

INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA DA  
PARAÍBA

DEPARTAMENTO DE ENSINO SUPERIOR

UNIDADE ACADÊMICA DE LICENCIATURAS E FORMAÇÃO GERAL

CURSO DE LICENCIATURA EM QUÍMICA – *Campus* JOÃO PESSOA

FLÁVIA RHUANA PEREIRA SALES

**ESTUDO DA CASCA DA BANANA COMO MATERIAL ADSORVENTE EM  
TRATAMENTO DE ÁGUAS: UMA ATIVIDADE TEÓRICO-EXPERIMENTAL  
PARA O ENSINO DE QUÍMICA**

JOÃO PESSOA

2017

FLÁVIA RHUANA PEREIRA SALES

**ESTUDO DA CASCA DA BANANA COMO MATERIAL ADSORVENTE EM  
TRATAMENTO DE ÁGUAS: UMA ATIVIDADE TEÓRICO-EXPERIMENTAL  
PARA O ENSINO DE QUÍMICA**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia da Paraíba, *campus* João Pessoa, como parte das exigências para conclusão do Curso de Licenciatura em Química.

**Orientadora:** Profa. Dra. Alessandra Marcone Tavares Alves de Figueirêdo.

**Coorientador:** Prof. Dr. Francisco Emanuel Ferreira de Almeida.

JOÃO PESSOA

2017

**ESTUDO DA CASCA DA BANANA COMO MATERIAL ADSORVENTE EM  
TRATAMENTO DE ÁGUAS: UMA ATIVIDADE TEÓRICO-EXPERIMENTAL  
PARA O ENSINO DE QUÍMICA**

**FLÁVIA RHUANA PEREIRA SALES**

Monografia submetida à aprovação em: 29 / 03 / 2017

Parecer:

---

---

---

---

**BANCA EXAMINADORA**

---

Profa. Dra. Alessandra Marcione Tavares Alves de Figueirêdo (orientadora)

---

Profa. Dra. Keliana Dantas Santos (avaliadora)

---

Profa. PhD. Geovana Camargo Vargas (avaliadora)

**JOÃO PESSOA**

**2017**

*“Agradeço todas as dificuldades que enfrentei; não fosse por elas, eu não teria saído do lugar. As facilidades nos impedem de caminhar. Mesmo as críticas nos auxiliam muito”.*

**Chico Xavier**

## AGRADECIMENTOS

Primeiramente, agradeço a Deus que se fez presente em toda a minha jornada, pois apenas Ele sabe as decepções que passei, os falsos ajudantes que passaram pelo meu caminho e à vista disso, me proporcionou condições para não ceder, continuou me iluminando, abençoando e me sustentando para que permanecesse firme nessa etapa da minha vida.

Aos meus pais, Giovanna e Flávio Augusto, a minha irmã Julianna, pela educação construída, por me incentivarem a estudar, pela confiança, investimento e apoio moral durante todos os sacrifícios feitos e as dificuldades encontradas pelo caminho. A minha cadelinha Lucy e meu gato Max, pela companhia das madrugadas, perturbando com as brincadeiras que acabam quebrando alguma coisa, porém sempre estavam ao meu lado pedindo carinho e me mantendo acordada.

Aos meus educadores, professora PhD. Geovana Camargo Vargas que pode não ter conhecimento, mas que representou um papel importantíssimo na estruturação da minha escrita, com todos os textos riscados de vermelho, incentivando a minha busca pessoal pelo aperfeiçoamento. Ao professor Dr. Francisco Emanuel Ferreira de Almeida, pelos conselhos, compartilhamento de conhecimentos e incentivo no desenvolver das atividades. A querida professora Dra. Alessandra Marcone Tavares Alves de Figueirêdo, por me acompanhar desde o início do curso com a extrema paciência na instrução dos saberes, nas correções das produções, pela empatia nas horas de dificuldades, pela motivação e confiança na minha capacidade.

Ao meu amigo irmão, Rafael Luiz “Xurupita” pela companhia nas horas do desespero, pelo extremo companheirismo e pelos momentos relaxantes concedidos. Ao meu amorzito, Isla Marcolino, pela paciência durante esse percurso estressante, por ouvir os meus problemas, pelo companheirismo, pelos conselhos e pela presença nos momentos mais difíceis da minha vida.

Por fim, ao PIBIC por incentivar o desenvolvimento de projetos de pesquisa, possibilitando experiências extremamente relevantes para a minha carreira acadêmica. Ao CNPq pela bolsa concedida. Ao IFPB pela infraestrutura disponibilizada. A turma do 4º ano de Controle Ambiental e ao professor regente José Augusto.

## LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 – Etapas do ciclo hidrológico.....	20
Figura 2 – Fluxograma da estação de tratamento de água.....	24
Figura 3 – Cascas cortadas e colocadas na estufa para realização da secagem.....	31
Figura 4 – Cascas trituradas (obtenção da farinha) .....	32
Figura 5 – Filtração da farinha tratada com NaOH.....	33
Figura 6a – Maceração da biomassa.....	33
Figura 6b – Biomassa peneirada.....	33
Figura 7 – Momento da transmissão do vídeo problematizado.....	39
Figura 8 – Ilustrações da estrutura do EDTA em 2D e sua quelação com o metal $Ca^{2+}$ .....	44
Figura 9 – Momento dos discentes pesando o pó da casca da banana.....	47
Figura 10a – Adsorção realizada na incubadora.....	48
Figura 10b – Filtração da solução .....	48
Figura 11 – Momento da titulação da amostra pós-adsorção.....	49
Figura 12 – Momento da explicação da fórmula usada no cálculo da dureza...50	
Figura 13 – Demonstração de um exemplo de gráfico utilizando a apresentação de slides.....	50
Figura 14 – Gráfico de redução da dureza feito por uma das duplas.....	52
Figura 15 – Segunda questão respondida por uma das duplas.....	54
Figura 16 – Resposta da terceira questão de uma das duplas.....	55

## LISTA DE ABREVIATURAS

Al(OH)<sub>3</sub> - Hidróxido de alumínio  
Al<sub>2</sub>(SO<sub>4</sub>)<sub>3</sub> - Sulfato de Alumínio  
BET - Brunauer, Emmet e Teller  
CaCO<sub>3</sub> - Carbonato de cálcio  
CAGEPA - Companhia de Água e Esgotos da Paraíba  
CaO – óxido de cálcio  
Cl<sub>2</sub> - Cloro gasoso  
CTS - Ciência, Tecnologia e Sociedade  
ΔG - Variação de Energia Livre de Gibbs  
EDTA – Etilenodiaminotetracetato  
ENEM - Exame Nacional do Ensino Médio  
ETA's - Estações de Tratamento de Águas  
HCl - Ácido clorídrico  
IFPB - Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia da Paraíba  
LDB - Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional  
MS - Ministério da Saúde  
NaOH - Hidróxido de sódio  
ONU - Organização das Nações Unidas  
PA - Pará  
PCN - Parâmetros Curriculares Nacionais  
PCN + - Parâmetros Curriculares Nacionais do Ensino Médio +  
QI - Questionário Inicial  
rpm - Rotações por Minuto  
TCLE - Termo de Consentimento Livre e Esclarecido  
TICs - Tecnologias da Informação e Comunicação  
VMP - Valores Máximos Permitidos

## RESUMO

A maioria dos estudantes apresenta dificuldades no que concerne à disciplina Química, por pertencer a uma das áreas das Ciências Exatas, geralmente tem-se a concepção de uma matéria abstrata e complicada, por parte do alunado, o que gera desmotivação em seu estudo. Além disso, o constante uso de metodologias estáticas contribui para uma falta de interesse por parte destes alunos, minimizando ainda mais o seu progresso cognitivo. A partir dessa problemática, a utilização de recursos metodológicos que possibilitem a valorização do conhecimento já existente do público alvo, ressaltando sua importância, corroborando com os conceitos científicos envolvidos, enaltece uma aprendizagem significativa. Dentro dessa conjuntura, algumas ferramentas metodológicas foram empregadas com o intuito de propor uma atividade teórico-experimental com uma turma do 4º ano do Curso Técnico Integrado ao Ensino Médio de Controle Ambiental do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia da Paraíba (IFPB), *campus* João Pessoa. Utilizou-se a metodologia qualitativa, quantitativa e participante para o desenvolvimento das atividades, bem como para tratar os resultados encontrados durante a pesquisa. Para tanto, o uso da contextualização dos conteúdos de Química, a abordagem de Temas Transversais, o uso das Tecnologias da Informação e Comunicação (TICs) e a Experimentação, foram empregados para abordar a temática de Tratamento de Água com dureza elevada. Foi utilizada técnica de adsorção em batelada com a casca da banana (adsorvente natural), a fim de despertar e incentivar a busca de soluções para o tratamento da água captada pelas comunidades rurais. Desse modo, o conjunto de ações proposto configurou um ambiente escolar mais produtivo, visto que os educandos compreenderam as inter-relações dos conceitos químicos envolvidos numa problemática social, em que houve a identificação do senso comum junto ao conhecimento científico. E ainda, a participação ativa do alunado possibilitou a edificação dos conhecimentos de forma significativa, em que o mesmo pôde tomar decisões e atuar ativamente para solucionar problemáticas contribuindo para uma aprendizagem significativa.

