ecossistemas no nosso planeta. Considerando-se que a região nordeste é a que mais sofre com as questões que envolvem os recursos hídricos, o presente trabalho surgiu da inquietação com o desperdício de água no laboratório de química. Diante das atividades corriqueiras laboratoriais foi verificado que um dos equipamentos que mais desperdiçam água é o destilador de água SL-71/5 e o sistema de destilação simples utilizado em aulas de Química sobre processos de separação. Assim, diante da importância da água para a humanidade e buscando minimizar o gasto de água, e conseqüentemente, economizar custos dentro da instituição, este trabalho propõe a conscientização da comunidade acadêmica e a criação de dois sistemas de destilação com reuso de água de refrigeração. Um para o destilador de água SL-71/5 e outro para um sistema de destilação simples de uso laboratorial do Instituto Federal De Educação, Ciência e Tecnologia da Paraíba (IFPB) – *Campus* João pessoa. A água potável da torneira utilizada na refrigeração dos destiladores e que normalmente é direcionada para o esgoto foi redirecionada para recipientes adequados onde foi condicionada para ser utilizada no processo de destilação sem necessidade de tratamento. Com o objetivo de conscientizar a comunidade acadêmica uma turma do 2ª ano do ensino médio do curso de Mecânica que já havia estudado processos de separação nas aulas de Química foi selecionada para uma aula educativa utilizando os sistemas sustentável de armazenamento e resfriamento do efluente utilizado nos dois processos de destilação. O sistema sustentável de reuso de água de refrigeração do destilador SL-71/5 se mostrou adequado para a produção de água destilada em pequena escala, suficiente para atender as necessidades do laboratório de Química do IFPB Campus João Pessoa. Foi importante observar também que uma bomba mais potente que produza uma maior pressão manométrica pode otimizar a produção do sistema. A avaliação dos conhecimentos dos alunos de graduação sobre a abordagem CTS (Ciência,

tecnologia e sociedade) indica que o conceito ainda é frágil e ações no sentido de educar os alunos para compreender a importância da construção de conhecimentos e tecnologias que realmente sejam importantes para a sociedade devem ser pensadas. As aulas de educação e conscientização dos alunos de nível médio por uso de um modelo pedagógico de um sistema de destilação simples com reuso de água de refrigeração foi exitoso. O sistema de destilação simples é pequeno e pode ser montado e desmontado facilmente. Outro ponto positivo é o seu tamanho reduzido que proporciona ao usuário a fácil disposição espacial.

Palavra-chave: Água. Sistema de Destilação sustentável. Conscientização. Ciência, Tecnologia e Sociedade.

## ABSTRACT

Water is an indispensable natural resource for life on planet Earth and has great relevance for the economic, environmental and social sectors. It is fundamental to the survival of man and ecosystems on our planet. Considering that the northeastern region suffers most from issues involving water resources, the present work arose from the restlessness of water waste in the chemistry laboratory. In the face of routine laboratory activities it was found that one of the most water-wasting equipment is SL-71/5 water distiller and the simple distillation system used in Chemistry classes on separation processes. Thus, in view of the importance of water for mankind and seeking to minimize water consumption and, consequently, to save costs within the institution, this work proposes to raise the awareness of the academic community and the creation of two distillation systems with reuse of cooling water. One for the SL-71/5 water distiller and another for a simple distillation system for laboratory use of the Federal Institute of Education, Science and Technology of Paraíba (IFPB) - Campus João Pessoa. The drinking water from the tap used for the distiller's refrigeration and which is normally directed to the sewer has been redirected to suitable containers where it has been conditioned to be used in the distillation process without the need for treatment. In order to raise awareness among the academic community, a class of the 2nd year of the high school of the Mechanics course that had already studied separation processes in Chemistry classes was selected for an educational class using the sustainable systems of storage and cooling of the effluent used in the two distillation processes. The SL-71/5 distiller's sustainable water reuse system proved suitable for the production of small scale distilled water, sufficient to meet the needs of the IFPB Campus João Pessoa Chemistry laboratory. It was also important to note that a more powerful pump that produces a higher pressure gauge can optimize the production of the system. The evaluation of the undergraduate students' knowledge about the CTS (Science, technology and society) approach indicates that the concept is still fragile and actions to educate students to understand the importance of building knowledge and technologies that really are important for the society should be thought of.

The classes of education and awareness of the students of middle level by use of a pedagogical model of a simple distillation system with reuse of cooling water was successful. The simple distillation system is small and can be easily assembled and disassembled. Another positive point is its small size which gives the user the easy spatial arrangement

Keyword: Water. Sustainable distillation system. Awareness. Science, Technology and Society

## LISTA DE ILUSTRAÇÕES

<b>Figura 1</b> -	a) Molécula da água; b) Disposição dos orbitais $sp^3$ na molécula de água.....	20
<b>Figura 2</b> -	Mapa de potencial eletroestático da água.....	21
<b>Figura 3</b> -	Esquema do processo de tratamento da água.....	27
<b>Figura 4</b> -	Interligação CTS.....	37
<b>Figura 5</b> -	Mapa do laboratório de química do IFPB-JP.....	38
<b>Figura 6</b> -	Laboratório I de Licenciatura em Química.....	38
<b>Figura 7</b> -	Destilador SL-71/5.....	39
<b>Figura 8</b> -	Bomba Submersa Sp-3800.....	41
<b>Figura 9</b> -	Reservatório de coleta de água.....	41
<b>Figura 10</b> -	Medidor de pH digital.....	42
<b>Figura 11</b> -	Medidor de sólidos totais dissolvidos e condutividade elétrica.....	43
<b>Figura 12</b> -	Sistema de reuso de água para o destilador SL-71/5.....	43
<b>Figura 13</b> -	Sistema sustentável de água para a destilação simples.....	47
<b>Figura 14</b> -	Transferência de energia térmica do vapor e formação de água destilada.....	49
<b>Figura 15</b> -	Transferência de calor da água de alimentação para o vapor d'água	52
<b>Figura 16</b> -	Funcionamento do destilador (a).....	54
<b>Figura 17</b> -	Funcionamento do destilador (b).....	54
<b>Figura 18</b> -	Sistema sustentável de água para o destilador SL-71/5.....	55
<b>Figura 19</b> -	Resfriamento da água quente.....	57
<b>Figura 20</b> -	Medição da condutividade elétrica.....	58
<b>Figura 21</b> -	Medição do pH.....	58
<b>Figura 22</b> -	Explicação do funcionamento do sistema sustentável de destilação simples.....	81
<b>Figura 23</b> -	Esquema explicativo do sistema sustentável de destilação simples..	82
<b>Figura 24</b> -	Explicação do funcionamento do destilador de água SL-71/5.....	83

## GRÁFICOS

<b>Gráfico 1</b> - Desperdício versos temperatura.....	53
<b>Gráfico 2</b> - Acertos e erros referente a pergunta 1.....	60
<b>Gráfico 3</b> - Estatística referente as perguntas 2 e 3.....	61
<b>Gráfico 4</b> - Estatística dos que responderam a questão 4.....	63
<b>Gráfico 5</b> - Percentual dos que responderam a pergunta 8.....	68
<b>Gráfico 6</b> - Percentual dos que responderam a questão 9.....	70
<b>Gráfico 7</b> - Estatística referente a questão 10.....	74
<b>Gráfico 8</b> - Estatística referente a questão 12.....	77

## TABELAS

<b>Tabela 1</b> - Fluxos de água por região (Km <sup>3</sup> /ano).....	23
<b>Tabela 2</b> - Vantagens e desvantagens dos métodos de purificação.....	32
<b>Tabela 3</b> - Materiais e custo.....	40
<b>Tabela 4</b> - Tabela de dados (A).....	49
<b>Tabela 5</b> - Tabelas de dados (B).....	50
<b>Tabela 6</b> - Dados do sistema de reutilização.....	56
<b>Tabela 7</b> - Domicílio que possuem equipamento TIC (A).....	73
<b>Tabela 8</b> - Domicílio que possuem equipamento TIC (B).....	73

## SUMÁRIO

<b>1.</b>	<b>INTRODUÇÃO</b> .....	16
<b>2.</b>	<b>OBJETIVOS</b> .....	19
2.1	OBJETIVO GERAL.....	19
2.2	OBJETIVO ESPECÍFICO.....	19
<b>3.</b>	<b>FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA</b> .....	20
3.1	ÁGUA: ESTRUTURA MOLECULAR.....	20
3.2	DISPONIBILIDADE HÍDRICA.....	22
3.2.1	DISPONIBILIDADE HÍDRICA NO BRASIL.....	24
3.2.2	DISPONIBILIDADE HÍDRICA NA PARAÍBA.....	26
3.3	REUSO DE ÁGUA.....	27
3.4	TRATAMENTO DE ÁGUA.....	28
3.5	ÁGUA NO LABORATÓRIO.....	30
3.6	CIÊNCIA, TECNOLOGIA E SOCIEDADE – CTS.....	34
<b>4.</b>	<b>PROCEDIMENTO METODOLÓGICO</b> .....	37
4.1	CARACTERIZAÇÃO DE ESTUDO.....	37
4.2	O LABORATÓRIO DO CURSO DE QUÍMICA.....	36
4.3	O DESTILADOR.....	39
4.4	MATERIAIS, CUSTOS E MONTAGEM DO SISTEMA.....	40
4.5	DESENVOLVIMENTO DA PESQUISA.....	44
<b>5.</b>	<b>RESULTADOS E DICUSSÕES</b> .....	49
5.1	MOMENTO I: ANÁLISE DOS DADOS ANTES E DEPOIS DA MONTAGEM DO SISTEMA DE REUTILIZAÇÃO.....	49
5.2	MOMENTO II: ANÁLISE DO QUESTIONÁRIO.....	59
5.3	MOMENTO III: ANÁLISE DA AULA.....	78
<b>6.</b>	<b>CONSIDERAÇÕES FINAIS</b> .....	83
<b>7.</b>	<b>REFERÊNCIA BIBLIOGRÁFICA</b> .....	86

## 1. INTRODUÇÃO

A água é um recurso extremamente valioso para a humanidade. Sem a sua existência simplesmente a vida na terra seria impossível. Diante de sua importância para a vida de todos os seres vivos existentes no planeta o seu uso responsável passou a ser uma preocupação relevante e constante na sociedade.

Segundo Silva e Santana (2014), o aumento exponencial populacional e as mudanças climáticas provocam a diminuição da disponibilidade de água em determinadas regiões. Como alternativa, pode ser realizado o reuso da água ao invés de descartá-la de forma desenfreada. A região nordeste do Brasil é particularmente conhecida pela escassez de água. Portanto, adotar políticas públicas que permitam esclarecer a população e adotar práticas responsáveis de usos de águas e de processos educativos de esclarecimento sobre a importância e uso responsável da mesma são atitudes que devem ser incentivadas.

Com relação as políticas públicas, uma das mais importantes foi a elaboração da Lei Federal 9.433, de 8 de janeiro de 1997, que institui a Política Nacional de Recursos Hídricos e que cria o Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos:

“O 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 pág. 1228, 2011)

Considerando-se estes fatos, o presente trabalho surgiu da inquietação com o desperdício de água que ocorre em processos de destilação, especificamente os realizados nos laboratórios de Química do Instituto Federal

da Paraíba, campus João Pessoa. Da observação deste desperdício surgiram dois questionamentos principais: O que fazer para minimizar esse desperdício? Como conscientizar a comunidade acadêmica da instituição? A partir destes questionamentos foram desenvolvidos dois projetos para a reutilização de água. Um envolvendo um destilador comercial e outro envolvendo um sistema de destilação simples normalmente utilizado em aulas de Química sobre processos de separação dos componentes de misturas. Estes projetos representam como a ciência e a tecnologia podem ser aplicados para resolução de problemas sociais, ou seja, é uma abordagem CTS (Ciência, Tecnologia e Sociedade).

A reutilização de água não é uma ação inovadora e tem sido prática no mundo inteiro há muitos anos. Há comprovações dessa prática na Grécia Antiga, com a disposição de esgotos e sua utilização na irrigação. No entanto, a procura crescente por água tem feito do reuso planejado da água um tema atual e de grande importância (CETESB, 2010 *apud* CUNHA, 2011)

Associado ao desenvolvimento dos sistemas de reuso de água de destilação, foram realizadas ações educativas cuja temática central, Sustentabilidade, discorreu sobre o processo de destilação no laboratório de química. Assim, com o desenvolvimento do trabalho buscou-se alertar e educar a comunidade acadêmica no sentido de criar uma preocupação com o uso responsável da água.

Em resposta aos questionamentos foram realizadas ações extremamente relevantes, uma vez que a instituição como espaço educacional precisa promover atividades que desenvolvam e otimize as competências e as habilidades necessárias no discernimento a respeito de questões sociais e tecnológicas que circundam o meio científico para a melhoria da qualidade de vida de todos.

No trabalho desenvolvido a atividade educativa não se limitou apenas a aulas sobre processos de separação de misturas e alertas sobre o uso responsável de água ocorridos em sala de nível médio para uma turma do Curso Técnico Integrado em Mecânica. É importante apontar que os laboratórios por si só são espaços pedagógicos e a interação da comunidade acadêmica com o

sistema de destilação, com reuso de água de refrigeração desenvolvido e presente no laboratório é um processo pedagógico tão importante quanto a ação em sala de aula.

## 2. OBJETIVOS

### 2.1 OBJETIVO GERAL

Criar, avaliar e apresentar à comunidade acadêmica sistemas sustentáveis de reuso de água de refrigeração de destiladores comercial e laboratorial.

### 2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Verificar e analisar o conhecimento prévio dos discentes do curso de Licenciatura em Química quanto à temática CTS aplicando um Questionário de Sondagem;
- Se necessário, propor formas de discussão da abordagem CTS no curso superior de Licenciatura em Química;
- Desenvolver um sistema de reuso de águas para um destilador comercial modelo SL-71/5;
- Desenvolver um sistema de reutilização de água de refrigeração de um destilador simples utilizado em aulas experimentais sobre separação de componentes de uma mistura em aulas experimentais;
- Analisar e avaliar a eficiência da utilização dos sistemas sustentáveis de destilação;
- Testar e otimizar o sistema de reuso de águas de refrigeração criado para o aparelho SL-71/5;
- Elaborar uma atividade de conscientização da comunidade acadêmica do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia da Paraíba, Campus João Pessoa, a respeito do consumo excessivo de água;
- Discutir a temática sustentabilidade utilizando processos de separação através da destilação;

### 3. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

#### 3.1 ÁGUA: ESTRUTURA MOLECULAR

A molécula da água é composta por dois átomos de hidrogênio (H) e um de oxigênio (O) resultando em uma massa molecular igual a  $18,01528 \text{ g}\cdot\text{mol}^{-1}$ . Os dois hidrogênios e os dois pares de elétrons livres remanescentes da hibridização  $sp^3$  se localizam nos cantos de um tetraédrico e o ângulo formado pelo os dois Hidrogênios é de  $104,5^\circ$ , que é ligeiramente diferente do ângulo de um tetraédrico regular que é de  $109,5^\circ$  e a ligação H – O tem o comprimento de  $0,958 \text{ \AA}$ . (RODWELL *et al.*, 2016).

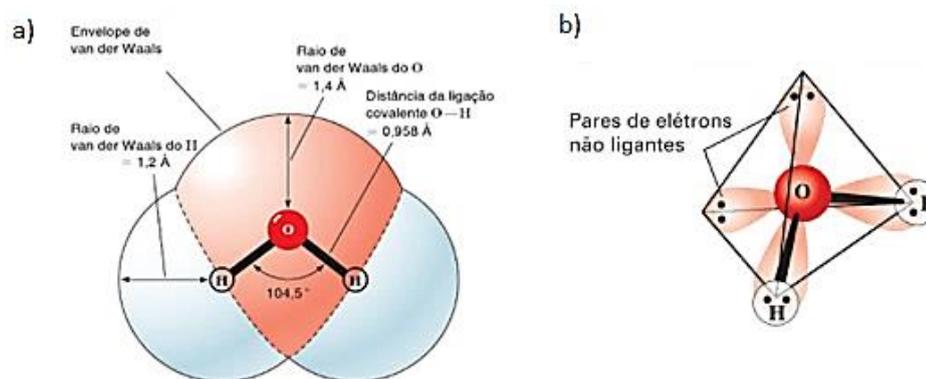


Figura 1: a) Molécula da água; b) Disposição dos orbitais  $sp^3$  na molécula. Fonte: (VOET e VOET, 2014)

O átomo de oxigênio é muito mais eletronegativo que o hidrogênio, em consequência, a densidade eletrônica dos átomos de hidrogênio é fortemente atraída pelo oxigênio conferindo assim uma carga parcial negativa em torno do oxigênio, enquanto que os hidrogênios adquirem cargas parciais positivas, dessa forma a molécula de água assume uma distribuição assimétrica das cargas, formando o que se chama de dipolo, figura 2.

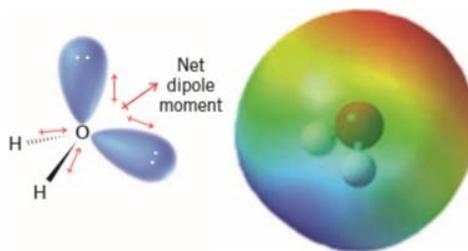


Figura 2: Mapa de potencial eletrostático da água.  
Fonte: (SOLOMONS; FRYHLE, 2012)

A cor vermelha indica uma densidade eletrônica mais intensa, enquanto que a azul indica uma densidade eletrônica menos intensa, respectivamente, o polo parcial negativo e o polo parcial positivo. (SOLOMONS; FRYHLE, 2012).