**Palavras-chave:** ensino de química, temas transversais, experimentação, adsorção em batelada, casca da banana.

## ABSTRACT

Most students have difficulties with regard to Chemistry because it belongs to one of the Sciences areas, usually the student has the conception of an abstract and complicated matter, which generates demotivation in their study. In addition, constant use of static methods contributes to the lack of interest by those students, minimizing their cognitive progress. Facing this problem, the use of methodological resources that allow the valorization of the student's existing knowledge, brings a significant learning if it is highlighting its importance, confirming the scientific concepts involved. In this view, were used some methodological tools to propose a theoretical-experimental activity with a class of the 4th year of the Environmental Control Technical Course Integrated to High School in the Federal Institute of Education, Science and Technology of Paraíba (IFPB), João Pessoa *campus*. It was used the qualitative, quantitative and participant methodology to develop the activities, as well as to treat the results found during the research. In order to do this, it was used the contextualization of Chemistry contents, the Crosscutting Themes approach, the use of Information and Communication Technologies (ICTs) and Experimentation, to address the Water Treatment issue with high hardness. It was used adsorption technique in batch with the banana peel (natural adsorbent), in order to arouse and encourage the search for solutions in the Water Treatment thematic with the water abstracted by rural communities. In this way, the proposed set of actions configured a more productive school environment, since the students understood the interrelationships of the chemical concepts involved in a social problematic, where there was the identification of common sense with the scientific knowledge. Yet, the active participation of the students made possible the edification of the knowledge in a significant way contributing to meaningful learning, in which they were able to make decisions and work actively to resolve problems

**Keywords:** teaching chemistry, crosscutting themes, experimentation, batch adsorption, banana peel.

## SUMÁRIO

<b>1 INTRODUÇÃO</b>	<b>11</b>
<b>2 OBJETIVOS</b>	<b>14</b>
2.1 Objetivo Geral	14
2.2 Objetivos Específicos	14
<b>3 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA</b>	<b>15</b>
3.1 Contexto Histórico da Educação: políticas públicas educacionais	15
3.2 Adversidade entre Escola Tradicional e Escola Nova	16
3.3 Recursos Didáticos Alternativos para o Ensino de Química	17
3.4 Água e a Necessidade do Controle de Qualidade	20
3.5 Tratamento de Água e Formas Alternativas de Captação	23
3.6 Técnica de Adsorção	25
3.7 Casca da Banana	27
<b>4 METODOLOGIA</b>	<b>28</b>
4.1 Metodologia para a atividade teórico-experimental	28
4.2 Metodologia do preparo da casca da banana	30
<b>5 RESULTADOS E DISCUSSÃO</b>	<b>34</b>
<b>6 CONCLUSÕES</b>	<b>56</b>
<b>REFERÊNCIAS</b>	<b>58</b>
<b>APÊNDICE A</b>	<b>62</b>
<b>APÊNDICE B</b>	<b>63</b>
<b>APÊNDICE C</b>	<b>64</b>
<b>APÊNDICE D</b>	<b>65</b>

## 1 INTRODUÇÃO

Com o avanço da era industrial, o capitalismo, atualmente base econômica do nosso país, foi sendo desenvolvido em conjunto à tecnologia, que é indispensável para a sociedade contemporânea. Dentro desse contexto, a educação é um dos setores que deveria aliar/aprimorar mais tecnologias com o intuito de aperfeiçoar o processo de ensinoaprendizagem dos estudantes. Entretanto, aquela não é levada em consideração como deveria, pois, há múltiplos problemas, como por exemplo, a falta de investimento financeiro na área.

A Educação, sendo alicerce formador da população trabalhadora, apresenta um panorama deficiente em todos os níveis de ensino, que incorporada com as decorrentes práticas escolares defasadas, contribuem para diversas problemáticas, tais como a falta de incentivo nos estudos, principalmente quando temos o mundo tecnológico ao nosso dispor. As práticas educativas, infelizmente, na maioria das escolas públicas são executadas por meio da transmissão de conceitos, em que o discente é um agente passivo e o docente, aquele que domina tais conceitos.

A metodologia tradicional de ensino trata as informações de forma científica e objetiva, o que dificulta a compreensão por parte dos alunos, uma vez que os conteúdos são ministrados de maneira abstrata e cheios de significações, tornando o processo de ensinoaprendizagem arduo. Portanto, o docente carece adaptar seu método, utilizando ferramentas didáticas que viabilizem a construção do conhecimento, formando um agente crítico e pensante. Nesse intuito, os Temas Transversais apresentam uma proposta de ressignificação de conceitos, buscando explicar os contextos étnico-político-sociais envolvidos em determinado tema, a exemplo do Meio Ambiente, foco desta pesquisa.

Além disso, a contextualização e a experimentação auxiliam de maneira expressiva no processo de ensinoaprendizagem, visto que buscam abranger a realidade do alunado junto a conceitos científicos, acarretando numa maior facilidade de compreensão, primordialmente, quando o docente articula uma situação problema e trabalha os conceitos envolvidos para uma possível resolução.

Com isso, pode-se alcançar uma aprendizagem significativa, a qual “não acontece apenas a retenção da estrutura do conhecimento, mas se desenvolve a capacidade de transferir esse conhecimento para a sua possível utilização em um contexto diferente daquele em que ela se concretizou” (TAVARES, 2008, p. 95).

Em conformidade com o exposto, esse estudo estabeleceu como premissa a contextualização dos conceitos de Química, através da aplicação de experimentos como instrumento facilitador da aprendizagem explorando os conceitos de interação química, ligações químicas, processos de separação, soluções e cinética, bem como envolveu as problemáticas sociais ligadas ao tema. Assim sendo, foi realizado um processo de adsorção da água com o pó da casca da banana em um método de batelada.

Esse conjunto de ações propôs promover o desenvolvimento do ser crítico, a partir de contextos sociais que englobou ciência, tecnologia e sociedade, uma vez que a temática que envolve o tema águas é de grande relevância, sobretudo, por ser um recurso limitado que possui um quadro preocupante frente às ações do homem sobre o planeta terra.

A água é uma substância essencial para a vida dos seres vivos, pois está presente na maior parte do nosso corpo, além de utilizarmos durante o nosso dia a dia, como tomar banho, escovar os dentes, cozinhar alimentos, se hidratar, entre outros. Com a vasta aplicabilidade deste recurso, como fazer para que não acabe? Será que podemos utilizar água oriunda de qualquer fonte sem nos preocupar? Toda a população tem acesso a esse recurso? Todos têm acesso a água tratada?.

Esses são alguns questionamentos que foram trabalhados nessa pesquisa com uma turma do 4º ano do Ensino Técnico Integrado ao Ensino Médio do Curso de Controle Ambiental. Tais problematizações conjuntamente a diferentes recursos didáticos puderam contribuir para a participação ativa do alunado.

Dentro dessa conjuntura, o processo de adsorção em batelada foi empregado como método para reduzir as concentrações de sais dissolvidos (dureza) presentes em água, quantificados a partir de um método titulométrico baseado em quelação de metais. A amostra em estudo foi a água do poço que abastece o Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia da Paraíba

(IFPB), *campus* João Pessoa, com o uso da casca da banana como material adsorvente natural ativado com hidróxido de sódio (NaOH), buscando uma melhor eficiência de adsorção.

Vale frisar que o IFPB, *campus* João Pessoa, é abastecido pela Companhia de Água e Esgotos da Paraíba (CAGEPA) e por água de poço, segundo o responsável pelo setor administrativo, que após captada, passa por tubulações que são interligadas às tubulações da CAGEPA, abastecendo toda a comunidade acadêmica em seus diversos setores.

Previamente, a água de poço é tratada com cloro e agentes clarificantes objetivando tornar a água potável, para então, ser unificada à fonte de água proveniente da CAGEPA. Para que a água de poço seja posta em contato com a água tratada da CAGEPA, há um controle de qualidade desse recurso realizado por profissionais do Instituto.

Com isso, as temáticas sociais foram trabalhadas com base no sistema de tratamento de água realizado nas cidades metropolitanas, contiguamente a todos os processos químicos envolvidos, em comparação com o tratamento que existe nas comunidades ribeirinhas, que são aquelas que residem nas proximidades dos rios e as comunidades rurais, representadas por aquelas que residem distante da área urbana.

## 2 OBJETIVOS

### 2.1 Objetivo Geral

Propor e demonstrar uma forma de tratamento de água alternativa, por meio da adsorção de agentes contaminantes pela casca da banana, como uma atividade teórico-experimental contextualizada com as problemáticas sociais envolvidas na temática para o Ensino de Química.

### 2.2 Objetivos Específicos

- Explicitar e problematizar a diferença de realidade entre o abastecimento de água das cidades metropolitanas, das comunidades ribeirinhas e rurais;
- Contextualizar a temática de tratamento de águas com adsorção, fundamentada numa problemática social desenvolvendo a partir dela, os conceitos químicos envolvidos;
- Explicitar as características da água de poço das comunidades rurais, bem como as consequências relacionadas ao seu consumo, a fim de expor a qualidade da água dessa população;
- Analisar a água de poço do IFPB, *campus* João Pessoa, a qual possui dureza alta semelhante a água de poço das comunidades rurais;
- Utilizar um método alternativo de tratamento de água para a amostra em questão, com o uso da casca da banana como material adsorvente;
- Avaliar o saber adquirido pelo alunado, por meio de um relatório da parte experimental, com questões subjetivas construtivas.