Esse dipolo concede a elevada constante dielétrica da molécula. Como a característica dielétrica é inversamente proporcional a força de atração coulombiana, a água permite a diminuição da atração eletrostática entre espécies carregadas e polares em relação aos meios não aquosos. Por conta dessa forte polaridade, a água consegue dissolver facilmente compostos com carga efetiva e carga parcial. Por decorrência da existência dos polos, e a presença de hidrogênio em sua composição, a água forma ligações de hidrogênio facilmente. (RODWELL *et al.*, 2016)

As ligações de hidrogênio têm profunda relevância nas propriedades físicas da água, como: tensão superficial, ponto de ebulição e viscosidade. Uma molécula de água chega a se ligar a outras por ligações de hidrogênio numa média de 3,5 moléculas, porém, esse tipo de interação é ligeiramente fraca e com um tempo de meia vida na ordem de grandeza de alguns picossegundos. Essa característica fraca pode ser observada quando analisamos a entalpia de ligação para as ligações de hidrogênio, que é apenas de  $4,5 \text{ Kcal.mol}^{-1}$ , isso é menos que 5% da energia necessária para quebrar uma ligação covalente. (RODWELL *et al.*, 2016).

### 3.2 DISPONIBILIDADE HÍDRICA

O planeta é coberto por 30% de terra firme, enquanto que os outros 70% é coberto por água. Podemos afirmar, portanto, que o planeta terra, sob um olhar poético e literal, pode ser chamada de planeta água. Graças ao ciclo hidrológico a relação entre água doce e água salgada é bem estabelecida, permitindo assim que a água salgada dos oceanos evapore precipitando na forma de chuva como água doce nos continentes e lagos. Porém essa argumentação não é suficiente para validar a não escassez que acontece em algumas regiões do planeta. Fato que a escassez é um tema preocupante a tal ponto da ONU estipular que em 2050 cerca de 40% da população mundial irá ficar sem água potável suficiente para viver de forma adequada, e, alguns especialistas chegam a antecipar essa previsão para 2040. (OLIVEIRA, 2011)

Um aspecto visivelmente interessante é que água é um dos recursos que está relacionado com todos os aspectos da civilização, desde a agricultura passando por processos industriais até questões culturais e religiosos. Segundo as várias estatísticas já disponibilizadas, 70% da água do planeta, apenas 3% é considerada como água doce, e desse valor, 98% é subterrânea. Desta forma é perceptível que maior parte da água não pode ser consumida, restando o mínimo para o consumo humano. O crescimento das necessidades humanas requer um aumento significativo do consumo de água. Assim podendo ser atrelado a esse aumento no consumo a diversos hábitos cotidianos da sociedade como: abastecimento público, consumo industrial, irrigações de plantio, recreação, geração de energia, transporte, diluição de despejos, etc. (OLIVEIRA, 2011).

Segundo o Programa Mundial de Avaliação de Água (PMAA) os países desenvolvidos despejam cerca de 70% dos resíduos nos mananciais e leitos dos rios de água doce, contribuindo assim para a poluição e conseqüentemente a degradação do ecossistema desses efluentes. Uma das grandes preocupações decorrente disto, fora as doenças, é a escassez, já que esse tipo de prática pode ser associado a demanda hídrica:

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)

O PMAA ainda afirma que a grande parte desses resíduos poluentes é proveniente de países centrais que se instalam – se em países periféricos. A consequência é que uma parcela considerável de água sem tratamento flui para rios, lagos e zonas caseiras ameaçando a saúde, a qualidade dos alimentos e até mesmo a vida de milhares de pessoas, principalmente no que diz respeito da população mais pobre. (SILVEIRA; FOLADORI, 2016)

Entre as nações que estão em desenvolvimento, a América Latina e o caribe são as regiões que tem mais acesso. Segundo o relator especial sobre o direito humano, Léo Heller, apesar da América Latina ter uma grande quantidade de água, ainda existem 100 milhões de pessoas que não têm acesso ao saneamento adequado e 70 milhões não têm acesso a um sistema hídrico seguro. Os especialistas concluem que na América Latina os pobres, mulheres e crianças são os que mais sofrem com a desigualdade decorrente da má distribuição hídrica. (SILVEIRA; FOLADORI, 2016)

O clima, as condições de escoamento e a evapotranspiração<sup>1</sup> caracterizam os fluxos de água (SILVA, 2014). Esses fluxos variam de região para região como mostra a tabela abaixo.

Tabela 1: Fluxos de água por região (Km<sup>3</sup>/ano)

Zonas climáticas	Precipitação	Evapotranspiração	Escoamento total dos rios	Escoamento de base
Temperadas	49.000	27.800	21.200 (48%)	6.500
Áridas e semiáridas	7.000	6.200	800 (2%)	200
Intertropicais	60.000	38.000	22.000 (50%)	6.300
<b>Total (mundo)</b>	<b>116.000</b>	<b>72.000</b>	<b>44.000 (10%)</b>	<b>13.000</b>

Fonte: (SILVA, 2014)

<sup>1</sup> “Perda de água por evaporação a partir do solo e transpiração das plantas” (SILVA, 2014, p. 11)

Fato preocupante é que a demanda, futuramente, não seja o suficiente para a população já que as principais fontes das atividades econômicas e sociais da humanidade são provenientes dos lagos e rios de água doce que tem a totalidade de 200.000 Km<sup>3</sup>.

“Diante desse fato há uma preocupação de especialistas e estudiosos para a crise da água, pois estatisticamente é possível que o volume da água se esgote em 30 ou 40 anos, isso devido ao alto crescimento populacional [...] as reservas de água estão decaindo, enquanto a demanda aumenta de forma dramática, em um ritmo insustentável” (SILVA, 2014, p. 12)

Assim, é preocupante a forma como as atividades socioeconômicas podem afetar a disponibilidade hídrica futura da população.

### 3.2.1 DISPONIBILIDADE HÍDRICA NO BRASIL.

Em termo de extensão territorial, o Brasil encontra-se na 5ª posição tendo uma área de 8.547.403 Km<sup>2</sup>. Esse valor corresponde a 20,8% das Américas e 47,7% da América do Sul e tem 55.457 Km<sup>2</sup> de água doce do planeta (SILVA, 20104).

No que se refere a disponibilidade hídrica nas regiões brasileira, as várias regiões do país são afetadas de diferentes modos. Isso ocorre da mesma maneira com a escassez e com a abundância da água, com a acessibilidade aos serviços de abastecimento de água e com esgoto sanitário. A acessibilidade à água e da qualidade da água sobre o fornecimento para abastecimento público e saneamento requerem uma atenção mais rigorosa para algumas regiões localizadas no país, em especial no sudeste e nordeste. (OECD, 2015)

É fato que os recurso hídricos são fundamentais para os processos produtivos no país e no mundo, porém o abastecimento hídrico e as adversidades a ela relacionado revelam uma desigualdade desta distribuição no

interior do país. No Brasil, essa desigualdade pode ser notada pela distribuição geográfica da água nas regiões, assim como afirma (SILVA, 2014):

O País possui uma grande rede hidrográfica, destacando-se no cenário mundial pelo grande fluxo de água doce de seus rios, com uma produção hídrica de 177.900 m<sup>3</sup>/s. Mesmo com tanta disponibilidade de água, o Brasil sofre com a escassez de água, decorrente da má distribuição da densidade populacional que se aglomera em áreas de pouca disponibilidade hídrica (p. 12)

O país é possuidor de 13% das águas superficiais do planeta, porém, as bacias mais próximas do Oceano Atlântico concentram a pequena quantia de 2,7% das águas do Brasil que dispõem de um total populacional de 45,5%. Já no Norte, encontram-se 81% do volume total do país que correspondente a 5% da população brasileira. (SILVEIRA; FOLADORI, 2016). A disponibilidade de água per capita varia de 1460 m<sup>3</sup> por pessoa por ano no Nordeste enquanto a estimativa é de 634 887 m<sup>3</sup> por pessoa na região amazônica. O problema da disponibilidade no Sudeste e no Centro-Oeste é ocasionado por conta das grandes indústrias que competem com a população pelo acesso a água. (OECD, 2015). Desta forma, se faz necessário ações para que a ação econômica cresça sem prejudicar a população:

As atuais questões de seca e escassez no Sudeste, as inundações no 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 fonte, e que as perdas e riscos á suade devido a inundação serão minimizados. (OECD, 2015, p. 33)

Segundo a ANA (2010) a maior parte da água é decorrente das águas superficiais, no entanto não existe uma distribuição igualitária entre as divisões territoriais do país devido as condições climáticas. Na região Hidrográfica Amazônica, tem sua disponibilidade hídrica consideravelmente elevada, com

vazão de  $74.000 \text{ m}^3\text{s}^{-1}$ , enquanto que na região que abrangem os estados Rio Grande do Norte, Paraíba, Pernambuco, Alagoas e uma área de Ceará e Piauí – área corresponde a bacia Hidrográfica Atlântico Nordeste Oriental – no qual tem uma vazão correspondente de apenas  $100 \text{ m}^3\text{s}^{-1}$ . (ANA, 2010).

Como pode-se ser observado, o Nordeste apresenta uma insuficiência quantitativa na disponibilidade hídrica. Dessa forma, a Hidrográfica do Atlântico Nordeste Oriental, é a única considerada em situação crítica quanto ao balanço hídrico. (SILVA, 2014)

### 3.2.2 DISPONIBILIDADE HÍDRICA NA PARAÍBA.

A Paraíba é um estado do Nordeste brasileiro situado entre  $6^{\circ}5'S$  a  $8^{\circ}S$  de latitude sul e entre os meridianos  $38^{\circ}5'W$  a  $35^{\circ}00'00''W$  de longitude oeste. O estado tem uma área territorial de  $56.469,466 \text{ km}^2$ , o que confere a 3,12% da Região Nordeste e 0,66% do território brasileiro. A Paraíba tem 223 municípios, tem como capital a cidade de João Pessoa, e divide-se em quatro mesorregiões: Mesorregião do Sertão Paraibano, Mesorregião da Borborema, Mesorregião do Agreste Paraibano, e Mesorregião da Mata Paraibana, a qual corresponde ao litoral. A região tem altitude entre 300 e 600 metros de altitude. Outro ponto em destaque no estado são os problemas com a estiagem no período de seca devido a sua localização geográfica. Os rios, também, têm seus escoamentos suspenso principalmente na região do sertão, dando retorno ao curso normal nos períodos de chuva. (UFSC, 2011)

No que diz a respeito à gestão de águas da Paraíba, a lei de LEI N° 6.308, de 02 de Julho de 1996 regulamenta, na Sessão II, artigo 2º:

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 dos 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 dos Recursos Hídricos deverá ser feito racionalmente de forma a garantir o desenvolvimento e a preservação do meio ambiente.

VI – 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. (GOVERNADO DO ESTADO DA PARAÍBA, 2013)

A Paraíba possui 11 bacias hidrográficas com capacidade superficial de 4.482,84 hm<sup>3</sup> por ano e o subterrâneo de 652,240 hm<sup>3</sup> por ano. (OLIVEIRA, 2011)

### 3.3 REUSO DE ÁGUA

Com o aumento significativo populacional, e conseqüentemente o aumento da poluição, é visto que a demanda de água não é suficiente para que se tenha água de qualidade considerável para todos. Diante disto tem-se uma sobrecarga nos recursos hídricos. Essa sobrecarga pode ser reduzida com o controle no consumo de água. Segundo Cunha *et al.* (2011, p. 1225) pode ser definido “como uso de água residuária ou água de qualidade inferior tratada ou não”.

O reuso de águas desponta como uma proposta que pode amainar os dois fatores da equação supra, pois é um instrumento capaz de tornar possível a redução do consumo de água, realizando desta forma o controle de demanda e, as águas de reuso por suas características, podem ser contemplada como um recurso hídrico complementar, criando alternativas e soluções para serem utilizadas em algumas aplicações, possibilitando a destinação das águas de qualidade superior para os usos considerados mais nobres. (NETO, 2009, p. 14).

Neto (2009) ainda afirma que devido a possibilidade do reuso de água, essa técnica vem sendo difundida crescentemente no território nacional, porém, o reuso se materializa sem regulamentação de caráter específico, gerando assim conseqüências indesejáveis e irreparáveis sobre o futuro do reuso no país.

O reuso da água pode dar-se por duas técnicas, a direta e indireta, sendo planejada ou não. Quanto a forma de reuso, elas podem se apresentar de três formas: Reuso direto; reuso indireto e reciclagem (CUTOLO, 2009; IFC, 2012)

O reuso indireto não planejado (RINP) ocorre quando a água já utilizada, uma ou mais vezes, proveniente das casas e indústrias são lançada no corpo d'água e utilizada de forma não controlada e não intencional. Indo até o ponto de captação de maneira natural para o novo usuário, a água está sujeita a alterações no ciclo hidrológico (diluição, autodepuração). Diferentemente do RINP, o reuso indireto planejado (RIP) tem como princípio o tratamento da água antes do despejo nos corpos d'água. A água vai para o ponto de captação igualmente a forma RINP, porém a utilização é controlada. No caso do reuso direto, o efluente, depois de tratado, é levado do ponto de descarga até o local de reuso sem ser despejado no meio ambiente. A reciclagem de águas é um caso de reuso direto que tem como principal característica o reuso interno da água antes de sua descarga em um sistema geral de tratamento ou outro local de disposição para suplementar o abastecimento do uso original. (RODRIGUES, 2005; CUNHA *et al.*, 2011; IFC, 2012; CETESB, 2017)

### 3.4 TRATAMENTO DE ÁGUA

O tratamento da água é o conjunto de processos físico e químicos que a água passa quando chega na estação de tratamento para que esta se torne adequada para o consumo, isto é, potável. O processo de tratamento de água faz com que ela fique livre de qualquer tipo de contaminação, como consequência, elimina a probabilidade de transmissão de doenças. (CARVALHO *et al.*, 2014)

O processo para o tratamento, segundo Carvalho *et al* (2014) ocorre por etapas. Essas etapas são:

- Coagulação: Assim que a água bruta vinda da represa chega no reservatório da Estação de Tratamento de Água (ETA), são adicionados sulfato de alumínio

( $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$ ). Essa substância tem como função glutinar as partículas sólidas que se encontram diluídas, como por exemplo a argila.

- Floculação: Em seguida, a água contendo o material já glutinado passa para um tanque que proporciona uma movimentação da água para que as partículas sólidas que se aglutinaram tornem – se em flocos maiores.

- Decantação: Nessa etapa, em outro tanque, a água fica à mercê da ação da gravidade para que os flocos fiquem depositados no fundo do reservatório, separando-se da água.

- Filtração: A água que foi separada da dos flocos passam por um filtro composto por carvão ativado, areia e pedras com tamanho variado. Na filtração os materiais de tamanhos maiores ficam retidos no filtro.

- Desinfecção: Nessa etapa é adicionado cloro ou ozônio para eliminar os microrganismos.

- Fluoretação: É acrescentado para prevenir a formação de carie na população.

- Correção do pH: é aplicada na água uma certa quantidade de cal hidratada ou carbonato de sódio. Esse procedimento serve para corrigir o pH da água e preservar a rede de encanamentos de distribuição.

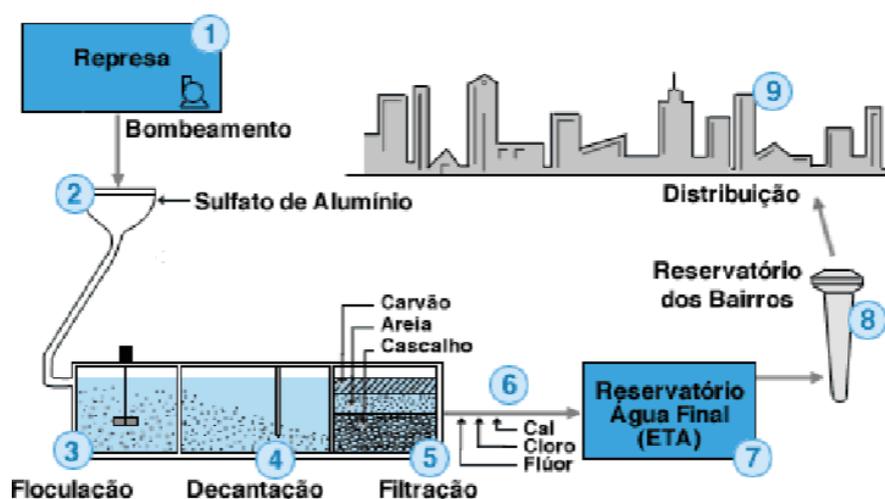


Figura 3: Esquema do processo de tratamento da água.

Fonte: Carvalho *et al.*, 2014.

Segundo a SABESP (2017) as etapas anteriormente citadas servem para destruir microrganismos que podem causar doenças, retirar impurezas, controlar o aspecto e gosto, garantindo a qualidade da água fornecida.

Após todas etapas concluídas, uma amostra é levada para ser feita análise físico-químicos para saber se a água segue os padrões de potabilidade exigidos pela Portaria N° 2.914/2011, de 12 de dezembro de 2011 do Ministério da Saúde. (CARVALHO *et al.*, 2014)

### 3.5 ÁGUA NO LABORATÓRIO

Sem sombra de dúvidas que a água é uma das substâncias mais importantes dentro de um laboratório, afinal, a maioria das reações são realizadas em um ambiente aquoso. Segundo Mendes e Fagundes (2011) por conta de suas propriedades físico-químicas, a água é o composto mais utilizado no laboratório. Conforme os mesmos autores, a água é utilizada de diversas formas:

No laboratório, decorrem de suas propriedades as diversas aplicações: reconstituição de reagentes, diluições, soluções brancas ou padrões, preparação de soluções de enxágue e de tampões, confecção de meios de cultura, alimentação de analisadores automatizados, lavagem, sanitização e recuperação de utensílios. (MENDES *et al.*, 2011, p. 218)

Água destilada, bidestilada, deionizada, desmineralizada, são alguns dos termos utilizados para referir – se a água com qualidade superior à da torneira sendo adequada para o uso laboratorial. Às vezes um experimento não dá certo decorrente da qualidade da água, apresentando-se básica demais, ácidas demais ou com alta condutividade decorrentes de impurezas como: moléculas orgânicas, íons inorgânicos, partículas, coloides, gases, bactérias e seus produtos. (NUNES, 2012). Mendes *et al.* (2011) corroborando com as ideias de Nunes (2012) afirma:

As águas de abastecimento urbano que alimentam os laboratórios contêm contaminantes como íons inorgânicos, moléculas orgânicas, partículas, coloides, gases, bactérias e seus produtos. Os íons inorgânicos podem afetar reações bioquímicas. As bactérias também podem interferir nas análises, seja diretamente ou pela ação de seus produtos, como os pirogênicos, a atividade das nucleases e da fosfatase alcalina. (MENDES *et al.*, 2011)

Segundo Moraes (2013), quanto ao tipo de água e funcionalidade, a *College of American Pathologists* (CAP), determina três tipos de especificação:

Tipo I: É água ideal para práticas que exigem o máximo de pureza como: Preparo de soluções-padrão; Análises ultramicroquímicas; Determinações em nanogramas; Culturas de células ou tecidos.

Tipo II: Utilizada para a maioria das determinações laboratoriais em química, hemologia, microbiologia, imunologia e outras áreas do laboratório clínico. É uma água com menos exigência que a água do tipo I.

Tipo III: É utilizada para enxágue preliminar de vidraria, como para preparação do tipo I e tipo II. Além de ser utilizada para a maioria das determinações em exames qualitativos e que não requerem água do tipo I e II.

Para remover as impurezas da água, é necessário recorrer a uma combinação de tecnologias de purificação. Para utilização no laboratório, deve-se eliminar os contaminantes dissolvidos nela, ou seja, tornando – se uma água reagente. Esse processo de purificação não é específico e pode ser realizado pela combinação de vários métodos para que a água atenda as especificações internacionais de qualidades exigidas. Se faz necessário fazer tomar algumas medidas antes e depois da purificação no intuito de obter melhor qualidade da água, como por exemplo, a manutenção preventiva, limpeza das caixas d'água e a instalação de filtros prévios ao sistema de purificação. A boa qualidade na purificação da água advém da manutenção adequada dos equipamentos. (BRASIL, 2005) (MENDES *et al.*, 2011).

A Tabela 2 apresenta vantagens e desvantagens de diversos processos de purificação da água que são descritos em seguida.

Tabela 2: Vantagens e desvantagens dos métodos de purificação

Método	Vantagens	Desvantagens
Filtração	Remoção de cloro, partículas e matéria orgânica	Produto sem eliminação de ions e bactérias
Destilação	Remove grande porcentagem de todos os tipos de contaminantes	Alto custo e consumo de energia
Ultravioleta	Baixo uso de energia	Danifica o mecanismo de replicação, sem remoção dos microrganismos
Deionização	Eficiente na substituição dos compostos inorgânicos	Saturação rápida das resinas de troca iônica
Eletrodeionização	Regeneração das resinas por corrente elétricas	Não remoção de partículas e matéria orgânica
Micro/ultrafiltração	Filtração esterilizante	Morte dos microrganismos retidos por trás dos filtros
Osmose reversa	Remove grande porcentagem de todos os tipos de contaminantes	Membranas sujeitas a incrustações e obstruções a longo prazo

FONTE: (Mendes; Fagundes, *et al.*, 2011)

**Filtração:** É o processo que separa as partículas contaminantes presentes na água por meio da utilização de um material poroso, como por exemplo, filtros de carvão ativado ou de celulose. Tem como desvantagem a não remoção de sólidos ionizados dissolvidos, gases ionizados dissolvidos, matéria orgânica, partículas e bactérias menos que os poros. (BÔLE; MABIC, 2006; MENDES *et al.*, 2011; MORAIS, 2013)

**Destilação** – É uma técnica que se baseia na diferença dos pontos de ebulição dos componentes de uma mistura e é usada para separar, normalmente, misturas sólido-líquido. A água é aquecida até transformar-se em vapor, em seguida esse vapor é resfriado, havendo a condensação. A água que se condensa está livre de impurezas químicas e biológicas. O aparelho utilizado

é chamado de destilador e produz água do tipo II e tem como maior desvantagem a pouca produção de água destilada. (Mendes *et al.*, 2011; MORAIS, 2013)

Desinfecção por sistema ultravioleta (UV) – A água circula no reator de esterilização. Em contato com a luz, os microrganismos são inativados pela luz UV (na faixa de 250 a 270 nm), resultando do dano fotoquímico ao ácido nucleico. (MENDES *et al.*, 2011)

Deionização – É utilizada para remoção de substâncias inorgânicas. Essa aparelhagem é constituída de duas colunas de resinas carregadas eletricamente que permitem a troca seletiva de íons por compostos inorgânicos dissolvidos na água. (MORAIS, 2013)

Eletrodeionização – Nesse processo, a água passa de forma contínua em canais de purificação, migrando para o canal de eletrodo, seguindo através de membranas permeáveis a ânions e cátions e, finalmente, passando pelo canal de concentração. O campo elétrico criado faz que os íons removidos transitem por canais em que ficam concentrados, enquanto o produto transita por outro canal e é estocado. Para evitar a precipitação de carbonato de cálcio ou magnésio, existem partículas de carvão ativado entre as resinas de troca iônica que são continuamente regeneradas pela corrente elétrica. (MENDES *et al.*, 2011)

Microfiltração e ultrafiltração – No processo de purificação da microfiltração, coloca-se uma membrana na saída do sistema de purificação. Essa membrana não permite a passagem de partículas de tamanho acima de 0,22  $\mu\text{m}$ , proporcionando uma filtração esterilizante. O processo de ultrafiltração é semelhante ao da microfiltração, porém, a diferença está no tamanho das partículas que são retidas. Os poros podem variar de 25 a 3 KDa<sup>2</sup>. (FERNANDES, 2016; MENDES *et al.*, 2011).

Osiose reversa – Nesse o processo, “quantidades equivalentes de água pura e solução salina são separadas em uma tubulação em U por uma

---

<sup>2</sup> Da: Unidade de massa atômica. KDa: Quilodalton (IUPAC, 1997).

membrana semipermeável” (FERNANDES, 2016, p. 11). A água consiste em passar por uma membrana semipermeável em um sistema de alta pressão. A pressão exercida sobre o fluido força sua passagem pela membrana, retendo as partículas, compostos orgânicos e bactérias. (MENDES *et al.*, 2011)

Segundo Mendes *et al.* (2011), existem vários métodos e, às vezes, é necessário aplicar a combinação de técnicas, associando suas vantagens, com a finalidade de se obter uma água de alta qualidade.

### 3.6 CIÊNCIA, TECNOLOGIA, SOCIEDADE E MEIO AMBIENTE – CTSA

Segundo Penteadó *et al* (2011) a sociedade tem se mostrado com grandes preocupações quanto às questões culturais, sociais e ambientais, os valores e a produção de conhecimento, tanto o científico como o senso comum. Isso nada mais é do que o reflexo da batalha pela preservação do meio ambiente e das relações sociais, das ciências e da tecnologia.

Penteadó *et al* (2011), ainda afirma que o objetivo do estudo de CTS é criar uma abordagem que englobe temáticas de aspectos sociais, tecnológicas e científicas.

A relação tradicional que existe entre Ciência e Tecnologia (CT) tem um modelo linear que tem como principal característica desenvolver e produzir riquezas que por sua vez proporcionem o bem-estar da população. Desta forma, para a ciência basta aplicar o método científico com devido rigor, assim evitando-se as fraudes. Na linha tradicional de ciência, ela apenas preocupa-se exclusivamente com a verdade, não permitindo a interferência dos valores sociais e nem muito menos levando em consideração as questões culturais. (Penteadó *et al*, 2011)

Essa descrição da relação entre Ciência e tecnologia gerou questionamentos que acabaram na criação do movimento Ciência, Tecnologia e Sociedade (CTS) que levaram a uma visão crítica sobre as argumentações CT. Essas críticas foram feitas quanto às medidas sócio-políticas que a abordagem CT não tinha. Assim, as dimensões sociais, políticas, culturais e econômicas

foram adicionadas às discussões acerca do conhecimento científico e das tecnologias. Posteriormente, esta nova concepção foi incorporada pela Educação, através de formulação de propostas pedagógicas CTS, como afirma Campos, 2010, afirma: “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 CTS.

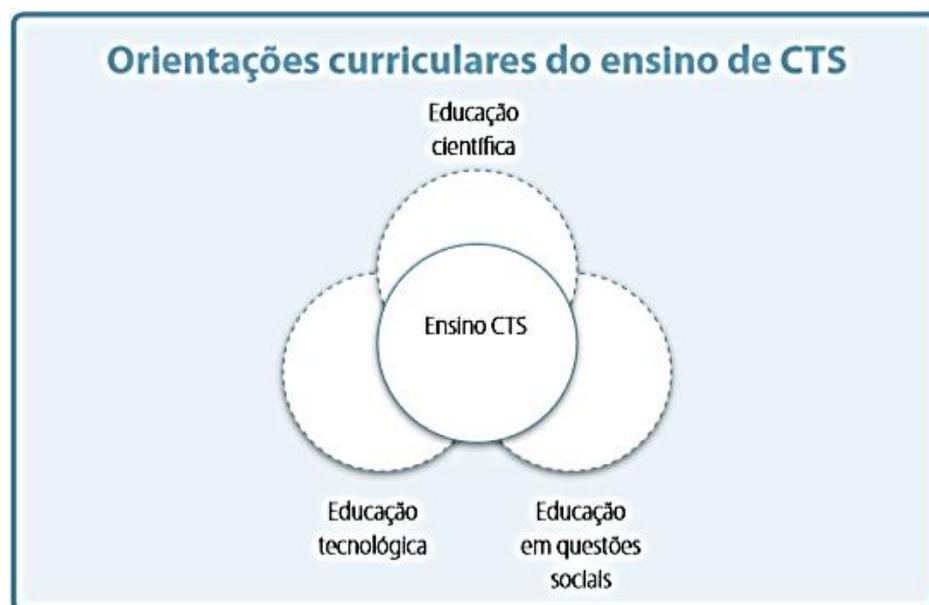


Figura 4: Interligação CTS. Fonte: (CAMPOS, 2010)

A discussão em CTS incentiva a reflexão a respeito da produção e dos usos dos conhecimentos científicos e das tecnologias na sociedade. Esta meditação deve ser seguida de medidas práticas, que se dão nos setores da sociedade, sobretudo na escola, através de disciplinas como Educação Ambiental, o letramento científico, e no incentivo de práticas pedagógicas integradas e entre outras questões. (CAMPOS, 2010).

Questões sociais como a crise ambiental tem sua base de discussão fundamentada nas questões CTS, afinal, a perspectiva CTS, pode ser expressa nos problemas ligados à população, aos recursos naturais e à poluição. Ou seja,

problemas como a poluição podem ser solucionadas/minimizadas com os resultados de vários debates na perspectiva CTS. (CAMPOS, 2010). Neste sentido, com a adição da problemática ambiental a abordagem CTS passa a ser descrita como abordagem CTSA.

## 4. PROCEDIMENTO METODOLÓGICO

### 4.1 CARACTERIZAÇÃO DO UNIVERSO DA PESQUISA

O trabalho aqui apresentado foi realizado no *campus* João Pessoa (IFPB-JP), que é o mais antigo dentre os campi. Atualmente, oferta 14 Cursos Superiores, 8 Cursos Técnicos Integrados ao Ensino Médio, 6 Cursos Técnicos Subsequentes ao Ensino Médio, duas pós-graduações *Lato sensu* e uma *Stricto sensu*. O campus oferece à comunidade acadêmica uma ampla estrutura composta por biblioteca, auditórios, parque poliesportivo com piscina, ginásios, campo de futebol, sala de musculação, gabinete médico-odontológico, salas de aulas e laboratórios equipados (IFPB, 2016). O IFPB-JP está localizado na Av. Primeiro de Maio, 720, no bairro de Jaguaribe e tem como Diretor o Professor Neilor Cesar dos Santos.

A pesquisa foi direcionada aos discentes do Curso de Licenciaturas em Químicas de períodos variados e aos discentes do 2º ano do Curso Técnico de Mecânica, o que corresponderam 20 participantes tanto do nível técnico quanto do superior. Vale ressaltar que a participação dos dois grupos aconteceram em momentos diferentes da pesquisa.

### 4.1 O LABORATÓRIO DO CURSO DE QUÍMICA.

O curso superior de licenciatura em química (CSLQ) está atualmente sobre a coordenação da professora Suely Oliveira Carneiro. O curso tem duração de 7 semestres e exige uma carga horária mínima de 2.800 horas e é ativo no período vespertino.

Os três laboratórios de Química do CSLQ se localizam no campus João Pessoa e tem como ponto de referência a biblioteca Nilo Peçanha. O laboratório é utilizado tanto por alunos de nível de graduação quanto de nível médio de diversos cursos do instituto federal e de escolas públicas. A Figura 5 apresenta o mapa dos três laboratórios de Química. Os laboratórios possuem vários reagentes, vidrarias e aparelhagem que suprem sem muitas dificuldades as necessidades do curso.

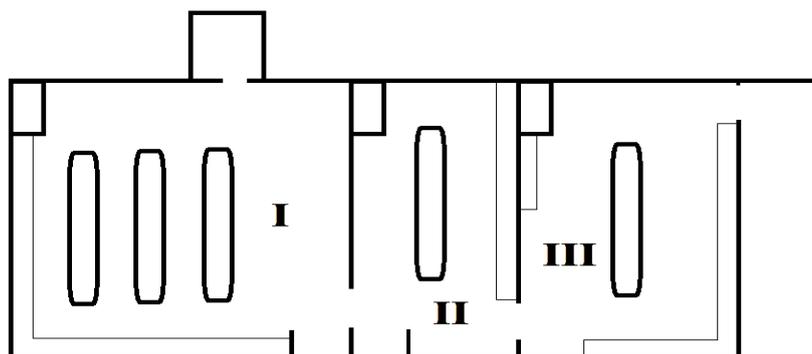


Figura 5: Mapa dos laboratórios de química do IFPB-JP.  
Fonte: Própria

Dentre os laboratórios, destaca – se o Laboratório I (Figura 6) em decorrência de seu amplo espaço e por ser onde se localiza a maioria dos equipamentos, inclusive o objeto de estudo da pesquisa, o destilador SL – 71/5. Os laboratórios são organizados e fiscalizados por dois técnicos laboratoristas, um no período da manhã e outro no período da tarde.



Figura 6: Laboratório I de Licenciatura em Química  
Fonte: Própria.

#### 4.3 O DESTILADOR

O destilador usado para o estudo foi o SL-71/5, fabricado pela SOLAB é apresentado na Figura 7.



Figura 7: Destilador SL-71/5. Fonte: Própria.

Segundo o site do fabricante, o equipamento é dotado das seguintes características:

- Tubo de Destilação: Construído em aço Inox.
- Segurança: Na ausência de água, desligamento automático.
- Resistência: Blindada em aço inox.
- Funil: Para coleta de Destilado.
- Nível: Da água constante.
- Painel: Adesivo em policarbonato texturizado a prova d'água.
- Botão seletor: Liga/Desliga.
- Cabo de Força: Com dupla isolação e plug com três pinos, duas fases e um terra, de acordo com as normas NBR 14136.

Conforme as especificações no próprio aparelho, ele apresenta uma vasão nominal de  $5L \cdot h^{-1}$  e potência de 4000 W.

#### 4.4 MATERIAIS, CUSTOS E MONTAGEM DO SISTEMA

Os materiais utilizados para a construção dos sistemas de reutilização de água são apresentados na Tabela 3. Nela são apresentados os custos dos materiais adquiridos que não constavam no laboratório.

Tabela 3: Materiais utilizados no sistema de reuso de águas.

<b>Material</b>	<b>Preço (R\$)</b>
Destilador de água SL-71/5***	
Condensador de Vidro***	
Becker de 100 mL***	
Rolha (2 unidades)***	
Termômetro de Mercúrio***	
Tela de amianto (2 unidades)**	
Tripé (2 unidades)**	
Suporte universal (2 unidades)***	
Garra metálica (2 unidades)***	
Balão de destilação de 1000 mL***	
Bico de Bunsen***	
Bomba submersa Resun Sp-3800	166,90
Reservatório plástico de 100L	65,50
Abraçadeira de ferro e zinco***	
Proveta de 1000 mL***	
Termômetro***	
Medidor de pH digital	25,00
Caixa de Isopor de 10L	15,00
Medidor de Sólidos totais dissolvidos e condutividade elétrica	29,00
Mangueira de ½ por 1,5 mm (2 metros)	3,90
<b>TOTAL:</b>	<b>305,30</b>

\*\*Itens disponibilizados pelo laboratório.

Fonte: Própria

A Bomba Submersa Resun Sp-3800 (Figura 8) tem como especificações, segundo o fabricante, potência de 25 w, funciona em corrente alternada de 220~240 volts, em uma frequência de aproximadamente de 60 Hz, tem capacidade máxima de altura manométrica de 1,80 m, uma vazão de 2000 L.h<sup>-1</sup> e suporta fluidos com no máximo 35°C.



Figura 8: Bomba Submersa Sp-3800. Fonte: Própria.

O reservatório de coleta da água de refrigeração do destilador tem capacidade volumétrica de 100 L e tem a altura de aproximadamente 1 m.



Figura 9: Reservatório de coleta de água de refrigeração.  
Fonte: Google imagens, junho de 2017.

A qualidade da água destilada foi avaliada em termos de acidez com o medidor de pH modelo HM-1072 (Figura 10) que apresenta as seguintes especificações:

- Peso: 65g;
- Tamanho: 15 x 3 x 1,5 cm;
- Faixa de medição de pH: 0,0 - 14.0 pH;

- Resolução: 0,1 pH;
- Precisão:  $\pm$  pH 0,1 (20 ° C),  $\pm$  0,2 pH;
- Temperatura de Operação: 0 - 50 °C;
- Calibração: manual, 1 ponto;
- 1 chave de fenda;
- 3 x AG 13 baterias botão;



Figura 10: Medidor de pH digital. Fonte: Próprio

Para avaliar a condutividade elétrica da água destilada, foi utilizado um medidor de condutividade elétrica e de sólidos dissolvidos (Figura 11) com as seguintes especificações:

- Marca: Birascan;
- Número do modelo: TDS-02;
- Peso: 55g;
- Precisão: 2%;
- Função de desligamento automático após 5 minutos sem utilizar;
- Tamanho: 154 x 30 x 14 mm;
- Função de bloqueio: fácil de ler e gravar, o instrumento bloqueará a leitura;
- Escala em Graus Celsius: 0,1 – 80,0°C;
- Faixa de medição para Sólidos totais dissolvidos: 0-5000ppm;
- Faixa de medição de Condutividade: 0 - 9990 $\mu$ s.cm<sup>-1</sup>.