### 3 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

#### 3.1 Contexto Histórico da Educação: políticas públicas educacionais

Após a chegada dos europeus, período jesuítico, a educação brasileira passou por várias mudanças, que até hoje, tentam modelar o plano de ensino viabilizando formar uma sociedade mais consciente e crítica. Dentre os vários anos decorrentes políticos históricos, no fim da República Velha, emergiu a era Vargas (1930), que proporcionou um grande avanço no setor industrial e com isso, a demanda de mão de obra qualificada foi aumentando. Desse modo, vários decretos foram criados a fim de enfatizar o ensino pré-vocacional e profissional.

De acordo com a demanda mandatória de mão de obra para as indústrias na época, tais decretos fizeram com que o ensino primário perdesse seu caráter proeminal para o ensino superior, preocupando-se com a formação geral, até que em 1946 (Nova República) houve a criação da Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional (LDB), a qual determina a obrigatoriedade de se cumprir o ensino primário. Com isso, foram surgindo vários educadores contribuintes no setor educacional, como Paulo Freire, que propôs técnicas didáticas para diminuir o percentual de analfabetos (MANACORDA, 2010).

Na LDB de 1971, houve a formação educacional de cunho profissionalizante, que prossegue no atual sistema educacional brasileiro, com a implantação em dezembro de 1996, da Lei nº 9.394/96, a qual afirma em seu segundo artigo que a educação é dever do Estado, “inspirada nos princípios de liberdade e nos ideais de solidariedade humana, que tem por finalidade o pleno desenvolvimento do educando, seu preparo para o exercício da cidadania e sua qualificação para o trabalho” (BRASIL, 1996).

Em concernência, Branco e Amorim (2007, p. 21) afirmam que “não se pode tratar a formação como apenas do mundo do trabalho ou do mundo da educação. Esses dois pólos formam o ponto de convergência para o qual estão direcionados os diversos saberes e conhecimentos”.

Nesse contexto, a Lei nº 9.394/96 apresenta um capítulo dedicado exclusivamente à educação profissional, visto que as preocupações dos dirigentes do país eram “tentar assimilar e adaptar a formação para o trabalho,

o desenvolvimento de competências e o preparo para o mundo e não somente para o mercado de trabalho” (SANTOS, 2010, p. 24).

Várias dificuldades foram encontradas quanto à organização e estruturação do ensino profissionalizante nas coordenações dos cursos, entretanto não se trata da falta de interesse dos profissionais envolvidos, “mas do problema inicial dos modelos incorporados na própria educação, muitas vezes não funcionais, obsoletos ou mesmo degenerativos para o processo de aprendizagem” (SANTOS, 2010, p. 25).

### 3.2 Adversidade entre Escola Tradicional e Escola Nova

As práticas educativas vêm sofrendo modelagens, porém a maioria das escolas e/ou instituições públicas repercutem a metodologia obsoleta, uma prática, denominada modelo “bancário” por Freire (2015), em que o docente deposita o seu conhecimento num aluno que é carente de seus próprios pensamentos. Tal prática, inviabiliza a formação de um ser crítico, pois apresenta uma postura autoritária que cria uma barreira entre professor-aluno, o que deve ser imprescindivelmente o contrário, pois “embora diferentes entre si, quem forma se forma e re-forma ao formar e quem é formado forma-se e forma ao ser formado. É neste sentido que ensinar não é transferir conhecimentos [...]” (FREIRE, 2015, p. 25).

Muitos professores utilizam o método tradicional em sala de aula, gerando uma turma com comportamento monótono, em que na maioria das vezes, os discentes não se sentem confortáveis em tirar uma dúvida ou até mesmo fazer um comentário, pois a postura adotada pelo docente influencia diretamente na resposta a ser emitida por eles.

À vista disso, o professor deve planejar ações e métodos que favoreçam a iniciativa da participação do alunado, dado que a socialização em sala estimula o sujeito a agir como um ser pensante por meio das articulações e situações que podem ser incentivadas pelo docente.

Nesse sentido, Silva (2012, p. 213) informa que “o professor deve cuidar das condições que favoreçam o desenvolvimento de colaborações entre os estudantes e fazer com que cada um se sinta autorizado a exprimir seu ponto de vista e a confrontá-lo com outrem”.

Não obstante, a educação profissional e tecnológica, em nível médio, “integra-se aos diferentes níveis e modalidades de educação e às dimensões do trabalho, da ciência e da tecnologia”, possibilitando a edificação de diversos itinerários educativos numa formação técnica específica (BRASIL, 1996). Além disso, a educação profissional requer

a apreensão do saber tecnológico e do conhecimento que dá forma ao saber técnico e ao ato de fazer, com a valorização da cultura do trabalho e com a mobilização dos valores necessários à tomada de decisões profissionais e ao monitoramento dos seus próprios desempenhos profissionais, em busca do belo e da perfeição (BRASIL, 2008, p. 263).

Para que essa mobilização de valores aconteça, necessita-se adaptar os métodos aplicados em sala de aula, especialmente, diante da revolução tecnológica, que traz muitas inovações, porém, traz também muitas distrações para a juventude e isso contribui cada vez mais com o desinteresse nas disciplinas, de modo geral.

Quando voltamos a atenção para o ensino de Química, o quadro é ainda mais agravante, visto que as disciplinas da área das Ciências Exatas são avaliadas pelos discentes como as mais complicadas. Tal percepção é evidenciada, principalmente, pelas práticas adotadas em sala de aula, pois a maioria dos docentes ministra a disciplina com conceitos puros, tornando a compreensão dos fatos abstrata e mais complexa.

### 3.3 Recursos Didáticos Alternativos para o Ensino de Química

A Química é uma ciência experimental, presente em diversos materiais e acontecimentos da vida cotidiana, o que torna imprescindível a abordagem de conceitos relacionados à vivência dos estudantes. Em concernência com os Parâmetros Curriculares Nacionais do Ensino Médio + (PCN+), o discente deve “adquirir uma compreensão do mundo da qual a Química é parte integrante através dos problemas que ela consegue resolver e dos fenômenos que podem ser descritos por seus conceitos e modelos” (BRASIL, 2002, p. 91).

Nessa perspectiva, o educador necessita estruturar o plano de ensino baseado numa prática que estimule o alunado a

compreender as formas pelas quais a Química influencia nossa interpretação do mundo atual, condicionando formas de pensar e interagir; por exemplo, discutir a associação irrefletida de

“produtos químicos” como algo sempre nocivo ao ambiente ou à saúde (BRASIL, 2002, p. 92).

Portanto, o docente deve adaptar suas aulas com o uso de instrumentos metodológicos que o auxiliem a provocar curiosidade no alunado, pois essa incentiva a busca de respostas e, assim, a pesquisa. Um dos instrumentos que podem ser utilizados, é a internet em aula, uma vez que pode direcionar esse recurso conjuntamente a sua didática, pois as Tecnologias da Informação e Comunicação (TICs) “abrem oportunidades sem precedentes para a ação a fim de melhorar a qualidade do ambiente de aprendizagem. Por meio da informática na educação, o computador pode auxiliar e fazer com que o aluno se envolva” (LEITE, 2015, p. 33) no processo de ensinoaprendizagem.

O emprego das tecnologias interativas em sala de aula, é hoje tão indispensável quanto foi o quadro e giz já utilizados exaustivamente (LEITE, 2015), porém, o seu uso apenas, não significa que a aprendizagem estará consolidada, mas sim os meios que o educador utiliza para articular as ações dispostas em sala de aula.

Com isso, outros recursos podem ser empregados, como a abordagem que envolve a tríade Ciência, Tecnologia e Sociedade (CTS), a qual abarca um processo de conscientização junto ao alunado, pois influencia “um ambicioso movimento de renovação educativa, de transformação política e, em grande parte, do relacionamento profissional nos mais diversos setores de atuação” (BAZZO, 2015, p. 160). Tal abordagem explicita um estudo interdisciplinar da ciência e da tecnologia num contexto social, em que aborda as consequências incontestáveis atribuídas ao meio ambiente, devido as ações do homem.

Vários desastres são relacionados ao desenvolvimento científico-tecnológico e a escola necessita implantar tais discussões objetivando formar cidadãos conscientes e socialmente responsáveis, visto que

as políticas científico-tecnológicas estão sendo – pelo menos nos países desenvolvidos – constantemente postas em revisão no sentido de colocar sob controle da sociedade os efeitos negativos das aplicações desenfreadas da tecnologia e da ciência (BAZZO., 2015, p. 161).

Desse modo, o docente deve arquitetar ações que incentivem a discussão dessa temática nos conteúdos abordados, considerando os problemas e questões que favoreçam reflexão dentro desses contextos, para

que o alunado compreenda e tenha consciência da relação ciência, tecnologia e sociedade.

Os Parâmetros Curriculares Nacionais – PCN apresentam Temas Transversais, os quais discorrem a relevância da reflexão das questões sociais dentro de um conjunto de temas (Ética, Meio Ambiente, Saúde, Orientação Sexual e Pluralidade Cultural), para que o discente possa desenvolver sua capacidade crítica, superar a indiferença e intervir de forma responsável (BRASIL, 1997).