Figura 11: Medidor de sólidos totais dissolvidos e condutividade elétrica.  
Fonte: Próprio

A Figura 12 apresenta o esquema do sistema desenvolvido. Para a montagem do sistema realizaram-se as seguintes ações:

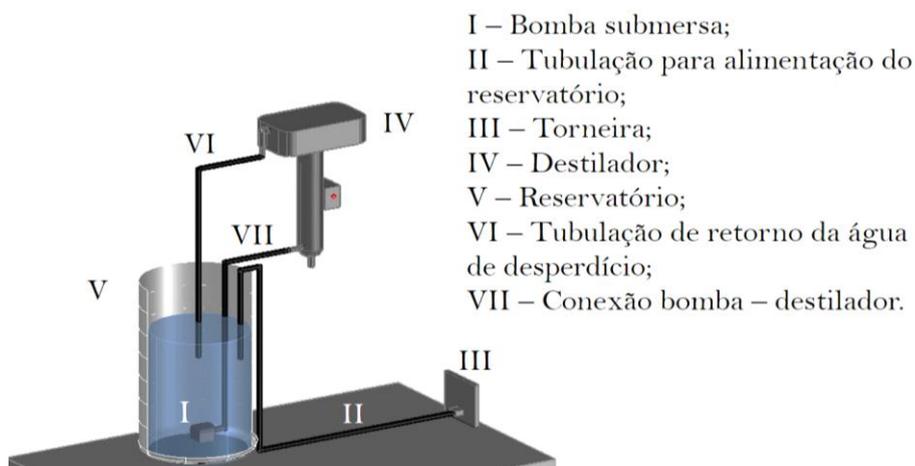


Figura 12: Esquema do sistema de reuso de água para o destilador SL-71/5 .Fonte: Próprio.

- Conexão, através da abraçadeira, do tubo que alimenta o destilador à bomba;
- Adaptação da bomba dentro do reservatório;
- Adaptação do tubo da água de descarte ao reservatório;
- Conexão de um tubo da torneira para a alimentação do reservatório;

- Após a montagem, a torneira foi aberta até o reservatório atingir o volume de água desejado.

#### 4.5 DESENVOLVIMENTO DA PESQUISA

A pesquisa foi desenvolvida em seis etapas. A primeira consistiu em realizar testes no destilador antes da implementação do sistema de reutilização de água. Nesta etapa foram realizadas coletas de dados para dimensionar este sistema. Essa etapa compreendeu o período de 8 de fevereiro a 30 de março de 2017 e consistiu em:

- Monitorar a produção de água destilada em função do tempo de funcionamento do aparelho;
- Variar a vazão da água de refrigeração para observar a influência na eficiência da destilação;
- Monitorar a temperatura da água de descarte, da água de alimentação e do ambiente.

A segunda etapa consistiu em implementar o sistema de reutilização com base nos dados coletados na etapa anterior. Nesta etapa, foram realizados os seguintes procedimentos:

- Aquisição dos materiais;
- Montagem do sistema;
- Avaliação dos dados coletados para dimensionamento do sistema: temperatura superficial do reservatório, pH da água destilada produzido utilizando o sistema, condutividade da água destilada e sólidos dissolvidos.

A terceira etapa consistiu em avaliar o sistema de destilação com reutilização de água de descarte com relação a sua eficiência.

Na quarta etapa, aplicou-se um questionário de sondagem direcionado à comunidade acadêmica (discentes) do curso de licenciatura em Química do IFPB-JP com o objetivo de avaliar o conhecimento dos alunos sobre o processo de destilação no laboratório e verificar se eles compreendem a abordagem CTS,

ou seja, a importância da ciência e tecnologia para resolução de problemas sociais. As questões apresentadas no questionário se encontram a seguir:

- 1 – Você conhece o funcionamento de um destilador? Se sim, em que princípios físicos se baseia o processo de destilação?
- 2 – Você conhece o aparelho de destilação de água do laboratório de química?
- 3 – Você já utilizou o aparelho de destilação? Se sim, em qual disciplina?
- 4- Qual sua concepção de ciências?
- 5- Qual relação você vê entre a Química e a Tecnologia?
- 6- Em termos tecnológicos, como se encontra a nossa sociedade hoje?
- 7- Como se relaciona Química e sociedade?
- 8- Qual a influência da tecnologia na sociedade?
- 9- Como acontece o acesso às tecnologias?
- 10- Qual a posição do Estado frente às tecnologias?
- 11- Na relação Ciência e Tecnologia, você considera que há pontos positivos e negativos?
- 12- Qual a relação do ensino de química com a ciência, a sociedade e a tecnologia?

A quinta etapa consistiu no desenvolvimento de um sistema sustentável para o processo de destilação simples. Inicialmente montou-se o sistema de destilação:

- Acoplou-se o condensador de vidro ao balão de destilação através de uma das rolhas;
- Em seguida apoiou-se o balão de destilação, já conectado ao condensador, sobre a tela de amianto que estava sobre um dos tripés;

- Continuando com a montagem, conectou -se o condensador de vidro a um dos suportes universais através da garra metálica;
- Depois fez outra conexão do segundo suporte universal ao balão de destilação através da segunda garra metálica;
- Em seguida colocou-se o Becker em cima do esquema tripé + tela de amianto e posicionou na saída do destilador para a coleta da água destilada;
- Posteriormente, colocou-se 100 mL de água com algumas gotas de corante azul dentro do balão de destilação;
- Transpassou-se o termômetro pela segunda rolha de forma que saísse do outro lado aproximadamente uns 6 cm.
- Depois, colocou a combinação rolha + termômetro na entrada do balão de destilação.

Após a montagem do sistema de destilação simples, foi realizada a montagem do sistema sustentável. Para a construção desse sistema foi utilizado a mesma Bomba submersa Resun Sp-3800 usado no sistema criado para o Destilador de água SL-71/5.

- A bomba submersa foi acoplada a entrada de água do condensador de vidro por uma mangueira de 1 metro;
- Em seguida, conectou-se outro pedaço de mangueira com o comprimento de 1 metro na saída de água do condensador;
- Posteriormente colocou-se a Bomba submersa Resun Sp-3800 e a mangueira de saída de água do condensador dentro da caixa de isopor.
- Em seguida, foi colocada a água de resfriamento dentro da caixa de isopor de forma que o nível de água (aproximadamente 4 L) fosse superior a altura da bomba e posteriormente foi posto dentro da caixa de isopor duas bolsas de gelo.

A imagem abaixo mostra o sistema de destilação sustentável.

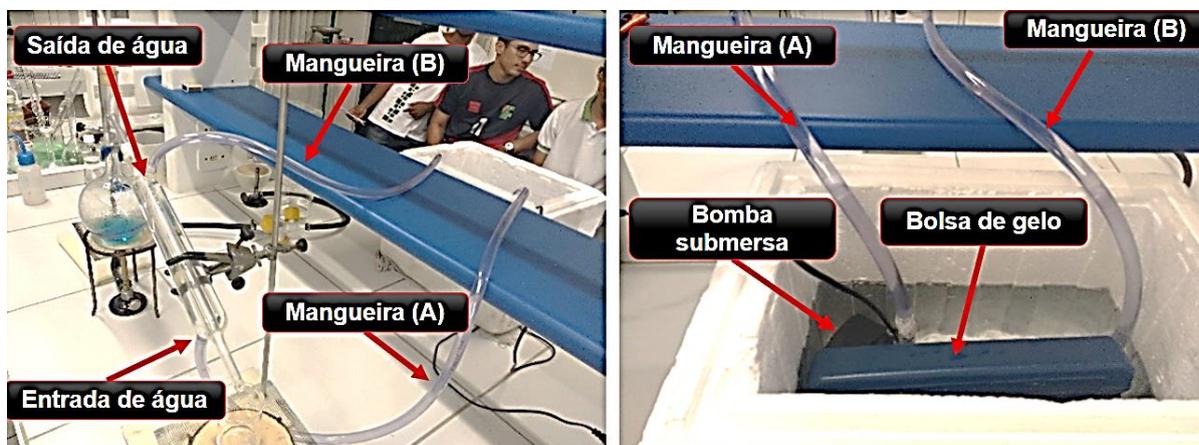


Figura 13: Sistema sustentável de água para a destilação simples  
Fonte: Própria.

A sexta etapa consistiu em uma aula dialogada e expositiva para a turma do 2º ano do ensino médio do curso técnico de mecânica do IFPB - João Pessoa com o quantitativo de discente presente igual 20 sobre os métodos de separação de misturas, suas aplicações e a importância da destilação. Segundo Lopes (2012) a aula expositiva dialogada pode ser descrita como uma exposição de conceitos, com a participação ativa dos alunos, onde o conhecimento prévio é extremamente importante, devendo ser considerado este como o ponto de partida. Nessa aula foi apresentado o destilador de água SL-71/5 e o sistema sustentável de destilação simples. A aula consistiu em explicar:

- Conceito de substâncias simples e substâncias compostas;
- Conceito de misturas homogênea e heterogênea;
- Experimentação para mistura heterogênea: Mistura de água, óleo e pedras
- Apresentação dos métodos de separação;
- Apresentação do sistema sustentável de destilação simples;

- Apresentação do destilador de água SL-71/5;
- Momento de conscientização e importância da água;
- Momento de debate.

## 5. RESULTADOS E DISCUSSÃO

O projeto foi desenvolvido e estruturado com base nos momentos descritos e caracterizados na seção 4.5, Procedimentos Metodológicos. Mediante a metodologia utilizada, as discussões das ações serão divididas em três momentos:

- Momento I: Análise dos dados antes e depois da montagem do sistema de reutilização;
- Momento II: Análise do questionário;
- Momento III: Análise da aula.

### 5.1 MOMENTO I: ANÁLISE DOS DADOS ANTES E DEPOIS DA MONTAGEM DO SISTEMA DE REUTILIZAÇÃO.

Inicialmente, operou-se o aparelho de destilação com a vazão e a duração de funcionamento de costume. A tabela 4 apresenta dados relativos à vazão da água de refrigeração que era desperdiçada no processo e à quantidade de água destilada produzida. Pode-se observar que com um desperdício de água de 5,0 L min<sup>-1</sup>, um total de 300L é desperdiçado por hora.

Tabela 4. Dados relativos à produção de água destilada e consumo (desperdício) de água de refrigeração(A).

Medições Realizadas			
Data	Vazão de desperdício (litros / minuto)	Produção de água destilada (litros / hora)	Temperatura da água de Alimentação (°C)
08/02/2017	5,00	5,50	28,60
15/02/2017	4,00	5,00	28,80
22/02/2017	2,50	3,50	23,40
01/03/2017	3,25	5,25	28,50
08/03/2017	3,75	4,50	28,70
15/03/2017	0,80	0,00	26,30
22/03/2017	1,00	0,00	26,7

Fonte: Própria

Observe-se ainda que, à medida que a vazão de refrigeração foi diminuída para minimizar o desperdício, menos água destilada foi produzida. A temperatura da água alimentada para a refrigeração ficou entre 26 e 29°C. Quando a vazão ficou muito baixa, praticamente não houve produção de água destilada.

Os dados apresentados na Tabela 5 mostram que o desperdício de água por parte do aparelho é verdadeiramente exorbitante uma vez que, a cada hora de funcionamento, eram desperdiçados 300 L de água. No dia 18 de fevereiro de 2017, para 3,27h de funcionamento do destilador, houve um desperdício de água potável de 981 L para produzir 18,0 L de água destilada. Ou seja, do volume total de água (desperdiçada + destilada), só se obteve 1,8% de rendimento.

Tabela 5: . Dados relativos à produção de água destilada e consumo (desperdício) de água de refrigeração (B).

Medições Realizadas					
Data	Temperatura da água de desperdício (°C)	Temperatura do ambiente (°C)	Água desperdiçada / hora	Quantidade destilada neste dia (litro)	Tempo de funcionamento do destilador no dia (hora)
08/02/2017	40,20	19,80	300,0	18,00	3,27
15/02/2017	40,80	19,90	240,0	9,50	1,90
22/02/2017	40,50	18,90	150,0	4,50	1,29
01/03/2017	42,80	19,00	195,0	10,50	2,00
08/03/2017	41,30	19,20	225,0	10,00	2,22
15/03/2017	80,00	20,00	42,6	0,78	0,30
22/03/2017	80,00	20,30	43,0	0,80	0,33

Fonte: Própria

Nos monitoramentos seguintes, a vazão da água de desperdício e a duração de funcionamento foram sendo alterados e registrados seus respectivos quantitativos. A cada dia, a quantidade de água destilada foi sendo produzida conforme a necessidade do laboratório para se evitar mais desperdício por falta de armazenamento.

Sabendo-se que a destilação é um processo baseado na condensação de vapor e conseqüentemente na troca de calor, assim como afirma Constantino, Silva e Donate (2004) logo, é indispensável o fator temperatura no processo de destilação.

Para a água, a condensação pode ser entendida como um processo de troca térmica úmida proveniente da mudança de estado de vapor d'água contido no ambiente para o estado líquido. Quando a *umidade relativa* do ar, conhecida também por grau hidrométrico, se eleva até o percentual de 100%, o vapor d'água se encontra a uma temperatura denominada ponto de orvalho e é a partir dessa temperatura que a condensação tem início. (COSTA, 2003; FROTA; SCHIFFER, 2003)

Pode-se compreender o processo da destilação a partir da lei zero da termodinâmica, que segundo Halliday *et al* (2012), é o fenômeno da transferência de calor de um corpo para outro até que suas temperaturas atinjam a equivalência. Outro aspecto importante nessa lei é que o calor, ou seja, a energia térmica sempre vai fluir do corpo de maior temperatura para o de menor. (HALLIDAY *et al* 2012)

A interpretação dessa lei nos permite compreender o que ocorre dentro do tubo condensador do aparelho de destilação.

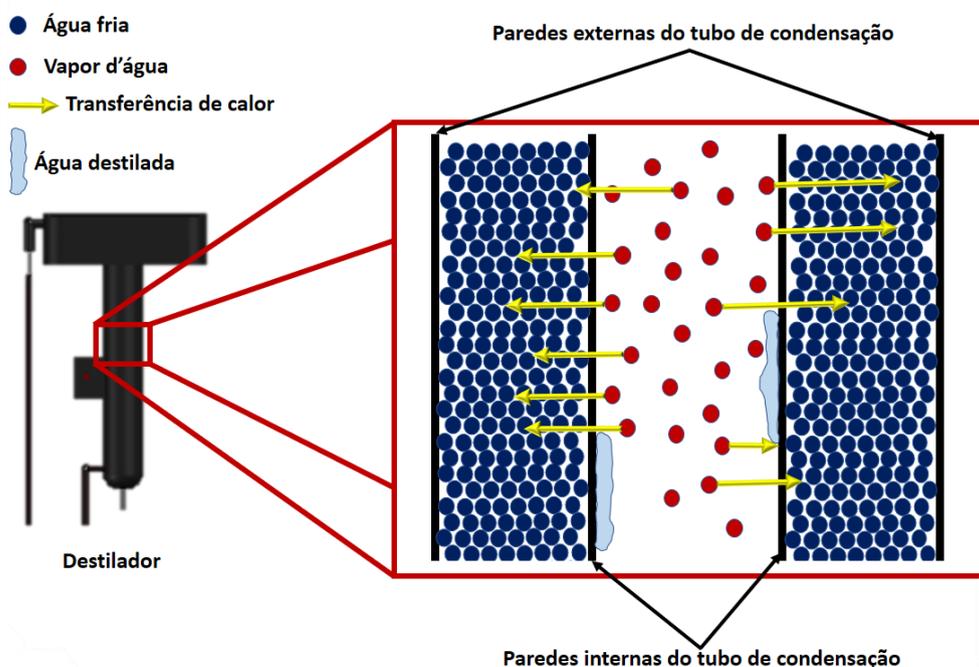


Figura 14: Transferência de energia térmica do vapor e formação de água destilada. Fonte: Própria.

A figura 14 mostra a transferência de calor do vapor d'água para a água de alimentação no processo de formação de água destilada. Como o vapor tem sua temperatura mais elevada que a da água de alimentação, o vapor transfere calor para o corpo de menor temperatura, e por decorrência dessa transferência de calor, o vapor diminui sua temperatura até a do ponto de orvalho que por sua vez condensa e assim há formação de água destilada.

Outra consequência da lei zero aplicada ao processo de destilação é que se a água de alimentação, que na imagem é representado por bolas azuis, estiver em temperaturas iguais à do vapor, não haverá troca de calor e o sistema termodinâmico não irá sofrer alteração. Se a água de alimentação estiver com temperatura superior à do vapor, a água de alimentação transferirá calor para o vapor e como consequência irá aumentar mais ainda a temperatura do vapor. Esse último caso pode ser compreendido melhor com auxílio da figura abaixo.