Por se tratar de questões sociais, os temas não são tratados isoladamente, pois sua complexidade requer que todas as áreas de conhecimento sejam envolvidas para que haja a edificação do conhecimento. Dessa forma,

a proposta de transversalidade traz a necessidade de a escola refletir e atuar conscientemente na educação de valores e atitudes em todas as áreas, garantindo que a perspectiva político-social se expresse no direcionamento do trabalho pedagógico [...]; a perspectiva transversal aponta uma transformação da prática pedagógica, pois rompe a limitação da atuação dos professores às atividades formais e amplia a sua responsabilidade com a sua formação dos alunos (BRASIL, 1997, p. 30).

Além disso, tem-se a experimentação, essa discorre em uma ferramenta didática bastante significativa, tendo em vista que a Química é uma Ciência experimental, pois trata macroscopicamente aquilo que é ministrado de maneira teórica/expositiva e até mesmo abstrata. O emprego desta estratégia desperta a atenção do alunado de tal forma que a relação professor-aluno é intensificada, o que atribui uma relação benéfica e favorável à construção do saber. Esse recurso didático propicia a formulação de problemáticas que permitem a contextualização e estimulem questionamentos de investigação.

De acordo com Gonçalves e Marques (2016), a experimentação caracterizada pela relação intrínseca entre teoria e observação, incentiva a percepção da Ciência quando valoriza o cunho social na produção do conhecimento científico. A partir disso, as aulas práticas apresentam um caráter motivador e contribuem de forma positiva quanto à participação ativa do alunado, beneficiando o processo de ensinoaprendizagem.

Nesse sentido, o conjunto de ações e o uso de recursos didáticos, como a experimentação e as TICs, pode promover a uma aprendizagem

significativa, de tal forma que o conteúdo escolar a ser aprendido deve ter relevância cognitiva e ser baseado em conhecimentos empíricos, visto que todo aluno apresenta conhecimento prévio, adquirido por experiências vividas e pela cultura do meio em que está inserido (AUSUBEL, 2003).

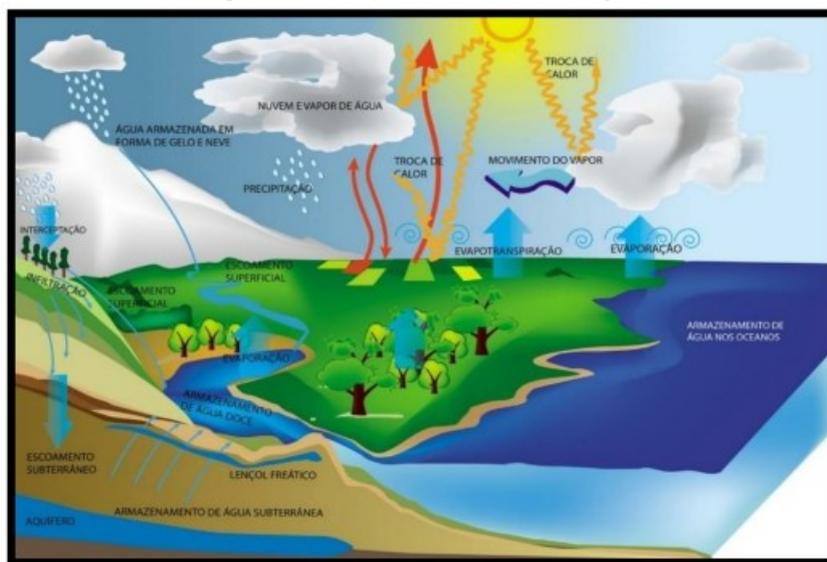
Cada educando terá uma concepção diferenciada na interação entre o saber antigo e o novo, o qual se torna mais fácil partindo de um dado mais geral e inclusivo para ideias menos inclusivas, ou seja, quando a base é a realidade do alunado e o docente utiliza tal experiência para inserção do conhecimento científico, aquele, fornece o caminho para que o estudante tire suas conclusões de forma crítica e construtiva, enriquecendo sua estrutura cognitiva com uma aprendizagem significativa (AUSUBEL, 2003).

Dentro dessa perspectiva, a pesquisa abordará as concepções metodológicas supracitadas para discutir a temática de Tratamento e Abastecimento de Águas.

### 3.4 Água e a Necessidade do Controle de Qualidade

A água é um recurso indispensável para a vida, visto que o homem a utiliza para diversas finalidades como para uso doméstico, industrial, público, comercial, para a produção de energia elétrica, entre outras. Toda a água do planeta está em constante movimento devido o ciclo hidrológico (Figura 1) necessário para o equilíbrio e estabilidade da superfície da Terra.

**Figura 1** – Etapas do ciclo hidrológico.



Fonte: <http://engenhariaondejahcivil.blogspot.com.br/2011/03/o-ciclo-da-agua.html>

A água forma oceanos, rios, lagos, lençóis freáticos, geleiras, até o vapor que faz parte do ar atmosférico, porém a água que o ser humano necessita é proveniente da água doce, a qual “constitui apenas cerca de 3% do líquido disponível no planeta. Boa parte disso concentra-se nas geleiras e, secundariamente, em grandes profundidades”, o que torna sua captação arduosa e economicamente onerosa (CARVALHO; OLIVEIRA, 2010, p. 45).

Além disso, o homem não preserva e trata esse recurso como deveria, visto que há muitas poluições no meio ambiente tornando inadequado o seu uso, como as substâncias provenientes de indústrias, lixos urbanos descartados indevidamente pela população, entre outros, que corroboram para o desperdício e escassez desse bem natural. Diante disso, há uma necessidade de racionalizar o uso, bem como tomar medidas que viabilizem a preservação desse recurso.

Alguns relatórios da ONU (Organização das Nações Unidas) sugerem duas medidas básicas para diminuir a escassez da água: utilizá-la de forma mais eficiente e aumentar sua disponibilidade. Para isso, no que concerne ao aumento de disponibilidade

são sugeridos o aproveitamento de geleiras, a dessalinização da água do mar e a intensificação do uso dos estoques subterrâneos (lençóis e aquíferos). As duas primeiras alternativas são altamente custosas, sendo a terceira bastante viável (CARVALHO; OLIVEIRA, 2010, p. 47).

As águas dos estoques subterrâneos encontram-se em altas profundidades, abaixo de várias camadas de solo, o que compete a um alto grau de qualidade (no que tange aos aspectos microbiológicos), pois o próprio solo desempenha o papel de um filtro, purificando a água, obviamente, se o solo não estiver infectado por contaminação química, infiltração de agrotóxicos e metais pesados, por exemplo. Por passar em rochas, a água arrasta excessivos minerais dissolvidos, atribuindo dureza ao fluido que raramente são prejudiciais à saúde, porém afeta em questões econômicas.

No Brasil, a grande problemática para que isso aconteça em grande escala é a falta de investimento dos órgãos responsáveis pela distribuição da água, pois poderia ser utilizado a água dos estoques subterrâneos como fonte de captação de água para as populações que não recebem água tratada. Os órgãos poderiam incentivar financeiramente uma política de controle e estímulo

que beneficiasse uma estratégia natural, a qual poderia ser a perfuração de poços artesianos dos consumidores de médio e grande porte, ofertando grande parte da água potável à distribuição pública (CARVALHO; OLIVEIRA, 2010). Tal prática vem sendo realizada, não por visibilidade de sustentabilidade, mas por falta de opção, pois a água tratada não é distribuída para todos.

Antigamente, o homem buscava se alojar ao redor de rios e plantações por conta da necessidade de sobrevivência, porém quando os recursos se tornavam inviáveis ou havia esgotamento destas fontes, acabava migrando para outro local. Com o passar do tempo e avanço da tecnologia, foi-se descobrindo meios de captar e distribuir água para população, porém comunidades longínquas, tanto no passado como nos tempos atuais, ainda não dispõem de água tratada, o que requer preocupação, pois com o desenvolvimento industrial e a poluição desenfreada, as fontes de água estão sendo contaminadas, conseqüentemente, inviabilizadas para consumo. Sob esse viés, portarias foram elaboradas para determinar um padrão de qualidade, em razão da indispensabilidade de se enquadrar um padrão de potabilidade.

Nesse contexto, o Ministério da Saúde (MS), em 12 de dezembro de 2011, vigorou a Portaria nº 2.914, que dispõe os procedimentos adequados para o controle de vigilância da água, de acordo com os valores máximos permitidos (VMP) estabelecidos (Tabela 1), no que diz respeito ao padrão de potabilidade para água de consumo humano.

**Tabela 1 – Parâmetros Físico-Químicos Aceitos pela Portaria Vigente.**

PARÂMETRO	UNIDADES	Portaria nº 2.914/2011-MS (VMP)*
Sabor	-	Não Objetável
Cor	mg Pt/L	15 mg Pt/L
Odor	-	Não Objetável
Temperatura	(°C)	-
Turbidez	mg/L ou UNT	5
pH	-	6,0 a 9,5
Condutividade Elétrica (25 ° C)	µS/cm	-
Alcalinidade Total (CaCO <sub>3</sub> )	mg/L	-
Acidez Total	mg/L	-
Acidez Carbônica	mg/L	-
Dureza Total	mg/L	500
Dureza de Cálcio	mg/L	-
Dureza de Magnésio	mg/L	-
Cloretos (Cl-)	mg/L	250
Oxigênio Dissolvido (OD)	(mg/L O <sub>2</sub> )	> 5

**Fonte:** BRASIL, 2011.

De acordo com a portaria mencionada, o quinto artigo adota as seguintes definições:

- I - água para consumo humano: água potável destinada à ingestão, preparação e produção de alimentos e à higiene pessoal, independentemente da sua origem;
- II - água potável: água que atenda ao padrão de potabilidade estabelecido nesta Portaria e que não ofereça riscos à saúde;
- III - padrão de potabilidade: conjunto de valores permitidos como parâmetro da qualidade da água para consumo humano, conforme definido nesta Portaria[...] (BRASIL, 2011).