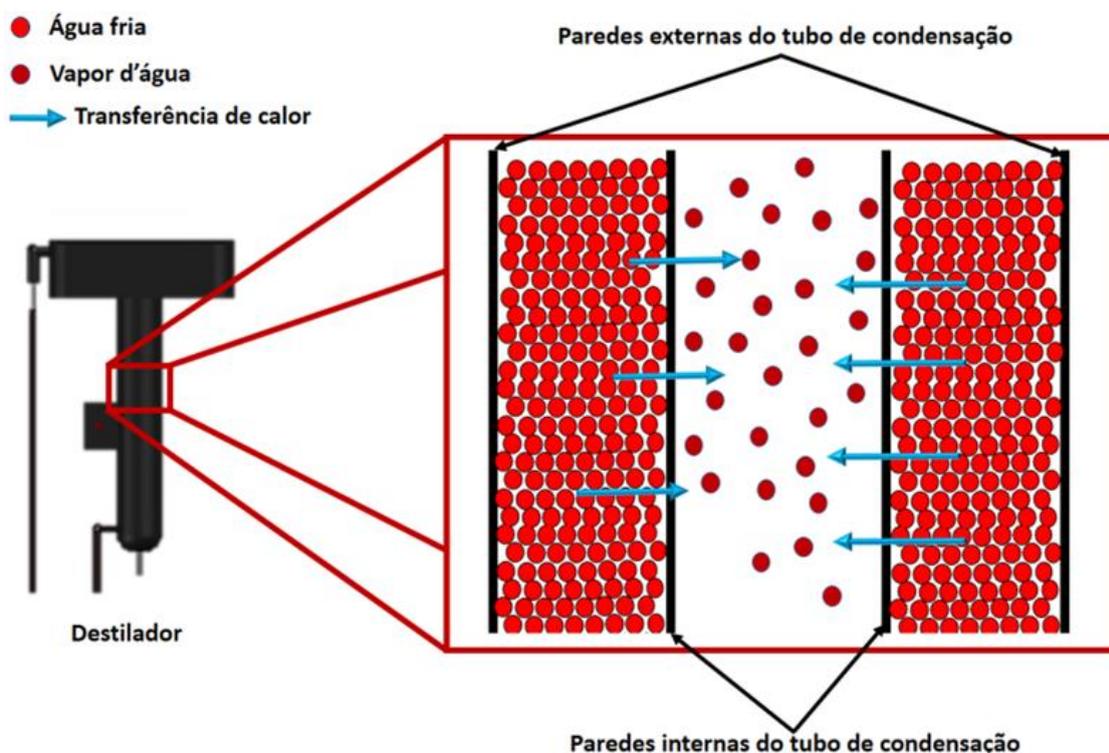


Figura 15: Transferência de calor da água de alimentação para o vapor d'água. Fonte: Próprio.

A consequência dessa situação, caso ocorresse no sistema de reutilização, é que não haveria abaixamento da temperatura do vapor. Como consequência, o vapor não iria atingir o ponto de orvalho, não se condensaria e, assim, não haveria a formação de água destilada.

O Gráfico 1 apresenta o comportamento da temperatura da água desperdiçada após passar pelo destilador. Após trocar calor com o vapor da água que condensa, a água de refrigeração se aquece e sua temperatura se eleva. A elevação da temperatura depende da vazão. Quando a vazão é elevada, o tempo de contato da água de refrigeração com as paredes quentes do destilador é pequeno e a temperatura não se eleva tanto. Para uma vazão de  $5,0\text{L min}^{-1}$  a temperatura de saída sobe para  $40^{\circ}\text{C}$ . Quando a vazão cai para  $1,0\text{L min}^{-1}$  a temperatura da água de refrigeração se eleva para  $80^{\circ}\text{C}$ . Como o objetivo é reutilizar esta água, se ela retornasse para o destilador, a produção de água destilada estaria comprometida pois não haveria refrigeração do sistema suficiente para condensar os vapores.

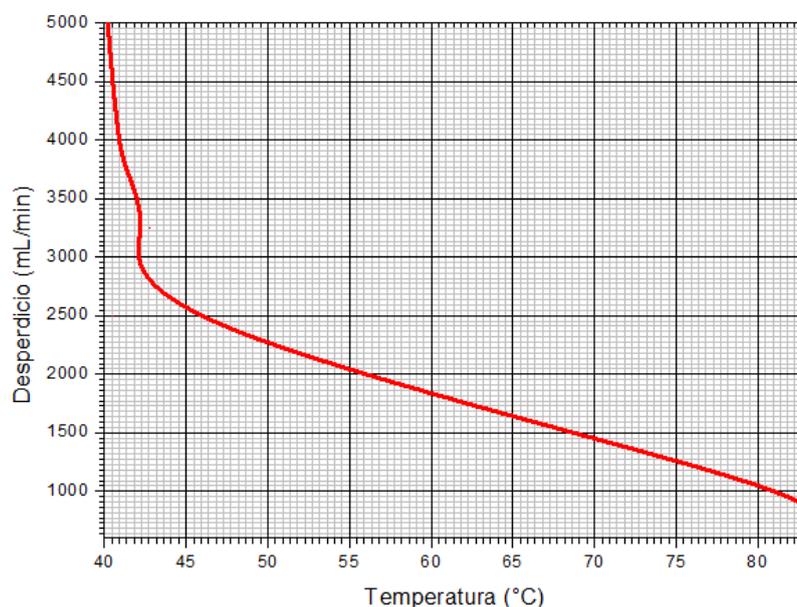


Gráfico 1: Desperdício versus temperatura.

Fonte: Própria.

As Figuras 16 e 17 permitem entender melhor essa dependência da temperatura com a vazão. Inicialmente a água de alimentação supre o destilador até atingir o volume máximo, que é de aproximadamente 14L (Figura 16).

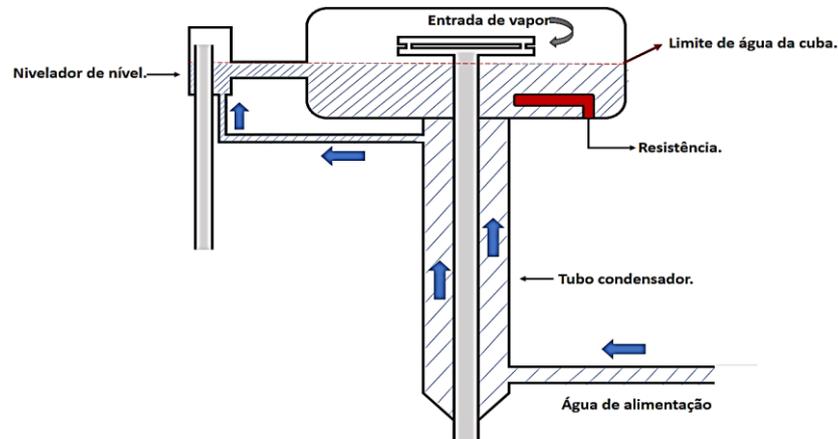


Figura 16: Funcionamento do destilador (a). Fonte: própria.

Após ter atingido o limite dentro da cuba, água começa a sair pelo nivelador para que a quantidade dentro da cuba se mantenha constante e água não entre pela entrada de vapor (Figura 17).

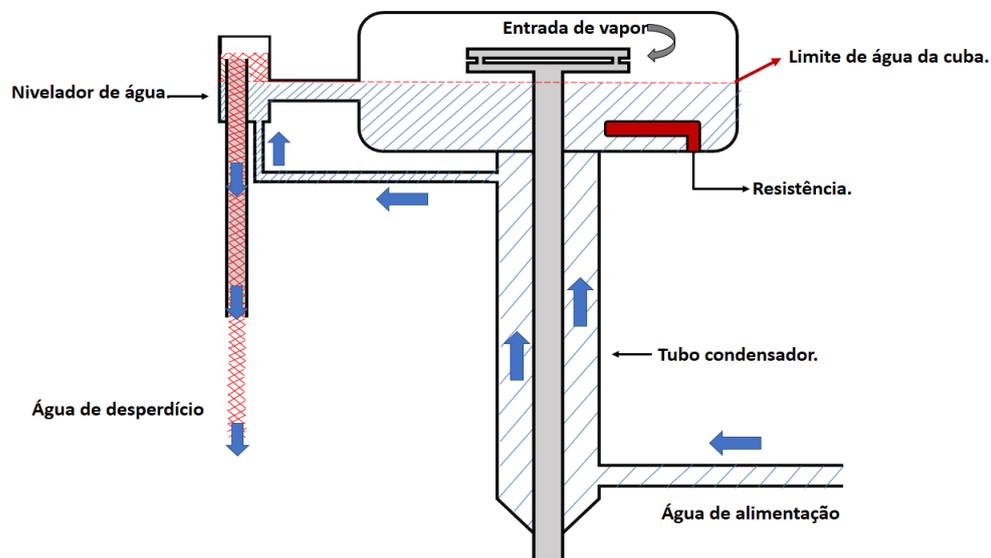


Figura 17: Funcionamento do destilador (b). Fonte: Própria.

Quando a vazão é baixa a água que está dentro da cuba passa mais tempo em contato com a resistência em virtude do pouco arrasto proveniente da vazão baixa e como consequência a água aquece até atingir temperaturas elevadas. O que justifica as duas últimas linhas das Tabelas 4 e 5. A vazão foi

tão baixa, que a água dentro da cuba superaquecia o aparelho fazendo com que ele se desligasse com pouquíssimo tempo de uso, a ponto de não dar tempo de produzir uma quantidade significativa de água destilada.

Com o conhecimento do comportamento do destilador, o sistema para reutilização da água de refrigeração foi montado em cima da bancada conforme apresentado na Figura 18.

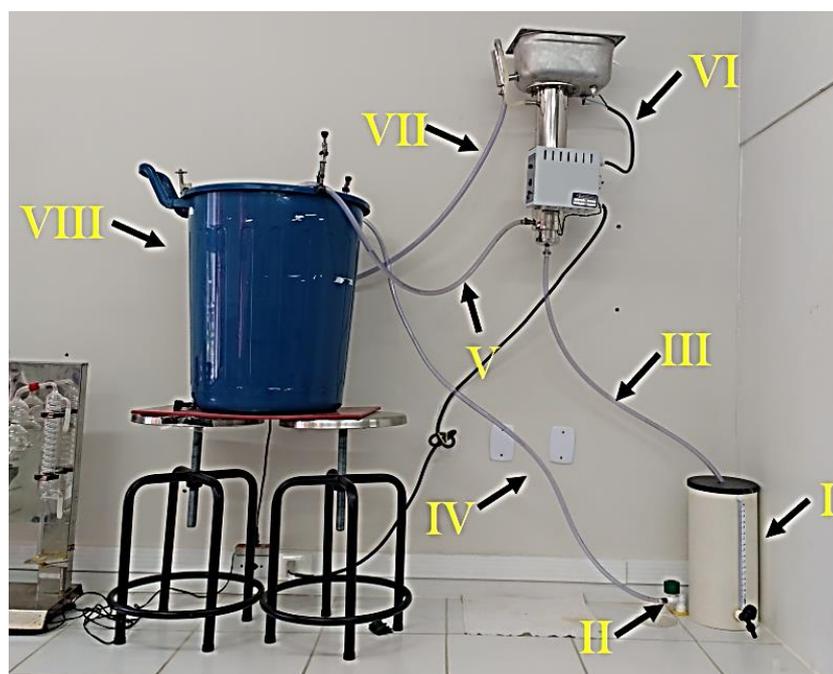


Figura 18: Sistema sustentável de água para o destilador SL-71/5.  
Fonte: Própria.

- I – Coletor de água destilada;
- II – Torneira;
- III – Tubo para saída de água destilada;
- IV – Tubo para alimentação do reservatório;
- V – Tubo para alimentação do destilador;
- VI – Tubo de realimentação do reservatório;
- VIII – Reservatório.

Baseando-se ainda na lei zero da termodinâmica, o sistema foi criado para que a água de retorno fosse resfriada por uma porção de água dentro do reservatório e assim obtidos os dados na tabela 6.

Tabela 6: Dados do sistema de reutilização.

Ensaio 1 - 06/04/2017							
Tempo (min)	0	10	20	30	40	50	
Temperatura (°C)	26	29,1	32,4	37,2	45,3	72	
Volume destilado (L)	4,300						
Volume no reservatório (L)	≈75						
Ensaio 2 - 13/04/2017							
Tempo (min)	0	10	20	30	40	50	
Temperatura (°C)	26	29,1	32,4	37,2	45,3	73	
Volume destilado (L)	4,200						
Volume no reservatório (L)	≈70						
Ensaio 3 - 18/04/2017							
Tempo (min)	0	10	20	30	40	50	80
Temperatura (°C)	24,4	28,8	32,9	37,1	45,4	52,8	55,7
Volume destilado (L)	5,300L						
Volume no reservatório (L)	≈90L						
Ensaio 4 - 25/04/2017							
Tempo (min)	0	10	20	30	40	50	60
Temperatura (°C)	25,5	27,8	32,6	37,5	43,5	48,9	51
Volume destilado (L)	4,900						
Volume no reservatório (L)	100L						
Ensaio 5 - 01/05/2017							
Tempo (min)	0	10	20	30	40	50	60
Temperatura (°C)	25	27,8	33,5	37,5	45	53,3	52,4
Volume destilado (L)	4,500						
Volume no reservatório (L)	100L						
Ensaio 6 - 08/15/2017							
Tempo (min)	0	10	20	30	40	50	60
Temperatura (°C)	26	29,1	33,1	36,6	45	50,3	52,4
Volume destilado (L)	4,600						
Volume no reservatório (L)	100						

Fonte: Própria

No sistema final, 100 L de água são colocados no reservatório de modo que, ao iniciar o bombeamento, 14 litros são utilizados para preencher o destilador e, enquanto é bombeada, parte da água é destilada e parte é usada

para ser refrigerada. Esta última não é mais desperdiçada. Ela retorna para o reservatório. Como existe um grande volume de água no reservatório, esta dissipa o calor e resfria a água de retorno.

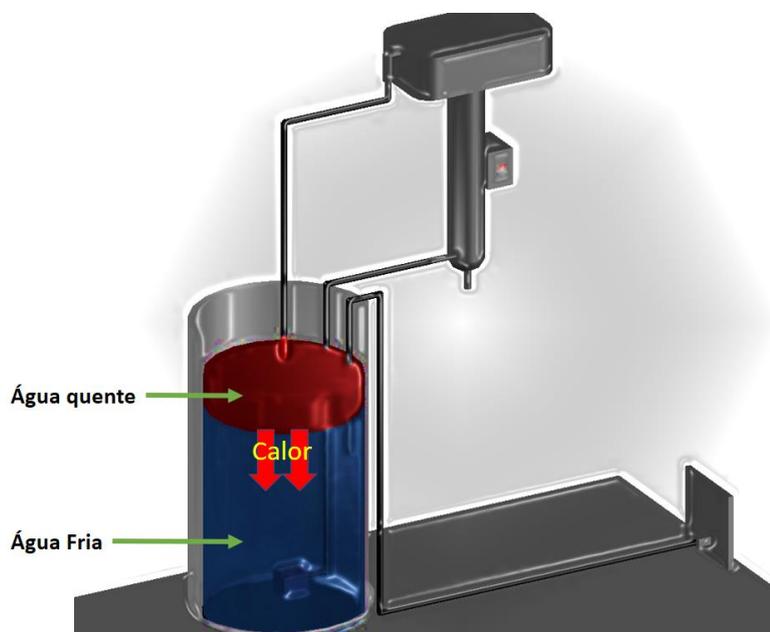


Figura 19: Resfriamento da água quente.  
Fonte: Próprio

De acordo com os dados coletados para o sistema de reuso, não é vantajoso manter um tempo de destilação superior a 60 minutos, pois, água do reservatório começa a atingir temperaturas elevadas e a bomba passaria a ter problemas. O que poderia explicar que a bomba tenha suportado as temperaturas registradas é que as medidas foram feitas na superfície, já que o tubo foi posto de modo a se manter o mais distante possível da bomba que está no fundo do reservatório. Uma bomba de maior capacidade de vazão e, portanto, de refrigeração foi solicitada para substituir a bomba utilizada.

Após a produção da água destilada, foi retirada uma alíquota para determinar a condutividade elétrica e o pH. As análises foram todas realizadas no mesmo dia e na mesma temperatura, sequencialmente.

A condutividade elétrica da água destilada medida antes da adaptação do sistema de reuso foi de  $2 \mu\text{S}\cdot\text{cm}^{-1}$ . Para a água destilada produzida pelo sistema, a condutividade elétrica obtida foi a mesma,  $2 \mu\text{S}\cdot\text{cm}^{-1}$  (Figura 20) o que indica

que as adaptações não influíram na qualidade da água produzida, corroborando com a estimativa para condutividade da água destilada apresentada por Torres e Gama (2005), que varia de 0,1 a 4,0  $\mu\text{S}\cdot\text{cm}^{-1}$ .



Figura 20: Medição da condutividade elétrica.  
Fonte: Próprio

As medidas de pH antes e depois das adaptações também foram as mesmas, sendo o pH igual a 6,5 na temperatura de 32°C (Figura 21).



Figura 21: Medição do pH.  
Fonte: Próprio

Segundo Marieb e Hoehn (2009), para que a água tenha pH igual a 7, é necessário que seja ultrapura e esteja na temperatura de 25 °C. Nesta situação,

as concentrações de  $\text{OH}^-$  e  $\text{H}_3\text{O}^+$  devem ser iguais a  $1,0 \times 10^{-7} \text{ mol L}^{-1}$ . Como a água recém destilada não está isolada do gás carbônico da atmosfera, existe um pequeno aumento de acidez da água quando o  $\text{CO}_2$  se dissolve e, conseqüentemente, ocorre uma pequena queda no valor do pH devido a formação de ácido carbônico. Descrevendo o que Atkins (2012) afirma sobre o exposto:



## 5.2 MOMENTO II: ANÁLISE DO QUESTIONÁRIO

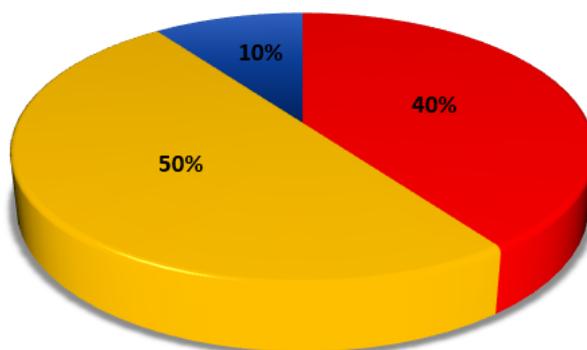
Para esse momento do trabalho, foi realizada uma pesquisa em forma de questionário para analisar a compreensão dos alunos do CSLQ do IFPB Campus João Pessoa quanto a compreensão de processos de destilação e quanto a integração CTS de modo a apresentar orientações no sentido de melhorar a formação dos mesmos. Serão apresentados aqui gráficos e alguns trechos das falas dos discentes entrevistados. É válido salientar que as transcrições das falas foram realizadas de forma LITERAL. Outra observação a ser feita é que a discussão das falas não tem como função avaliar qualquer forma gramatical que fuja das regras exigidas pela língua escrita, e sim, o que o discente deseja expressar com suas argumentações em resposta às perguntas.