Portanto, avaliar a água, independentemente de sua fonte, qualitativamente e quantitativamente em conformidade com a legislação vigente é de extrema pertinência, visto que alguma irregularidade nos parâmetros citados, pode causar danos à saúde da população.

Uma vasta quantidade de doenças pode ser veiculada pela água, como a febre tifoide, hepatite infecciosa, cólera, fluorose dentária, esquistossomose, entre outros. Por isso, deve-se ter o máximo de cuidado no controle da qualidade da água.

Em relação aos parâmetros físico-químicos, pode-se destacar a dureza que é definida, na prática, pela presença de íons cálcio e magnésio dissolvidos na água. Segundo Viana (2001, p. 38), “a dureza provoca, incrustações em tubulações de água quente e caldeiras, requerendo grande quantidade de sabão, quando a água dita ‘dura’, é usada em atividades domésticas”. Outros estudos, recentes, afirmam que a água dura pode colaborar na formação de cálculos renais, mas até então, o Ministério da Saúde afirma que não gera riscos à saúde.

Desse modo, foram criadas as companhias de abastecimento público de água, as quais captam a água, avaliam os parâmetros físico-químicos e bacteriológicos, a fim de aplicar diversos processos de tratamento que a adequem no padrão de potabilidade, para então ser distribuída para população.

### 3.5 Tratamento de Água e Formas Alternativas de Captação

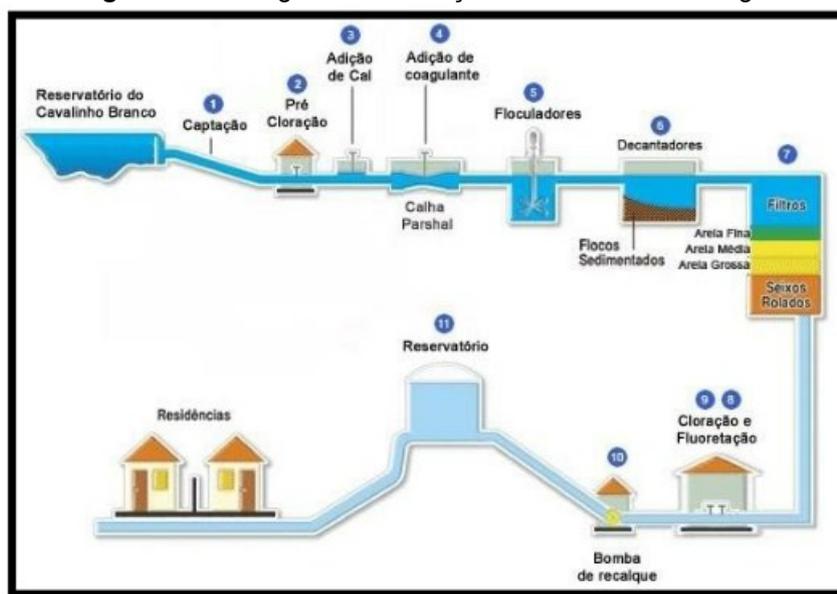
Nas Estações de Tratamento de Águas (ETA's), a água é bruta (*in natura*) e passa por um tratamento convencional que é dividido em etapas: pré-cloração, coagulação, correção do pH, floculação, decantação ou

sedimentação, filtração, desinfecção (cloração e fluoretação). Tais processos removem bactérias e eliminam impurezas, tornando a água potável condizente a legislação vigente.

Geralmente, a água *in natura* é captada de um rio, passa por uma pré-cloração, em seguida é adicionado sulfato de alumínio para que ocorra o processo de coagulação das partículas com agitação rápida, adição de cal para equilibrar o pH e, posteriormente, a floculação com agitação lenta.

Depois disso, a água segue para o decantador, onde as partículas sólidas são depositadas no fundo pela ação da gravidade e a água clarificada é encaminhada para a fase de filtração. Após essa fase, são adicionados cloro e flúor para eliminar os microrganismos causadores de doenças presentes na água (VIANA, 2001), para em seguida ser distribuída para a população como ilustra a Figura 2.

**Figura 2 – Fluxograma da Estação de Tratamento de Água.**



**Fonte:** <http://www.saaeaguasdelindoia.com.br/novo/tratamentodeagua.asp>

O sistema de tratamento de água é eficiente no controle de potabilidade, porém, não assiste a todas as cidades. Algumas comunidades recebem água por meio de caminhões pipa, mas estes, não atendem à demanda da população, portanto, é preciso encontrar um modo alternativo de se conseguir captar água, o qual comumente acontece com a perfuração de poços.

Contudo, não se deve tentar perfurar o solo sem ter um estudo hidrogeológico do local, para evitar prováveis gastos futuros. Dentro desse contexto, a Portaria nº 2.914/11 – MS em seu quarto artigo afirma que “toda água destinada ao consumo humano proveniente de solução alternativa individual de abastecimento de água, independentemente da forma de acesso da população, está sujeita à vigilância da qualidade da água” (BRASIL, 2011). Com isto, é imprescindível a vigilância dos padrões de potabilidade estabelecidos pela legislação, pois independente da maneira de acesso, a água para consumo humano carece de um controle de qualidade.

Em alusão às águas de poços, estas se encontram a um nível alto de profundidade, o que acarreta ter uma maior quantidade de sais dissolvidos, o que confere ser uma água dura ou água com dureza elevada. Diante disso, formas alternativas de tratamento podem ser sugeridas, como por exemplo, o tratamento por meio da técnica de adsorção.

### 3.6 Técnica de Adsorção

A técnica de adsorção pode ser descrita como um processo em que uma substância gasosa, líquida ou sólida (adsorvato), fica presa à superfície de um sólido (adsorvente) (SKOOG, *et al.*, 2006). A adsorção pode ser química ou física, mas antes, julga-se imperioso explicitar a diferença entre adsorção e absorção. No processo de adsorção as moléculas ficam retidas na superfície do sólido adsorvente, em que quanto mais poroso o material, mais ele irá adsorver, sendo um fenômeno de superfície, o que não acontece no processo de absorção, pois o fluido penetra a superfície absorvativa, incorporando-se em seu volume, onde ocorre migração de partículas da superfície para o interior do sólido, sendo facilmente reversível.

Dessa forma, a classificação da adsorção pode ser física ou fisioissorção e química ou quimioissorção, que é realizada a partir de forças envolvidas na interação adsorvato-adsorvente. Ambas as classificações são processos exotérmicos, porque há uma diminuição da energia livre da superfície, visto que as partículas que ficam presas à superfície do material adsorvente, quando acomodadas, têm menor grau de liberdade e conseqüentemente, diminuição da entropia, acarretando uma variação de

energia livre de Gibbs ( $\Delta G$ ) sempre negativa. Em concordância, Oliveira e Franca (2009, p. 5) afirmam que “esse aumento do grau de organização do sistema é compensado pela liberação de energia representada pela variação de entalpia, garantindo que o processo global é termodinamicamente coerente”.

Na adsorção física, as moléculas se prendem à superfície do material adsorvente por meio de forças fracas, em sua maioria, forças de Van der Waals, incapazes de formar ligações químicas e assim, não alteram sua estrutura quimicamente, permitindo que as moléculas do adsorvato fiquem fisicamente presas ao adsorvente. Nesse caso, o processo pode ser reversível, bem como pode haver a formação de multicamadas. Já na quimiossorção, um adsorvente iônico e a molécula polarizável que será adsorvida possui uma interação com uma ligação forte. Com este tipo de ligação química, o processo torna-se praticamente irreversível, apresentando na superfície do adsorvente, monocamadas (VASQUES, 2008).

Os estudos cinéticos de adsorção visam identificar a eficiência do processo a partir de alguns fatores relevantes, como o tempo de contato que o adsorvente fica com o adsorvato, estima a quantidade máxima do quanto o adsorvente irá adsorver, bem como fornece informações que determinam se a purificação é viável. Existem vários modelos baseados em equações que são utilizados para quantificar o adsorvato presente no processo, a uma determinada temperatura. Estas equações são denominadas isotermas de adsorção. Tais modelos são importantes, pois determinam a velocidade de adsorção necessária para obter o equilíbrio do processo. As isotermas mais comuns são as isotermas de Freundlich, Langmuir e a isoterma BET (Brunauer, Emmet e Teller) (VASQUES, 2008).

Dentro desse contexto, uma das aplicabilidades desse processo é a utilização da técnica de adsorção como removedor de agentes poluentes, em que pode ser uma excelente proposta para tratamento de água. Sob essa perspectiva, a fim de utilizar um método alternativo de tratamento para enquadrar a água de poço utilizada nas comunidades rurais que não recebem o tratamento fornecido pelas ETA's, dentro do padrão de potabilidade, será testada casca da banana tratada, como material adsorvente natural, com o intuito de diminuir a dureza presente no fluido.

### 3.7 Casca da Banana

A banana é bastante produzida no Brasil, assim como é consumida, “sendo as regiões Nordeste, Norte e Sudeste, as mais produtivas” (ALVES, 2010, p. 10). O Brasil é o terceiro maior produtor mundial de banana e “a região nordeste é a principal região geográfica produtora de banana, representando 34% da produção nacional [...]. A produção nordestina está mais focada na produção da variedade ‘pacovan’ [...]” (ALVES, 2010, p. 12).

Com tamanha produção, cerca de 20 a 40% da produção é perdida, gerando muito resíduo que causa impacto ambiental no local. Algumas medidas são processadas a fim de reaproveitar parte desse resíduo, em que parte da biomassa rejeitada é empregada na produção de pães, farinhas, doces, biscoitos, entre outros alimentos, porém, ainda assim, há muito resíduo descartado.

Não obstante, “o processo de adsorção pode ser feito por meio de adsorventes naturais [...] como uma alternativa que apresenta viabilidade econômica e ambiental” (FRANQUETO, 2016, p. 249). Dentro dessa conjuntura, a casca da banana apresenta vários sítios de adsorção, primordialmente, devido a presença de grupos hidroxilas e carbonilas na sua superfície, que viabilizam a capacidade de adsorção de metais pesados e compostos orgânicos (FRANCO; CASTRO; WALTER, 2015).

Partindo desse princípio, a técnica de adsorção é fundamentada por um processo físico-químico que proporciona inúmeras aplicações, permitindo explorar diversos conteúdos de Química de maneira significativa, tais como: processos de separação, soluções, interação química, ligações químicas e cinética química.

Diante do exposto, essa foi a proposta escolhida para ser aplicada em uma turma de nível técnico, a qual visa uma formação profissional. Essa técnica de tratamento de águas pode ser bastante relevante para esses futuros profissionais, principalmente quando abordada de forma contextualizada, problematizada com o uso de experimentações inseridas numa problemática social. Tais ferramentas didáticas possibilitam a construção do conhecimento, bem como a compreensão do contexto científico presente em todas as etapas.

## 4 METODOLOGIA

### 4.1 Metodologia para a atividade teórico-experimental

A presente pesquisa foi realizada numa turma do 4º ano do Curso Técnico Integrado ao Ensino Médio de Controle Ambiental, do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia da Paraíba – IFPB, *campus* João Pessoa. Para a aplicação foram necessárias 10 (dez) aulas de 50 (cinquenta) minutos cada com 20 (vinte) alunos participantes (Quadro 1) de uma turma com 29 (vinte e nove) estudantes matriculados. Dentre os participantes, dezessete são do gênero feminino e três são do gênero masculino. Foram concretizados quatro encontros no total com a supervisão do professor regente da turma, em que a aplicação ocorreu nas quintas-feiras no período da tarde, na disciplina “Tratamento de Águas”.

A metodologia empregada foi amparada numa abordagem participante, que é partilhada “com a educação popular, o propósito de desenvolver um conhecimento inserido na emancipação do sujeito e na transformação da realidade” (STRECK, 2016, p. 538), junto a metodologia qualitativa e quantitativa. O método qualitativo busca analisar e interpretar hábitos, atitudes, tendências de comportamentos, preocupando-se com a complexidade do comportamento humano (MARCONI; LAKATOS, 2011).

Na abordagem quantitativa, “os pesquisadores valem-se de amostras amplas e de informações numéricas” para expressar resultados bem definidos. (MARCONI; LAKATOS, 2011, p. 267). Tais métodos foram utilizados, com a intenção de englobar “dois momentos distintos: a pesquisa, ou coleta de dados, e a análise e interpretação” (MARCONI; LAKATOS, 2011, p. 271). A análise e interpretação, método qualitativo, foram utilizados a fim de desvendar e perceber o significado do comportamento dos discentes, frente as ações de adaptação metodológica arquitetadas. Além disso, as práticas e os contextos realizados foram registrados por gravações de áudio e transcritos, de forma a manter os resultados fiéis às interpretações dos educandos.

A partir dessas premissas, a pesquisa se desenvolveu a partir de quatro encontros elencados:

No primeiro encontro (primeira aula), foi entregue um Termo de Consentimento Livre e Esclarecido - TCLE, (Apêndice A), para que o educando pudesse ter ciência da intenção da pesquisa e decidir voluntariamente sua participação. Em seguida, aplicou-se um Questionário Inicial (QI), (Apêndice B), com cinco questões, duas objetivas e três discursivas, com a finalidade de investigar o conhecimento prévio dos discentes em relação à temática a ser abordada, pois assim, poderia ser averiguado os conceitos que necessitariam de mais ênfase.

Na semana posterior, no segundo encontro (segunda, terceira e quarta aulas), foram ministradas aulas teóricas problematizadas e contextualizadas sobre abastecimento de água, métodos de tratamento com o uso de materiais adsorventes, características do carvão ativado como adsorvente, composição, características químicas da casca da banana, definições e conceitos do método titulométrico, com o uso de apresentação de slides, vídeos editados, quadro branco e pincéis.

No terceiro encontro (quinta, sexta e sétima aulas), foi apresentado o material a ser utilizado para o tratamento da água com a técnica de adsorção, o qual foi previamente preparado pela pesquisadora. Para isso, foram elaborados slides com imagens do processo de preparação, bem como foram revisados os conceitos teóricos dos fatores que ocorrem durante o preparativo. Após a abordagem da metodologia utilizada para o preparo da biomassa, foi iniciado o ensaio de adsorção em batelada, no qual é pesado 0,4 gramas da casca da banana para ser posta em contato com 50mL da água de poço que abastece o IFPB, *campus* João Pessoa, a qual possui características semelhantes à água consumida pelas comunidades rurais.

O adsorvente ficou em contato com a solução por 60 minutos, sob agitação na Incubadora Shaker (equipamento utilizado para incubação de amostras que necessitem de agitação constante), disponibilizada pelo laboratório de Bacteriologia do IFPB. Além disso, a titulação da amostra da água *in natura* foi realizada para quantificar a dureza total e dureza de cálcio iniciais, em que todo o processo de preparação e análise dos parâmetros contemplados encontram-se descritos no “Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater” (APHA, 2005). A turma foi dividida em

duplas com a finalidade de uma melhor organização das atividades. Sendo assim, as práticas foram idealizadas por dez duplas.

Para esse encontro, utilizou-se apresentação de slides, vidrarias específicas para titulação e filtração, tais como: bureta, suporte universal, pêra, béquer, pipetas volumétricas e graduadas, provetas, funis de vidro, papel de filtro, espátulas, erlenmeyer e garras metálicas. Os reagentes usados foram etilenodiaminotetracetato (EDTA) 0,01 mol/L, solução tampão de pH  $10 \pm 0,1$ , água destilada, NaOH 1N, os indicadores murexida e negro de eriocromo T.

Para o quarto encontro (oitava, nona e décima aulas), a titulação do filtrado foi executada, com a intenção de determinar a dureza após o processo de adsorção. Os cálculos fundamentais para determinar a quantidade de dureza foram repassados, a partir da fórmula que deveria ser operada, atribuída por APHA (2005). Além disso, foi explicitado um tutorial básico de como se montar um gráfico no Excel, vislumbrando a possível redução da dureza ou eficiência do material adsorvente.

Ao fim dessa etapa, foi entregue um modelo de relatório (Apêndice C), contendo orientações gerais e a estrutura especificando o que deveria ser abordado em cada tópico. Na estrutura do relatório há um questionário composto por três questões, dessas, duas tem como objetivo avaliar os resultados obtidos com as experimentações de cada dupla, e a outra tem como finalidade verificar a opinião/avaliação dos discentes quanto à metodologia de ensino empregada. Tal relatório foi aplicado como uma das notas da disciplina.

#### 4.2 Metodologia do preparo da casca da banana

Inicialmente, retirou-se as cascas da banana do tipo pacovan, cerca de uma dúzia, selecionou-se as partes visualmente mais consistentes e maduras para serem cortadas em aproximadamente 2 cm<sup>2</sup>, lavadas com água destilada para retirar algumas impurezas, e então, colocadas na estufa com temperatura de  $80^{\circ}\text{C} \pm 5^{\circ}\text{C}$  (Figura 3), por 25 horas, para primeira secagem deste material.

**Figura 3** – Cascas cortadas e colocadas na estufa para realização da secagem.



**Fonte:** Própria, 2016.

As cascas foram cortadas para que o processo de secagem fosse mais rápido e eficiente, visto que se aumentou a superfície de contato. A temperatura utilizada e tempo de exposição ao calor foi determinado a partir do estudo da pesquisa “Avaliação da adsorção de contaminantes emergentes pela Casca de Banana” (SOUSA, 2015). Porém, tentou-se reproduzir a metodologia abordada pela autora e não se obteve êxito, pois após a primeira secagem, de acordo com o método da mesma, a farinha da casca foi obtida em 24 horas numa temperatura de 75°C na estufa.

Logo, foram empregadas algumas alterações na temperatura (80°C) e no tempo de contato (25 horas), para que a farinha da casca fosse obtida após a primeira secagem. Com os ajustes na metodologia, após a secagem, as cascas foram trituradas em liquidificador, para obtenção da farinha (Figura 4).