**Pergunta 1:** Você conhece o funcionamento de um destilador? Se sim, em que princípios físicos se baseia o processo de destilação?

Analisando as respostas, pôde-se observar que todos os entrevistados afirmaram que conheciam o processo de destilação. Mas quando indagados sobre quais os princípios físico-químicos envolvidos, mais da metade não soube explicar, como pode ser ilustrado no Gráfico 2.

Como pode ser observado, apenas 40% dos entrevistados souberam responder à pergunta. Em muitas das respostas dadas, os discentes

confundiram o objetivo da destilação com os princípios físico-químicos envolvido, de forma que as respostas dadas por alguns discentes foram:



■ Explicaram ■ Não explicaram corretamente ■ Não responderam

Gráfico 2: Acertos e erros referente a pergunta 1. Fonte: Própria

**Discente A**, 2ª período – “*Sim. A destilação consiste na remoção dos minerais e sais presentes na água.*”

**Discente D**, 4º período – “*Sim. É um processo que retira os sais da água.*”

**Discente C**, 2º período – “*Sim, conheço o processo de destilação da água que tem como função remover os sais dissolvidos na água.*”

No entanto, os alunos J, I e G responderam das seguintes maneiras:

**Discente J**, 5º período – “*Sim. Baseia-se na diferença dos pontos de ebulição de dois líquidos miscíveis.*”

**Discente I**, 4º período – “*Sim, se baseia na ebulição e condensação da água.*”

**Discente G**, 7º período – “*Sim. Basicamente o processo se resume no aquecimento da água para a eliminação de sais e posteriormente ela é resfriada e pronta para uso*”

Segundo Afonso (2012) os processos físicos que são necessários para a formação da água destilada é a evaporação e a condensação, sucessivamente. Dessa forma podemos observar que os discentes I e G compreendiam os processos envolvidos na destilação. No caso do discente J, a sua resposta é pouco precisa, já que não responde especificamente os processos físicos que estão envolvidos, de forma que só a ebulição é citada e deixando de ser mencionado a condensação.

As questões 2 e 3, que podem ser compreendidas como complementares, foram as seguintes:

**Pergunta 2** - Você conhece o aparelho de destilação de água do laboratório de química?

**Pergunta 3** - Você já utilizou o aparelho de destilação? Se sim, em qual disciplina?

O Gráfico 3 sumariza as respostas obtidas.

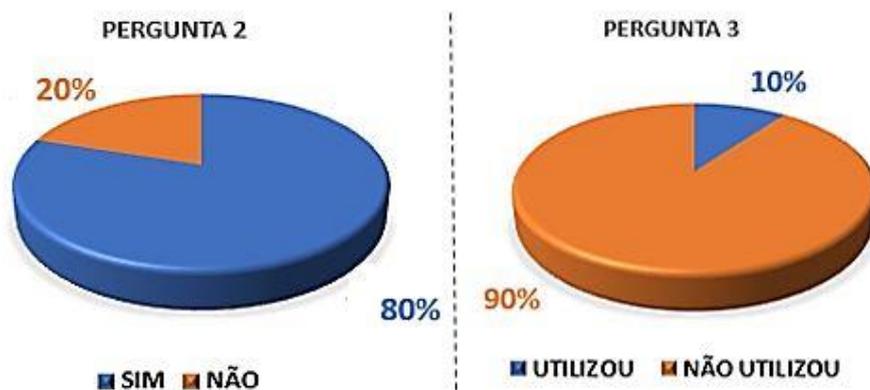


Gráfico 3: Estatística referente às perguntas 2 e 3. Fonte: Própria

Como pode ser observado, mais da metade dos entrevistados conhecem o aparelho de destilação de água do laboratório o que determina as respostas à

questão 3. 90% dos entrevistados nunca utilizaram o aparelho de destilação de água. Pode-se concluir, então, que os alunos, por não terem conhecimentos sobre o equipamento de destilação, não têm entendimento ou noção do desperdício de água gerado pelo aparelho. É interessante observar que em grande parte de suas formações, os alunos de graduação desenvolvem atividades no laboratório. Quando questionados sobre em que disciplina eles tiveram contato com o destilador, apenas 10% afirmou já ter utilizado na disciplina de Química Geral. A seguir, seguem-se algumas falas referentes à Questão 2.

**Discente D**, 4º período – *“Não. Nunca utilizei e em nenhuma disciplina me apresentaram o funcionamento”*.

**Discente E**, 7º período – *“Não. O aparelho de destilação nunca foi apresentado em nenhuma disciplina”*.

Nas falas acima, podemos notar os fatos anteriormente discutidos. Um dos pontos mais marcantes é que os discentes são do 4º e do 7º período, ou seja, um deles está na metade do curso e outro em conclusão sem ao menos ter conhecimento do funcionamento e dos gastos de água gerados por um dos aparelhos mais importantes do laboratório. Afinal, toda água destilada no laboratório é produzida devido à utilização desse aparelho.

A partir da Pergunta 4, foram avaliadas as concepções dos alunos acerca da abordagem CTS de integração Ciência-Tecnologia-Sociedade. A questão 4 foi a seguinte:

**Pergunta 4:** Qual a sua concepção de ciências?

O Gráfico 4 ilustra as respostas obtidas para esta indagação. Como se pode observar no gráfico, apenas 30% dos entrevistados não responderam à pergunta. Foi notório que, para grande parte dos discentes, a pergunta se caracterizava como sendo de um grau de dificuldade considerável, já que muitos, no ato da entrevista, afirmaram que essa pergunta era um pouco “capciosa”. Outros afirmaram que a pergunta tinha um sentido muito amplo, justificando assim o fato de não conseguirem responder.

A seguir, algumas das respostas sondadas na entrevista:

**Discente D** – “É o estudo do ser vivo, as propriedades das matérias, físicas e químicas”.

**Discente D** – “É o estudo do ser vivo, as propriedades das matérias, físicas e químicas”.

**Discente B** – “Ciência é química, aspectos do corpo humano e várias coisas do cotidiano”.

**Discente H** – “São estudos dos fenômenos Físicos, Químicos e Biológicos que ocorrem na natureza”.

**Discente C** – “É a área/disciplina que estuda a natureza buscando explicações para eventos naturais e desenvolver métodos e técnicas”.

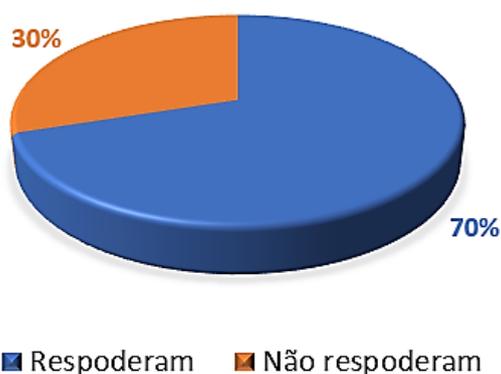


Gráfico 4: Estatística das respostas à questão 4. Fonte: Própria

Na maioria das respostas as palavras química, física e biológica aparecem demonstrando que os discentes normalmente associam o conceito de Ciência apenas ao campo das ciências exatas e biológicas. Também, o discente B limita mais ainda a definição de Ciência afirmando que ela é a química propriamente dita e ainda associa Ciência como aspecto do corpo humano. Dentre as

definições para a palavra “aspecto”, a que talvez se enquadre na resposta do discente B seja, segundo Houaiss (2009), “categoria semântica que expressa detalhes qualitativos ou quantitativos internos de uma determinada ação, processo ou estado”. Porém, a resposta ainda é uma definição limitada de Ciência.

Segundo Campos, 2010, a ciência é uma representação da realidade de tal forma que pode ser definida como:

A ciência é forma de explicar a realidade, que tem como características: linguagem própria; conhecimento acumulável, registrável e refutável; e articulação entre procedimentos metodológicos e fundamentos epistemológicos. (p. 29)

Afim de complementar essa definição, é interessante considerar a definição de Houaiss (2009) em consideração para termo ciência. Ciência é: “Conhecimento que, em constante interrogação de seu método, suas origens e seus fins, obedece a princípios válidos e rigorosos, almejando especular coerência interna e sistematicidade”. (HOUAISS, 2009, p 420).

A questão 5 tinha por objetivo compreender se os alunos associavam a Ciência Química com os aspectos tecnológicos do desenvolvimento social e não apenas com a tecnologia pura, de ponta. A questão foi:

### **5 – Qual relação você vê entre química e a tecnologia?**

Nesse momento 100% dos discentes entrevistados responderam à pergunta a acima. Segue algumas falas abaixo.

**Discente G:** *“A química é uma ciência e a tecnologia consiste na aplicação da ciência. Um exemplo disto seria a manipulação de medicamentos nanométricos que possibilitam a ação imediata na região do corpo desejado”.*

**Discente C:** *“Na minha concepção ambas buscam desenvolver métodos que auxiliam no bem-estar da sociedade como um todo”.*

**Discente J:** *“A química possibilita o avanço tecnológico através da aplicação de suas descobertas”.*

**Discente H:** *“A tecnologia tem muito a crescer com o estudo avançado da química”.*

**Discente A:** *“A química faz parte da tecnologia, logo, estão sempre em conjuntos”.*

Como pode ser observado das falas acima, apenas o discente C relacionou Ciência, Tecnologia e Sociedade. Existem ideias de integração ciência e tecnologia na maioria das falas, mas não de preocupações com as implicações político-sociais do conhecimento desenvolvido. Questões como “Como estas tecnologias afetam nosso futuro, nossos filhos, as futuras gerações? “Este tipo de tecnologia é útil para que? “; “Por que produzir tecnologias químicas armamentistas? “Estas questões são questões que uma abordagem CTS elabora e exige reflexões e respostas. A ausência das preocupações político-sociais com as consequências dos desenvolvimentos científicos e tecnológicos foram constantes em todas as questões a seguir e, para evitar redundância no sentido de chamar atenção para esta questão, as próximas análises não serão realizadas neste sentido. Serão avaliadas apenas as impressões científico-tecnológicas das respostas dos alunos.

As questões de 6 a 12 a seguir avaliam como o discente percebe a sociedade tecnológica atual.

## **6- Em termos tecnológicos, como se encontra a nossa sociedade?**

Assim como a questão anterior, todos discentes entrevistados responderam à questão de número 6.

**Discente A:** *“A tecnologia a nível mundial está muito avançada correspondendo as necessidades da sociedade. Mas ainda falta muito o que desenvolver/avançar”.*

**Discente C:** *“Se encontra no nível de avanço satisfatório, mas poderá estar bem mais desenvolvidas quando comparada com outros países mais desenvolvidos”.*

**Discente B:** *“A sociedade encontra-se bastante moderna e avançada, no que diz respeito a tecnologia”.*

**Discente J:** *“Encontra-se em um patamar avançado”.*

Todos os discentes concordaram afirmando que a tecnologia está avançada ou está avançando.

Entende-se que as transformações sociais estão diretamente ligadas às transformações tecnológicas da qual a sociedade toma posse para se desenvolver e se manter. Novas concepções surgiram, novas práticas, ocupações, tudo mudou em tão pouco tempo. A sociedade passou a ser denominada não por aquilo que é ou pelos seus feitos, mas a partir dos instrumentos que passou a utilizar para evoluir. (KOHN e HERTE, 2007)

Valorizou-se o conhecimento; a riqueza dos países passou a ser medida pelo acesso à tecnologia e sua capacidade de desenvolvimento na área; a informação e as práticas relacionadas a ela se tornaram o principal setor da economia. Estes três principais fatores levam hoje à instauração de um simbolismo da tecnologia como bem maior, a ser perseguido e incorporado em novas práticas sociais. (KOHN e HERTE, 2007)

## **7- Como se relaciona química e sociedade?**

**Discente B:** *“Uma relação bem direta, pois a química explica vários fenômenos frequentes na sociedade”.*

**Discente D:** *“A química é presente em tudo, nos remédios, na gasolina, na agricultura. O fator químico interfere em aspectos financeiros, biológicos entre outros”.*

**Discente C:** *“Em basicamente tudo. Por mais que a grande parte da sociedade não possua o conhecimento científico, a química está totalmente inserida no nosso cotidiano”.*

**Discente G:** *“A química estuda os fenômenos de transformação da matéria. Tudo que envolver estas transformações no cotidiano faz a ponte entre química e a sociedade”.*

**Discente E:** *“Total relação pois há química em tudo de nossas vidas”.*

Nas falas acima, pode-se notar um desenvolvimento maior na argumentação do discente G quando comparado aos outros. Em sua fala, é apresentado, mesmo que de um modo generalizado, uma relação: “As transformações da matéria”.

De fato, na sociedade, as transformações da matéria são responsáveis por alavancar o desenvolvimento. Segundo Santo (2010), o mundo seria totalmente diferente se a química não estivesse se desenvolvido, já que a química tem função ativa e intensa na sociedade.

A Química é uma das ciências fundamentais do mundo de hoje, ao proporcionar um conhecimento indispensável para satisfazer as necessidades da sociedade na saúde, no ambiente, na agricultura, na alimentação, nos novos materiais, etc.. Mas é muito mais do que isto. É uma forma de cultura e um meio de satisfazer os anseios intelectuais do homem, dando respostas a muitas das suas interrogações. (Santo, 2010, p 6)

Porém, as palavras “química” e “químicos” atualmente, para a maior parte da sociedade, são sinónimos de tóxico, poluente, insalubre. Embora o desenvolvimento da química tenha sido um dos pilares em que se assentou a transformação radical do estilo de vida nos países desenvolvidos nos últimos

cinquenta anos, na opinião pública, sobretudo as europeias e norte – americana, a sua imagem atual não é associada aos benefícios que trouxe. (SANTO, 2010)

Esta é uma tendência que abrange toda a tecnologia moderna, mas a Química é particularmente afetada. As causas, reais ou virtuais, desta imagem negativa estão ancoradas na visão de chaminés de fábrica libertando gases tóxicos, ou em desastres ecológicos. Mas mais do que estes e outros desastres, tem sido um desconforto indefinido, mas progressivo, em relação aos efeitos colaterais do progresso tecnológico que tem levado a opinião pública dos países ricos a virar-se contra a “Química”. No entanto, o movimento da Química Verde ou Química Sustentável é a resposta dos químicos, para atenuar esta imagem negativa. (SANTO, 2010).

## 8 – Qual a influência da tecnologia na sociedade?

O gráfico 5 apresenta a estatística dos discentes que responderam à pergunta acima.

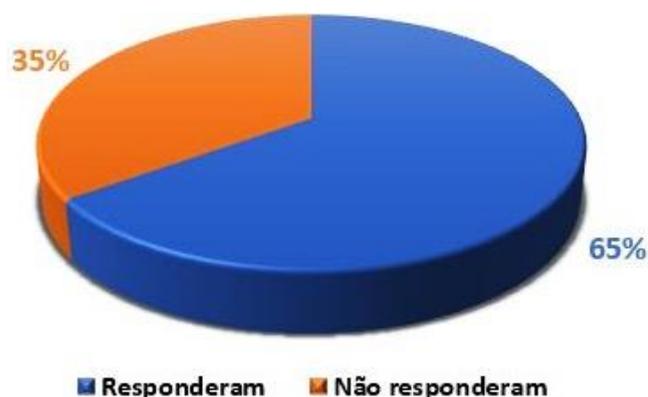


Gráfico 5: Percentual dos que responderam a pergunta 8. Fonte: Própria.

Como pode ser observado, 65% dos alunos responderam à questão. Algumas das respostas dos discentes correspondentes a questão 8 da entrevista foram as seguintes:

**Discente J:** *“Facilita a vida da sociedade através da otimização de comunicação”.*

**Discente A:** *“A sociedade progride a partir do avanço da tecnologia”.*

**Discente E:** *“Auxiliam na vida cotidianamente, para melhorar algo, ex a qualidade de vida, ex: de uma alternativa de um combustível limpo, barato”.*

**Discente B:** *“Dependendo de como a tecnologia é usada a sua influência para a sociedade é bastante positiva, pois facilitar comunicação e até aprendizagem de assuntos, quando usada para esse fim”.*

**Discente G:** *“Atualmente, é possível dizer que 99% da sociedade depende da tecnologia, pois como dito anteriormente a tecnologia trata da aplicação”.*

Como pode ser observado, todos discentes concordam que a sociedade depende da tecnologia. O determinismo tecnológico preconiza que os fenômenos sociais, econômicos, culturais, etc. são determinados por questões técnicas/tecnológicas. Isto leva a duas possíveis interpretações: (I) a de que a tecnologia é a causa das mudanças sociais e (II) a da autonomia da tecnologia, não sofrendo influências sociais. (CAMPOS, 2010)

Em concordância com a interpretação I do parágrafo anterior, Poli (2017) afirma que antes da chegada da tecnologia, as pessoas precisavam de se locomoverem aos bancos, órgãos públicos prestadores de serviço ou até mesmo no que tange a alimentação ir aos restaurantes, nos dias atuais, com o advento dos *tablets*, celulares smartphones, pode-se utilizar os aplicativos dentre outras ferramentas de comunicação para solicitar serviços aos bancos, órgãos públicos e comida aos restaurantes. Com essas funcionalidades à disposição, o ser humano deixou de fazer esforço de deslocamento aos locais na busca da informação e prestação de serviços, ou seja, a sociedade passou a ser mais sedentária, fator esse que influencia na saúde da população. Trabalhos com escrita e leitura foram modificados. Trabalhos feitos manualmente, ou seja, escritos a caneta, com a evolução, passaram a ser digitados. Onde

carregávamos livros e jornais, o que fisicamente é um grande peso, pode-se ter na palma da mão.

Conclui-se que de fato, a tecnologia tem um papel poderoso na construção social. Poli (2017) porém adverte aos perigos que essa tecnologia pode acarretar para população, pois quanto mais o ser humano se torna dependente da tecnologia, mais ele pode acabar perdendo sua principal característica que é o poder de decisão.

### 9 – Como acontece o acesso às tecnologias?

O gráfico 6 ilustra o resultado das respostas dos discentes a esta questão.

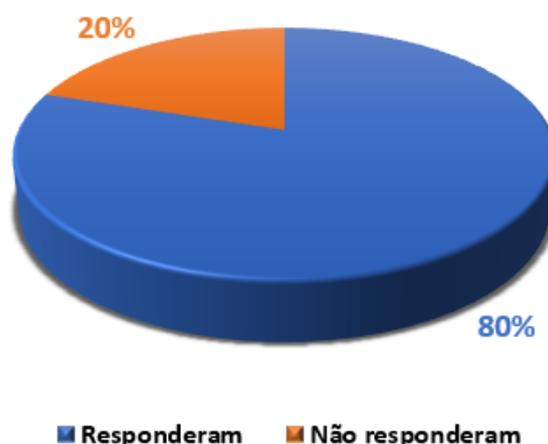


Gráfico 6: Percentual dos discentes que responderam a questão 9.  
Fonte: Própria.

Para essa pergunta houveram diferentes respostas e apenas 20% dos discentes não responderam como mostra o Gráfico 6. Seguem elencadas algumas falas dos discentes.

**Discente B:** *“Geralmente, acontece por meios de wifi aberto ou na casa do usuário.”*

**Discente G:** *“Acontece de várias formas, sendo a principal delas a educação”.*

**Discente A:** *“É mais acessível nas universidades. Nas escolas, há falta de laboratório”.*

**Discente J:** *“Através de sua difusão na sociedade”.*

**Discente H:** *“Existe um divisor, se for em comunidades carentes, podemos apresentar as novas tecnologias em meio a escola, e em outro nível social através dos mais diversos meios de comunicação”.*

Como pode ser observado, os discentes A, G e H associaram o acesso à tecnologia ao âmbito escolar. Nesse contexto, Sousa *et al* (2011) afirmam que a partir da rápida evolução tecnológica, diversas formas de ensino foram estabelecidas, no sentido de apoiar-se a um conjunto diversificado de recursos em que favorece o uso da multimídia no processo de ensino e aprendizagem, ou seja à utilização dessas tecnologias como uma ferramenta didática, como por exemplo, o jogo digital lúdico, que agrega fatores como diversão, prazer, habilidades e conhecimentos.

No tocante a ciência química, o recurso tecnológico configura-se como um método eficaz uma vez que é um fator motivacional, pois disponibiliza atividades diversificadas e atrativas, constituindo-se em um instrumento multifacetado, favorecendo na aprendizagem e resolução de problemas, por meio da interação do saber.

O discente A, em sua resposta, relaciona o acesso às tecnologias com o acesso ao laboratório, o que provavelmente faz referência aos equipamentos usados nos laboratórios. Cass e Barreiro (2011) no trabalho intitulado *“Os Avanços Tecnológicos na Química Analítica: Sucessos e Desafios”* traz uma série de avanços tecnológicos no que diz respeito a química e seus métodos analíticos no qual se encontram abaixo dois recortes:

Os avanços tecnológicos que proporcionaram a hifenação das técnicas de separação às técnicas de espectrometria de massa (MS) e ressonância nuclear magnética (NMR), permitem a identificação estrutural completa (ou parcial), *on-line*, de misturas complexas. Com isso, evit-se, portanto, a perda de tempo com isolamentos de compostos de baixo interesse estrutural e/ou de atividade biológica,

além de se permitir a caracterização de compostos lábeis e/ou voláteis de difícil isolamento.(p.37).

No acoplamento LC-MS/MS, as interfaces de ionização a pressão atmosférica (API) – electrospray (ESI), ionização química a pressão atmosférica (APCI) e a fotoionização a pressão atmosférica (APPI) – permitem que sejam analisados compostos de todas as faixas de polaridade e massa molecular, além de tornar possível a seleção do modo de ionização.(p. 37)

A Tecnologia de Informação e Comunicação (TIC) está inserida na maioria das atividades realizadas pelos indivíduos contidos em sociedade, desde redes telefônicas ao simples envio de uma carta, a consulta ao saldo bancário ou uma pesquisa escolar.

Segundo a UNESCO (2016), a informática é uma importante ferramenta para auxiliar na comunicação entre as pessoas e para otimizar a eficiência das empresas e instituições públicas. A UNESCO (2016, p. 2) ainda afirma que “será mais competitivo aquele que souber onde o conhecimento está e se apresentar como protagonista da história, e não como mero consumidor de informações repassadas por outros”. O Brasil precisa ter seus cidadãos incluídos digitalmente, ou seja, integrá-los às tecnologias da informação e da comunicação, para poder participar do conhecimento, que se expande mundialmente. (UNESCO, 2016)

O Centro de Estudos sobre as Tecnologias da Informação e da Comunicação (Cetic.br) publicou em seu site ([www.cetic.br/](http://www.cetic.br/), em 2017), o mais recente levantamento percentual, por região, de pessoas que tem a algum tipo de inventário tecnológico, como mostram as Tabelas 7 e 8.

Tabela 7: Domicílio que possuem equipamento TIC (A)

Percentual (%)		TV por assinatura	Computador de mesa	Computador portátil	Tablet	Console de jogo
TOTAL		30	22	29	17	18
Região	Sudeste	40	29	36	22	24
	Nordeste	16	13	19	14	9
	Sul	30	21	32	15	19
	Norte	20	12	20	11	10
	Centro-Oeste	27	22	28	17	17

Fonte: Cetic.br, 2017

Dando continuidade aos dados acima, segue a tabela abaixo.

Tabela 8: Domicílio que possuem equipamento TIC (B)

Percentual (%)		Televisão	Telefone celular	Rádio	Antena parabólica	Telefone fixo
TOTAL		97	93	66	37	29
Região	Sudeste	97	94	68	26	45
	Nordeste	96	89	63	50	12
	Sul	98	94	77	37	28
	Norte	95	92	47	51	11
	Centro-Oeste	96	94	64	37	25

Fonte: Cetic.br, 2017

Das tabelas 7 e 8, observa-se que, de modo geral, o Nordeste é a região que mais sofre com a posse de TIC. Isso é preocupante, pois como a próprio Cetic.br afirma, esses dados revelam o impacto socioeconômico na região.

## 10 – Qual a posição do estado frente às tecnologias?

O Gráfico 7 apresenta os resultados das análises das respostas dos discentes a pergunta 10.

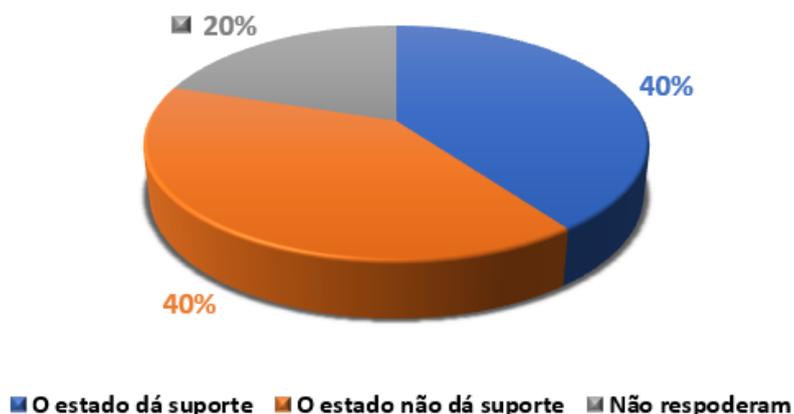


Gráfico 7: Estatística referente a questão 10. Fonte: Própria

Para esta pergunta, podem ser observadas opiniões diferentes e até opostas. Alguns dos discentes entrevistados afirmaram que o estado dá suporte ao desenvolvimento e aplicação das tecnologias. Em contrapartida, outro grupo afirma que o estado não dá o devido suporte para desenvolvimento tecnológico. Como podemos observar no gráfico, 40% dos discentes afirmam que há apoio do estado quanto as tecnologias. Igualmente, o grupo que afirma que o estado não dá suporte é de 40%. Sendo 20% os que não responderam. Abaixo segue algumas das falas dos entrevistados.

**Discente H:** *“Pouco investimento visto que nas escolas públicas temos um aparelho eletrônico qualquer para toda escola”.*

**Discente A:** *“No Brasil há pouco investimento na área, tendo cortes em bolsas de pesquisas, no qual muitos pesquisadores tinham que viajar pra fora do país”.*

**Discente J:** *“Posição de suporte, pois o mesmo fomenta pesquisa de avanço tecnológico”.*

**Discente B:** *“A posição de para estar se modernizando, devido até escola hoje em dia possuem internet grátis”.*

A *Academia Brasileira de Ciência (ABC)* em junho de 2017 publicou em sua página *online* uma matéria levantando a discussão justamente do investimento do Brasil nas tecnologias.

Nessa publicação a ABC compara o investimento feito pelo Brasil, Canadá e Estados Unidos. Segundo a publicação, em 2013 o Brasil fez um investimento de 25 bilhões de dólares, porém esse valor deveria ser no mínimo o dobro. Os Estados Unidos, por sua vez, em 2013, investiu de 16 vezes mais quando comparado com o investimento feito pelo Brasil.

Em outra publicação da ABC, agora um mês antes da publicação citada nos parágrafos anteriores, Maio de 2017, é afirmado que o investimento nas áreas de ciências e tecnologias é de extrema importância para o desenvolvimento do país e que uma alternativa esse desenvolvimento é aprimorar o investimento científico é investir no diálogo universidade – empresa.

## **11 – Na relação Ciência e Tecnologia, você considera que há pontos positivos e negativos?**

Para essa pergunta, apenas 10% dos discentes não responderam. Seguem as falas de alguns discentes.

**Discente B:** *“Considero ter mais pontos positivo em razão do crescimento modernidade da sociedade e acho que melhora e muito o ensino, o aluno gosta de coisas atuais”*

**Discente G:** *“Sim, pois a aplicação da ciência através da tecnologia pode trazer a morte de toda população do planeta com bomba atômica, por exemplo”*

**Discente D:** *“Acredito que há pontos negativos em situações onde a tecnologia não conseguiu se desenvolver, mas o ponto positivo é justamente achar outro método para suprir o que não deu certo. O ponto positivo é sempre querer desenvolver e trazer melhorias”.*

**Discente A:** *“Sim. Apenas de contribuir para a sociedade, há uma grande poluição e degradação do meio ambiente”.*

Segundo Pinheiro (2009), o desenvolvimento da ciência e da tecnologia tem provocado transformações na sociedade contemporânea, e em consequências, ocasionado mudanças nos níveis econômico, político e social. Pinheiro (2009), ainda afirma que estamos presenciando os acontecimentos de um mundo interligado de informações, conflitos e problemas e quando comparamos os avanços tecnológicos atuais com os avanços de alguns anos atrás, é possível notar a velocidade com que vem surgindo as inovações, impossível até de acompanharmos o ritmo.

Pinheiro (2009) ainda exemplifica argumentando que quando pensamos já ter o domínio sobre um determinado software, em questões de semanas, ele já se encontra com uma nova versão. O mesmo acontece quando pensamos estar de posse de um novo computador; na semana seguinte, surge no mercado um outro mais veloz. Em termos sociais existe uma tendência a uma cultura de consumo que acaba definindo valores baseados no que temos e não no que somos. É a cultura do ter pela cultura do ser.

## **12 – Qual a relação de química com a ciência a sociedade e a tecnologia?**

Para essa pergunta mais da metade dos discentes responderam de forma que apenas 10% dos discentes entrevistados não responderam.

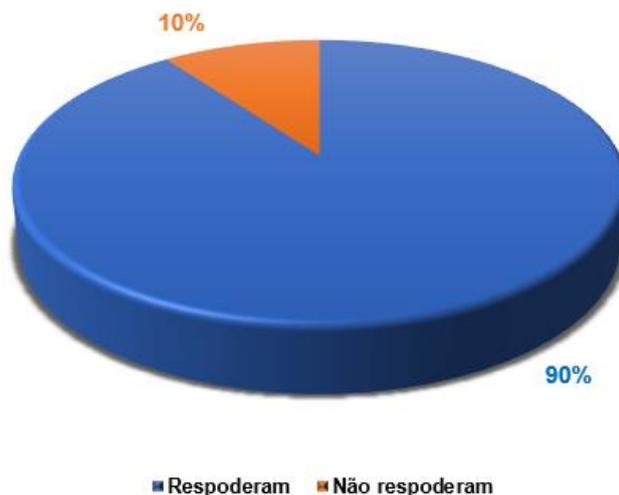


Gráfico 8: Estatística referente a questão 12. Fonte: Própria

**Discente C:** *“Acho que uma está inserida na outra, ou seja, andam sempre em conjunto”*

**Discente B:** *“Uma relação bastante junta, a química também é ciência, o que estar presente na sociedade, quando ensinamos os alunos tudo estar junto e a tecnologia pode ser uma ferramenta de ensino. Ex: Estamos em uma sala de aula, no qual o assunto é o elemento químico alumínio e o professor relaciona com as que temos em casa e é usado toda uma tecnologia para possa o conteúdo”.*

**Discente G:** *“A relação se baseia respectivamente em desenvolvimento impacto e aplicação”.*

**Discente D:** *“A química explica uma situação problema na sociedade e a tecnologia é desenvolvida para poder acabar o problema”.*

Segundo Oliveira, Martins e Appelt (2010), em todas as atividades humanas, há uma relação com a química. Em cada copo de vinho bebido, pão consumido, unguento passado nas feridas do soldado ou flecha envenenada lançada contra um inimigo durante uma guerra, todas as atividades citadas e várias outras não citadas, existem um aspecto da química por trás.

O papel desempenhado pela química nas sociedades é inegável, e os seus efeitos são sentidos de forma mais intensa ou menos intensa, mas sempre

sentidos. Podemos dizer que a química esteve presente na aurora das civilizações. Ao olharmos a química como campo de conhecimento é possível expandir o entendimento da natureza e suas transformações e da mesma maneira compreender as relações dos avanços científico, tecnológico e suas aplicações na sociedade. Dessa forma podemos entender que o conhecimento químico se torna imprescindível para que o indivíduo possa agir diante de múltiplos eventos do contexto em que se encontra inserido, podendo assim modificar seu entorno. (ZANOTTO; SILVEIRA; SAUER, 2016; OLIVEIRA, MARTINS E APPELT, 2010)

A química como uma ciência, está extremamente ligada em uma relação mútua com a sociedade e a tecnologia. Segundo Pinheiro *et al* (2009) quanto mais ciência, mais tecnologia e mais comodidade pode se oferecer. Essa relação da química, sociedade e tecnologia, pode ser observada facilmente quando olhamos os aspectos ambientais. Os problemas ambientais há muito tempo são temas de debates, discussões, conferências e fóruns. A química em si, durante anos foi vista como a grande vilã dos desastres ambientais, principalmente a Indústria Química, pois a quantidade de poluição, e resíduos tóxicos que as mesmas produzem são altas. Na tentativa de minimizar os impactos causados ao ambiente e ao homem, foram surgindo discussões em prol de Sociedades Sustentáveis. (MOREIRA *et al*, 2007)

### 5.3 MOMENTO III: ANÁLISE DA AULA.

Conforme os procedimentos citados no item 4.5, foi realizada uma aula dialogada sobre processos de separação de misturas por destilação, aula que envolvia conceitos sobre substâncias, misturas e processos de separação. A aula teve como objetivo educar e conscientizar os alunos para as questões de responsabilidade social e ambiental relativas ao processo de destilação. A aula se iniciou com questionamento a turma sobre o que seria uma substância simples. Nesse momento a turma não se pronunciou, indicando uma dificuldade ou mesmo uma não compreensão do conceito. Foi apresentada, então, a definição tanto de substâncias simples como substâncias compostas. Segundo

o Atkins e Jones (2012), a matéria pode ser chamada de substância se suas propriedades forem conhecidas, sendo uma substância simples aquela que em sua composição apresenta um único tipo de átomo. Já as substâncias compostas são aquelas cujas moléculas são formadas por átomos diferentes.

Nesse momento foram dados exemplos de substâncias simples como  $O_2$ ,  $H_2$ , Au, Hg entre outros. Após a apresentação dessas substâncias foi apresentado também suas aplicações. Em seguida, foi possível notar o interesse de alguns alunos em participar, pois foi percebido, nesse momento a tentativa de dar exemplos de substâncias compostas. Alguns dos alunos antes mesmo de serem apresentados aos conceitos de substâncias compostas já tentavam desenvolver conceitos: *“Então o  $CO_2$  é um exemplo de substância composta, professor?”* Já outro discente especulou que a água também seria: *“Se for assim, a água também é! Porque é  $H_2O$ ”*. Devido ao interesse em participar e definir substâncias compostas, a aula foi direcionada para que eles mesmos chegassem as suas conclusões, com algumas intervenções para pequenas correções dos conceitos.

Após esclarecido as questões envolvidas sobre substância, a aula continuou com discussões acerca de misturas. Nesse momento foi apresentado o conceito de misturas e dito que as misturas se dividem em misturas homogêneas e misturas heterogêneas. Mais uma vez foi questionado aos alunos o que seria uma mistura homogênea e uma heterogênea. Nesse momento houve muito mais participação dos discentes quando comparada ao tema substâncias, quase todos quiseram falar. Nesse momento, foi possível perceber que os alunos conseguiam associar a pergunta ao sistema de fases existente nas misturas: *“Professor, mistura é quando tem fases”*, outro discente afirmou: *“Mistura heterogênea é quando tem água e óleo”*. E vários outros alunos foram nessa mesma linha de raciocínio, demonstrando assim que eles tinham um conhecimento prévio dos conceitos.

Após as discussões iniciais, foram apresentadas as definições e exemplos de misturas homogêneas e heterogêneas, informando que as primeiras apresentam uma única fase e que a segunda apresentava mais de uma fase. Foi

bem pontuado que as substâncias componentes da mistura heterogênea podem ser diferenciadas a olho nu ou com o suporte de um aparelho microscópio. Em seguida foram fornecidos exemplos de situações em que facilmente podem ser observadas as fases de uma mistura heterogênea e também exemplos de misturas heterogêneas que, a princípio, só podem ser observadas com ajuda de um microscópio como, por exemplo, o leite e o sangue. Em seguida foi realizada a demonstração de uma mistura heterogênea com a água, óleo e pedra.