**Figura 4** – Cascas trituradas (obtenção da farinha).

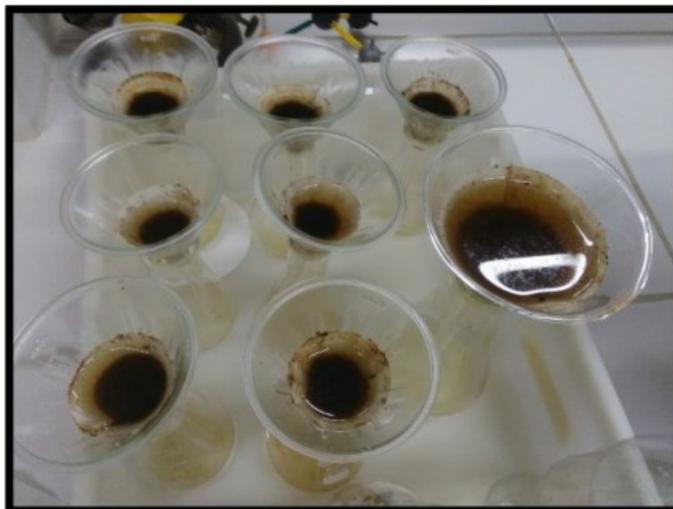


**Fonte:** Própria, 2016.

A farinha da casca passou por ativação química, num tratamento com hidróxido de sódio (NaOH) à 0,05 mol/L (SOUSA, 2015). Antes de se estabelecer um reagente a ser utilizado no processo de ativação, testes foram feitos com tratamentos da casca com água deionizada, ácido clorídrico (HCl) à 0,05 mol/L e NaOH à 0,05 mol/L.

Foi realizado o processo de adsorção numa água que apresentou salinidade alta, com os três materiais, em que a melhor eficiência foi notada quando tratada em meio alcalino. Logo, a pesquisa foi executada com a casca de banana ativada com NaOH.

A farinha foi tratada com NaOH, em que um grama do material ficou em contato com 25 mL da solução alcalina sob agitação, por 60 minutos (SOUSA, 2015) na incubadora Shaker com 200 rotações por minuto (rpm). Após esse procedimento, filtrou-se a biomassa (Figura 5) para ser colocada num novo processo de secagem.

**Figura 5** – Filtração da farinha tratada com NaOH.

Fonte: Própria, 2016.

O material tratado foi colocado na estufa para uma nova secagem, numa temperatura de  $80^{\circ}\text{C} \pm 5^{\circ}\text{C}$ , por 25 horas. Em seguida, macerou-se com auxílio do almofariz e pistilo (Figura 6a), para então ser peneirado numa granulometria específica, a qual fora uma peneira de 70 mesh ou com abertura de 0,21 mm (Figura 6b).

**Figura 6 (a)** – Maceração da biomassa.

Fonte: Própria, 2016.

**Figura 6 (b)** – Biomassa peneirada.

Fonte: Própria, 2016.

Feito isso, a biomassa pode ser utilizada no processo de adsorção, a fim de reduzir a concentração dos sais dissolvidos.

## 5 RESULTADOS E DISCUSSÃO

O Questionário Inicial foi aplicado, no primeiro encontro, como já mencionado no item anterior, com o intuito de investigar as concepções que os discentes já possuíam sobre o assunto abordado, para que o docente tivesse ciência dos conceitos que deveria dar ênfase durante as aplicações. Sendo assim, foi feita a análise das respostas, em que a primeira questão indagava: “Como a água que usamos chega a nossa casa?”. Nesta, 95% da turma assinalou a alternativa correta: *“Ela vem de um rio e segue por canos até a estação de tratamento. Lá ela é tratada. Depois, segue até nossas casas”*.

A segunda questão, discursiva, investigava se: “Você conhece as etapas de tratamento de água? Cite pelo menos duas”. Todos os discentes responderam corretamente esta questão, demonstrando que são cientes quanto ao processo convencional de tratamento de águas. A terceira dispunha de uma questão objetiva do Exame Nacional do Ensino Médio (ENEM) de 2011, que descrevia a realidade de uma cidade cercada por um rio poluído, em que a população convivia com ameaças de doenças. Desse modo, questionava qual seria o melhor procedimento para tratar a água do rio, a fim de atenuar os problemas de saúde causados por micro-organismos presentes na água. A maioria dos discentes, 90%, soube aderir o procedimento correto, assinalando a resposta correta.

A quarta questão expunha: “Toda água que bebemos precisa de tratamento? Justifique sua resposta”. Todos estudantes afirmaram que sim, justificando suas respostas, 20% estavam parcialmente corretos e 80% estavam corretos, a exemplo do aluno 1 que diz: *“Depende de que fonte bebemos, e as condições dos condicionadores dessas águas”*, e do aluno 2, que afirmou: *“Sim, para evitar que microorganismos, no caso de não ter tratamento, ocasionem problemas à sociedade. E não só microorganismos, mas parâmetros físico-químicos, como presença de metais que trazem problemas. Então, o tratamento assegura a saúde da população falando em relação à doenças de veiculação hídrica”*.

A quinta e última questão, dizia: “Você acha que todas as cidades recebem água tratada e são devidamente abastecidas? Caso não, como as cidades ribeirinhas convivem com essa realidade?”. Todos estudantes

responderam que não, confirmando que as populações e comunidades que ficam distantes de estações de tratamento, sofrem bastante com doenças de veiculação hídrica, a exemplo de um aluno que afirmou: *“Não, devido ao descaso das instituições governantes e muitas das vezes pela ignorância popular, há muitos casos de doenças que poderiam ser atenuadas com o acesso as ETA’s ou tratamentos caseiros alternativos”*. Diante das respostas encontradas, pôde-se concluir que o alunado já possui uma boa concepção sobre abastecimento e tratamento de águas, possibilitando retomar a temática na aplicação a partir dos fatores e agentes químicos presentes nos processos.

No segundo encontro (disposto de três aulas de cinquenta minutos cada), iniciou-se a aula expositiva dialogada com o auxílio da apresentação de slides explanando a importância da água para a existência da vida, bem como suas diversas aplicações nos setores industriais, comerciais, domésticos, para produção de energia elétrica, entre outros, uma vez que *“a água é uma substância vital presente na natureza, e constitui parte importante de todas as matérias do ambiente natural ou antrópico”* (COSTA; TELLES, 2007, p. 1).

Desse modo, ressaltou-se a indispensabilidade do controle de qualidade da água, independente do destino de seu uso, como por exemplo, a água utilizada para lavagem de equipamentos e para refrigeração deles, não podem ter uma quantidade alta de metais dissolvidos, visto que pode acarretar em incrustações nas tubulações, diminuindo sua vida útil. E ainda, *“a água pode constituir veículo de disseminação de doenças entre os seres vivos quando está contaminada por microrganismos patogênicos ou poluída por agentes químicos e radioativos”* (CARVALHO; OLIVEIRA, 2010, p. 75).

Dessa maneira, foram elucidados os padrões requeridos para considerar uma água como potável, pois essa seria a classificação a ser estudada. Para isso, foi questionado aos discentes se eles obtinham conhecimento sobre a portaria nº 2.914/11 do Ministério da Saúde e a maioria da turma respondeu que sim, completando com: *“É a portaria que fornece os valores máximos permitidos dos parâmetros a serem analisados para determinar se a água é potável ou não”*. Com isso, o docente complementou, mostrando alguns artigos da portaria dando ênfase no artigo III, o qual assegura que *“toda água destinada ao consumo humano, distribuída coletivamente por meio de sistema ou solução alternativa coletiva de*

abastecimento de água, deve ser objeto de controle e vigilância da qualidade da água” (BRASIL, 2011). Após ler esse artigo, questionou-se aos discentes se isso realmente acontece na prática social, porém a maioria ficou em silêncio e alguns disseram que sim. Com tais respostas, o professor ficou de refazer a pergunta novamente mais à frente.

Dando continuidade, iniciou-se o tópico das ETA's, o qual foi avaliado no QI e os discentes demonstraram ter conhecimento sobre, portanto, o educador apenas elucidou que na ETA é onde se realiza a purificação da água captada de alguma fonte para torná-la própria para o consumo e, assim, utilizá-la para abastecer uma determinada população. E, para que isso aconteça, há etapas de processamento, no método convencional, as quais são: captação, coagulação, correção do pH, floculação, decantação, filtração, cloração e fluoretação (VIANA, 2001).

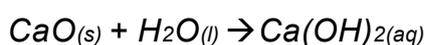
Sem adentrar em tantas definições, iniciou-se uma fase de questionamentos, buscando investigar se os discentes tinham domínio das reações químicas envolvidas durante o processo de tratamento de água. Em vista disso, os questionamentos, na etapa de coagulação, foram: “Qual o coagulante utilizado? Porque ele é utilizado?”, frente a isso, responderam que “O mais utilizado é o sulfato de alumínio ( $Al_2(SO_4)_3$ ), pois ele é o que ajudará a formar os flocos”. Em seguida: “Mas porque ele ajuda a formar os flocos? O que acontece quando adicionamos sulfato de alumínio na água?”. Diante destas, os alunos permaneceram em silêncio e o docente usou o quadro branco para explicitar as reações que ocorrem.