Após os esclarecimentos iniciais sobre substâncias e misturas, foi iniciada a discussão sobre métodos de separação dos componentes de uma mistura misturas. Foram apresentados para os alunos uma série de métodos e as explicações sobre seu mecanismo fundamental e sua aplicação. Os métodos de separação foram: Peneiração ou tamisação, Extração por solventes, Filtração, Decantação, Separação magnética, Evaporação, Cristalização, fracionada, Fusão fracionada e, por fim, Destilação fracionada e simples.

A partir desse momento toda a aula foi direcionada para o processo de destilação simples e suas aplicações. Mais uma vez foi questionado se os discentes conheciam o processo de destilação e, em resposta, toda turma afirmou que conhecia e alguns ainda afirmaram que já tinham montado o sistema de destilação simples em laboratório.

Em seguida a turma foi desafiada a apresentar quais seriam os processos físico-químicos envolvidos na destilação, abrindo-se o espaço para eles exporem seus conhecimentos sobre o tema. Alguns em vez de falar do processo físico-químico, falaram sobre o esquema da destilação: *“Ah! O processo é montar a aparelhagem e embaixo do balão colocar aquele fogo”*. Desta fala, pode-se verificar o desconhecimento sobre os conceitos físico-químicos envolvidos no processo de destilação. No entanto, alguns discentes responderam satisfatoriamente informando que *“os processos envolvidos eram a evaporação do líquido e depois a transformação em líquido de novo”*. E novamente, ao avaliarem as falas dos colegas, a outra parte da turma passou a dizer frases na mesma linha de raciocínio. Ainda no meio do debate foi questionado aos alunos sobre o mecanismo de destilação simples. Após os discentes terem debatido

sobre o assunto, a turma foi orientada a se aproximar de um sistema de destilação previamente montado, como apresentado na Figura 22.



Figura 22: Explicação do funcionamento do sistema sustentável de destilação simples. Fonte: Própria

Nesse momento foi explicado todo mecanismo envolvido por trás do processo de destilação incluindo as vidrarias utilizadas e, propositalmente nesse momento, a atenção foi direcionada ao condensador de vidro. Após explicado o mecanismo e os processos físico-químicos envolvidos, foi questionado aos discentes se para eles haveria pontos negativos ou positivos quanto a esse processo. Em resposta a isso foi possível ouvir muitas suposições mais a que pode ser mais ouvida foi a que *“É um processo lento, professor”*. Nenhum momento os discentes notaram que no processo de destilação simples tem como ponto negativo o grande desperdício de água. Nesse momento foi apresentado o sistema sustentável de destilação simples e seu mecanismo de funcionamento, conforme o esquema da Figura 23.

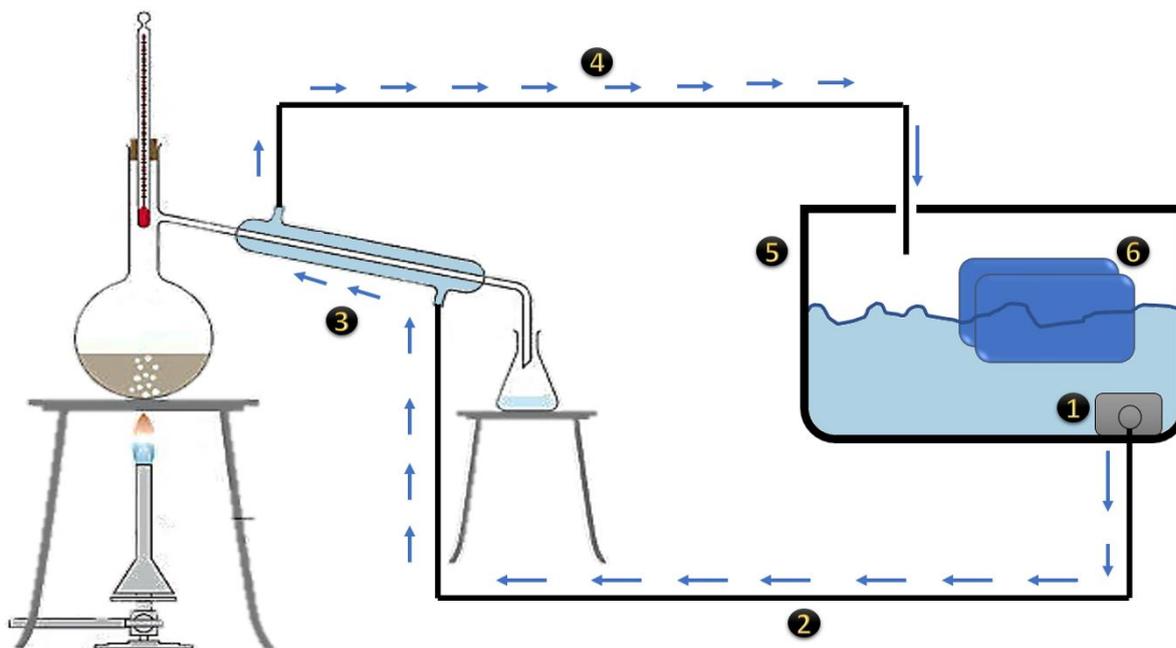


Figura 23: Esquema explicativo do sistema sustentável de destilação simples.  
Fonte: Própria

Foi dito para a turma que a bomba (1) que estava dentro do reservatório (5) conduzia a água pela mangueira (2) para a entrada de água do condensador (3) e, depois de preencher o condensador, a água saía e era conduzida pela mangueira (4) e retornava para o reservatório (5) onde era resfriada pelas bolsas de gelo (6).

Em seguida foi apresentada o destilador SL-71/5 e seu mecanismo de funcionamento (Figura 29). Nesse momento foi explicada a importância da água destilada para o laboratório. Quando questionado se eles já conheciam aquele tipo de aparelho os discentes em unanimidade responderam que nunca tinham visto um destilador comercial. Após as apresentações e explicações do destilador, foram apresentados os valores de desperdício de água conforme a tabela 4 e 5 localizada no item 5.1.



Figura 24: Explicação do funcionamento do destilador de água SL-71/5  
Fonte: Própria

Posteriormente iniciou-se o momento de conscientização e importância da água conforme as informações apresentadas nos itens 3.3, 3.3.1 e 3.3.2. E para finalizar a aula, foi questionado o que eles acharam dos dois sistemas de destilação apresentados durante a aula. Em respostas os discentes, em unanimidade, apontaram a importância desse sistema pois se tratava de um sistema sustentável e se faz necessário a existências desse tipo de atitudes.

## 6. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Neste trabalho foram desenvolvidos sistemas e modelos pedagógicos para a educação e conscientização sobre o uso responsável da água. De modo geral, pode-se notar a pouca exploração desse tema no curso de licenciatura em química, campus IFPB-João Pessoa. Com esse trabalho buscou-se somar para educar e para aumentar o interesse no desenvolvimento de tecnologias que permitam criar soluções para a problemática da escassez de água.

O trabalho consistiu em: a. Desenvolver um sistema de reuso de água de refrigeração de um destilador comercial; b. Construir um modelo pedagógico com destilador de vidro de laboratório para demonstração do funcionamento do processo de destilação com reuso de água; c. Avaliar os conhecimentos de alunos de graduação sobre a abordagem CTS para solução de problemas da sociedade e d. Conscientizar alunos de nível médio sobre responsabilidade social no uso da água e sobre como a ciência e a tecnologia podem ser utilizadas para solução de problemas sociais, numa abordagem CTS.

O sistema sustentável de reuso de água de refrigeração do destilador SL-71/5 se mostrou adequado para a produção de água destilada em pequena escala, suficiente para atender as necessidades do laboratório de Química do IFPB Campus João Pessoa. É importante observar que uma bomba mais resistente e potente que produza uma maior pressão manométrica pode melhorar as condições de produção do sistema.

A avaliação dos conhecimentos dos alunos de graduação sobre a abordagem CTS indica que o conceito ainda é frágil e ações no sentido de educar os alunos para compreender a importância da construção de conhecimentos e tecnologias que realmente sejam importantes para a sociedade devem ser pensadas.

As aulas de educação e conscientização dos alunos de nível médio por uso de um modelo pedagógico de um sistema de destilação simples com reuso de água de refrigeração foi exitoso. O sistema de destilação simples é pequeno e pode ser montado e desmontado facilmente. Outro ponto positivo é o seu tamanho reduzido que proporciona ao usuário a fácil disposição espacial. No

caso desse sistema, não se faz necessário a troca da bomba já que não se eleva o reservatório de água acima da altura monométrica permitida pela bomba.

Por fim, a conscientização efetiva e cotidiana é um grande desafio a ser vencido. Para isso, é necessária a formação de pessoas com consciência em um desenvolvimento sustentável, desenvolvimento que leve a processos mais econômicos e menos agressivos ao meio ambiente e a sociedade.

**BIBLIOGRAFIA**

AFONSO, CLITO. **Termodinâmica para Engenharia**. 1ª ed. Porto: FEUP, 2012.

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

ATKINS, P.; JONES, L. **Princípios de química: questionando a vida moderna e o meio ambiente**. 5ª ed. Tradução: Ricardo Bicca de Alecastro. São Paulo: Bookman, 2012.

BÔLE, J.; MABIC, S. **Utilizing ultrafiltration to remove alkaline phosphatase from clinical analyzer water**. Clin Chem, v. 44, n. 5, p. 603 - 608, Maio 2006.

BRASIL. **Ministério da Saúde. Agência Nacional de Vigilância**. 2005. Dispõe sobre regulamentação técnica para funcionamento de laboratórios clínicos Resolução da Diretoria Colegiada, RDC nº 302, 2005.

BROWN, THEODERE L. **Química: A Ciência Central**. 9ª ed. São Paulo: Pearson Prentice Hall, 2005

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

CARLOS, JOSÉ ROBERTO. **ENGENHARIA ELETROMAGNÉTICA**. 1ª ed. Rio de Janeiro: Elsevier LTDA, 2011.

CARVALHO, N. L. et al. **Reutilização de águas Residuárias**. Monografias Ambientais - REMOA, Rio Grande do Sul, v. 14, n. 2, p. 3164 - 3171, Março 2014. ISSN 2236 1308.

CASS, Q. B.; BARREIRO, J.C. **Os Avanços Tecnológicos Na Química Analítica: Sucessos E Desafios**. 2011, vol.63, n.1, pp.37-40. ISSN 2317-6660

CETESB. Governo de São Paulo. <http://www.cetesb.sp.gov.br/>, 2017. Disponível em: <<http://aguasinteriores.cetesb.sp.gov.br/informacoes-basicas/8-2/reuso-de-agua/>>. Acesso em: 23 julho 2017.

CUNHA, A., H., N. **O reuso de água no brasil: a importância da reutilização de água no país.** Enciclopédia biosfera, Centro Científico Conhecer - Goiânia, vol.7, N.13; 2011 pp. 1225-1248

COSTA, E. V. **Medidas da Umidade Relativa do Ar em Ambiente Fechado.** Revista Brasileira de Ensino de Física, Boa Viagem, v. 25, n 3, p346-348, Setembro 2003.

CONSTANTINO, M.G; SILVA, G. V. J. D.; DONATE, P. M. **Fundamento de Química Experimental.** São Paulo: edUSP, v.53, 2004.

CUNHA, A. H. N. et al. **O reuso de água no brasil: a importância da reutilização de.** Enciclopédia biosfera, Centro Científico Conhecer, Goiânia, v. 7, n. 13, p. 1225-1248, Novembro 2011. ISSN 2317-2606.

CUTOLO, S. A. **Reuso De Água Residuária E Saúde Pública.** Annablume: Fapesp, v. Único, 2009.

FERNANDES, D. C. D. C. **Pureza da água para laboratórios exige sistemas de filtragem de alta tecnologia.** Meio Filtrante, Santo André, n. 80, p. 10 - 18, Maio 2016.

FROTA, A. B.; SCHIFFER, S. R. **Manual de Conforto Térmico: Arquitetura e Urbanismo.** 7ª. Ed. São Paulo: Studio Nobel, v. único, 2003.

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: 9 julho 2017.

GROTZINGER, J.; JORDAN, T. **Para Entender a Terra.** 6ª ed. Porto Alegre: Bookman, 2013.

GOOGLE IMAGENS, Acesso em junho de 2017. LINK: [https://www.google.com/search?q=balde+com+tampa+100+litros&hl=ptBR&source=lnms&tbm=isch&sa=X&ved=0ahUKEwjkaSBxPvYAhUFOZAKHQXsCy8Q\\_AUICygC&biw=1366&bih=647#imgrc=xMkHF\\_-bifu0vM:](https://www.google.com/search?q=balde+com+tampa+100+litros&hl=ptBR&source=lnms&tbm=isch&sa=X&ved=0ahUKEwjkaSBxPvYAhUFOZAKHQXsCy8Q_AUICygC&biw=1366&bih=647#imgrc=xMkHF_-bifu0vM:)

HALLIDAY, D. RESNICK, R.; WALKER, J. **Fundamentos de Física**. 9ª ed. Rio de Janeiro: LTC, v. I, 2012

HOUAISS, ANTÔNIO. **Dicionário Da Língua Portuguesa**. Rio de Janeiro, Editora objetiva, 2009.

INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO CIÊNCIA E TECNOLOGIA – CÂMPUS CAMBORIÚ (IFC). **Reuso de água com enfoque na produção da agricultura familiar**. Camboriú: Instituto Federal Catarinense, v. único, 2012.

IUPAC. **Compendium of Chemical Terminology**, 2ª ed. (O "Livro de Ouro"). Compilado por AD McNaught e A. Wilkinson. Blackwell Scientific Publications, Oxford (1997).

KOHN, K., MORAES, C. H. **O impacto das novas tecnologias na sociedade: conceitos e características da Sociedade da Informação e da Sociedade Digital**. III Intercom Júnior – XXX Congresso Brasileiro de Ciências da Comunicação – Santos – 29 de agosto a 2 de setembro de 2007.

MARIEB, ELAINE N., HOEHN, K. **ANATOMIA E FIOLOGIA**. 3ª ed. São Paulo: Artmed, 2009.

MENDES, M. E. et al. **A importância da qualidade da água reagente no laboratório clínico**. *Jornal Brasileiro de Patologia e Medicina Laboratorial*, Rio de Janeiro, v. 43, n. 3, p. 217-223, Junho 2011. ISSN 1678-4774.

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

MOREIRA, A. M.; AIRES, J. A.; LORENZETTI, L. **Abordagem CTS e o Conceito Química Verde: Possíveis Contribuições para o Ensino de Química**. *ACTIO: Docência e Ciência*, Curitiba, v. 2, n. 2, p. 193-210, jul./set. 2017.

NETO, J. B. D. S. **Reuso de águas: aspectos jurídicos e sócioambientais no Estado da Paraíba**. 103 f. ed. Dissertação (Mestrado em Recursos Naturais) - Universidade Federal de Campina Grande, CAMPINA GRANDE, 2009.

NUNES, L. F. M. **Dds no Laboratório**. 2ª. ed. Salvador: Clube de Autores, 2012.

LOPES, T., O. **Aula Expositivo Dialogada E Aula Simulada: Comparação Entre Estratégias De Ensino Na Graduação Em Enfermagem**. Dissertação (Mestrado) - Escola de Enfermagem da Universidade de São Paulo, p. 126. 2012.

OECD. Governança dos Recursos Hídricos no Brasil. Brasília: OECD Publishing, 2015.

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

OLIVEIRA, J. S.; MARTINS, M. M.; APPELT, H. R. **Trilogia: Química, Sociedade e Consumo**. Química Nova Na Escola. Vol. 32, Nº 3, pp 140 - 144 agosto, São Paulo, 2010.

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.

POLI, MÁRCIO SCHUSTER. **A Influência da Tecnologia da Informação no Comportamento Humano**. Revista Científica Multidisciplinar Núcleo do Conhecimento. Edição 02, Ano 02, Vol. 01. pp 101-113, Maio de 2017. ISSN:2448-0959

PINHEIRO, N. A. M.; SILVEIRA, R. M. C. F.; BAZZO, W. A. **O Contexto Científico Tecnológico e Social Acerca De uma Abordagem crítico-reflexiva: Perspectiva e Enfoque**. Revista Iberoamericana de Educación, n. 49, p. 1-25, mar. 2009.

RODRIGUES, R. S. **As Dimensões Legais e Institucionais de Reúso de Água no Brasil: Proposta de Regulamentação do Reúso no Brasil**. 2005. ed. Dissertação (Mestrado) – Escola Politécnica da Universidade de São Paulo:, 2005.

RODWELL, V. W. et al. **Bioquímica Ilustrada de Harper**. 30º. ed. São Paulo: McGraw Hill Brasil, 2016.

SABESP. Companhia de Saneamento Básico do Estado de São Paulo, 2017. Disponível em: <<http://site.sabesp.com.br/site/Default.aspx>>. Acesso em: 23 julho 2017.

SANTO, M. E. C. F. E. **A importância da Química na Sociedade actual.**

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

SILVA, M., A.; SANTANA, C., G. **Reuso de Água: possibilidades de redução do desperdício nas atividades domésticas.** REVISTA DO CEDS, n 1, p. 1-14, agosto, 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.

SOLOMONS, G. T. W.; FRYHLE. **Organic Chemistry.** 10<sup>a</sup>. ed. Rio de Janeiro: LTC, v. I, 2012.

SOUSA, RP., MIOTA, FMCS., CARVALHO, ABG., orgs. **Tecnologias Digitais Na Educação** [online]. Campina Grande: EDUEPB, 2011. 276 p. ISBN 978-85-7879-065-3. Available from SciELO Books .

TORRES, VIDAL F.N.; GAMA, CARLOS D. **Engenharia Ambiental Subterrânea e Aplicações.** 1<sup>a</sup> ed. Rio de Janeiro: Cetem/Cyted, 2005.

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

VOET, D.; VOET, J. G. **Bioquímica.** 4<sup>a</sup>. ed. Porto Alegre: Artmed, 2014.

ZANOTTO, R. L.; SILVEIRA, R. M. C. F.; SAUER, E. **Ensino De Conceitos Químicos Em Um Enfoque CTS A Partir De Saberes Populares.** *Ciência & Educação*, Bauru, v. 22, n. 3, pp. 727-740, 2016