Logo, foi dito que o sulfato de alumínio é adquirido pela reação do ácido sulfúrico com o óxido de alumínio, mas quando o sulfato é adicionado em água, ocorre a formação de uma base junto a um ácido que permanece dissociado em meio aquoso por ser um ácido forte (Equação 1).



De acordo com a equação supramencionada, explicou-se que o hidróxido de alumínio ( $Al(OH)_3$ ) é uma substância alcalina com característica gelatinosa, o que contíguo a impurezas e sujeiras numa certa agitação, formam-se os flocos, como descreve a etapa de floculação. Sendo assim,

realizou-se outro questionamento: “Adicionamos qual substância para corrigir o pH e porque temos que adicioná-la?”. Os estudantes responderam apenas que adicionavam “cal”, mas não sabiam que substância era essa e o porquê de adicioná-la, numa perspectiva científica. Sendo assim, foi pedido atenção para o produto formado na Equação 1 e indagou-se: “O que acontece com o pH do meio, quando temos H<sup>+</sup> livre?”. Logo, responderam que o meio se torna ácido e o professor completou que por isso é empregado a adição de uma substância para corrigir o pH, pois em meio ácido, o hidróxido de alumínio não é formado e assim não teríamos a constituição dos flocos na etapa da floculação. Portanto, para concluir o pensamento, foi dito que se adiciona cal (CaO – óxido de cálcio) na água (Equação 2), a fim de produzir uma base que neutralize o excesso de H<sup>+</sup> presente, quando adicionado o sulfato de alumínio.



*Equação 2*

O professor é um agente no processo de ensinoaprendizagem, cabendo-o no papel de despertar o senso crítico dos estudantes, buscando explicações científicas para os acontecimentos, incentivando-os a solucionar problemas, para que essa inter-relação possibilite a construção teórica da ciência. Segundo Lima (2012, p. 23) “falta aos alunos o despertar para o saber científico, o colocar-se em posições ativas de modo que formulem suas próprias perguntas, tentem respondê-las e fazer a relação entre os conteúdos”.

Após a etapa de floculação, há o processo de separação física, a qual ocorre em duas etapas: decantação e filtração. Antes de entrar nessa temática, foi realizada uma revisão de misturas homogêneas e heterogêneas, em que mistura homogênea é aquela que apresenta apenas uma fase, pois “as moléculas ou íons componentes estão tão bem dispersos que a composição é a mesma em toda a amostra, independentemente do seu tamanho”. (ATKINS; JONES, 2012, p. F52). E a mistura heterogênea é aquela que apresenta mais de uma fase, com diferentes substâncias (ATKINS; JONES, 2012).

Depois disso, voltamos para as técnicas de decantação e filtração, as quais o alunado já possuía conhecimento, uma vez que responderam corretamente quando indagados. Diante disso, o docente apenas completou a discussão afirmando que “a decantação, aproveita a diferença de densidades,

em que um líquido flutua sobre outro líquido ou está acima de um sólido que pode ser decantado” (ATKINS; JONES, 2012, p. F53). Já a filtração, “é usada para separar substâncias quando existem diferenças de solubilidade (a capacidade de se dissolver em um dado solvente)” (ATKINS; JONES, 2012, p. F53), em que a amostra passa pelo filtro composto de areia, cascalho e carvão ativado, com intuito de reter as partículas insolúveis em água.

Para finalizar, foi informado que na etapa de cloração e fluoretação adiciona-se, respectivamente, cloro gasoso ( $\text{Cl}_2$ ) para desinfecção da água (eliminação de bactérias patogênicas), bem como se adiciona flúor, em algumas estações, o qual é benéfico para a prevenção de cárie dentária (VIANA, 2001). Após todas essas etapas de tratamento, a água é armazenada em reservatórios com capacidade volumétrica alta e depois enviada por meio de bombas para os reservatórios elevados dos bairros para ser distribuída à população, como já ilustrado na Figura 2.

Diante do exposto, estabeleceu-se o momento problematizador da aula concomitante a uma interpelação: “Será que todos recebem água de qualidade? Própria para consumo?”. A maioria assegurou que provavelmente não. Logo, um vídeo (Figura 7) foi passado o qual relata a situação do município de Santarém, localizado na região oeste do Pará (PA), onde as famílias não possuem energia elétrica e nem água potável, tendo como fonte de água, o rio Amazonas, as quais usufruem para lavar roupas, cozinhar, tomar banho, entre outras utilidades domésticas. Com isso, a maioria da população sofre com doenças de veiculação hídrica, causadas pelos microrganismos patogênicos presentes na água barrenta do rio, visto que não há nenhum tipo de tratamento.

**Figura 7** – Momento da transmissão do vídeo problematizado.



**Fonte:** Própria, 2017.

Ao fim do vídeo, o docente questionou novamente sobre o artigo III da portaria nº 2.914/11 do MS e os educandos responderam que: *“Era o que deveria ser feito, porém tem a falta de presença do estado no auxílio dessas comunidades e a maioria da população não possui instrução, nem recursos para aderir um tratamento adequado”*.

A população ribeirinha, apresentada no vídeo, coleta a água do rio, transfere-a para tanques, com intuito de realizar o processo de decantação das partículas em suspensão que dão cor a água. Após esse processo de separação, retiram cuidadosamente o líquido e fervem antes de consumir, mas na maioria das vezes não é o suficiente para evitar doenças, como relatam algumas mulheres que foram entrevistadas.

O vídeo trata da situação mais agravante do não controle de qualidade da água, pois há presença de bactérias nas águas dos rios e a falta de tratamento adequado prejudica a saúde da população. Não obstante, as comunidades rurais também são prejudicadas pela falta de tratamento, como a água é proveniente de reservas subterrâneas, passam por várias camadas de rochas (formadas por sais), em que vários cátions são arrastados, atribuindo dureza alta ao recurso natural.

Tal parâmetro, fora dos padrões de potabilidade, estimula perdas econômicas, pois dureza elevada afeta a eficiência de limpeza dos detergentes

e sabões, exigindo seu consumo excessivo nas lavagens domésticas. Todavia, a passagem por várias camadas de rochas permite a retenção de bactérias, aderindo certo grau de potabilidade à água.

As concentrações elevadas de cálcio e magnésio geram na água um gosto salobro, não eliminam a sede, possibilitam efeitos biológicos adversos e podem ter efeitos laxativos. E ainda, existem indícios de que o consumo de água dura (dureza elevada) pode causar uma maior incidência de casos de cálculo renal, porém, não existem estudos científicos definitivos que relacionem esse quesito.

Tais cenários incitam uma situação preocupante que precisa ser abordada a fim de incentivar os discentes a buscar novas formas de tratamento, projetos de pesquisa que possam vir a ajudar essas comunidades, visto que:

A visão de que a constituição da sociedade é um processo histórico permanente permite compreender que esses limites são potencialmente transformáveis pela ação social. E aqui é possível pensar sobre a ação política dos educadores. A escola não muda a sociedade, mas pode, partilhando esse projeto com segmentos sociais que assumem os princípios democráticos, articulando-se a eles, constituir-se não apenas como espaço de reprodução, mas também como espaço de transformação (BRASIL, 1997, p. 23).

Com a demonstração da realidade social dessas comunidades, os estudantes se mostraram interessados em buscar novas técnicas de tratamento que possam vir a auxiliar essas pessoas, visto que explicita uma realidade totalmente diferente da deles com situações preocupantes. Dando continuidade à discussão, foram apontados alguns casos de fontes de água manipuladas por diversas comunidades, tais como: poços perfurados irregularmente, consumo direto de rios e lagos, consumo de água da chuva, entre outros.

A maioria das comunidades rurais coletam água a partir de poços, que dependendo de sua profundidade, apresenta dureza elevada, visto que quanto maior a profundidade, mais camadas de rochas e assim, maior o percentual de sais hidrolisados que são arrastados. Entretanto, a água de poço possui um certo grau de potabilidade, devido a passagem por várias camadas de solo que funcionam como uma espécie de filtro, retraindo espécies microbiológicas e partículas insolúveis (CARVALHO; OLIVEIRA, 2010).

Desse modo, verificou-se a inevitabilidade de uma intervenção social para que essas pessoas que residem distantes da área urbana, possam ter acesso a água tratada. Nessa perspectiva, os discentes propiciaram como exemplo, o uso de filtros que possam ser capazes de diminuir cor, odor, parâmetros físico-químicos, de modo geral. Sob esse ponto de vista, foi estudado o processo de adsorção, com o aproveitamento de um material natural, a fim de reduzir a dureza da água de poço, utilizada pela maioria da população rural. À vista disso, pode-se concluir que

ao incluir questões que possibilitem a compreensão e a crítica da realidade, ao invés de tratá-los como dados abstratos a serem aprendidos apenas para “passar de ano”, oferece aos alunos a oportunidade de se apropriarem deles como instrumentos para refletir e mudar sua própria vida (BRASIL, 1997, p. 23-24).

Para isso, foi explanada a diferença entre absorção e adsorção, pois quando indagada, a turma não formulou hipóteses. Assim, foi esclarecido que na prática de absorção, a substância interage intrinsecamente ao sólido absorvivo, filiando-se em seu volume, sendo facilmente reversível, a exemplo da esponja que é capaz de absorver certa quantidade de água e quando espremida é facilmente retirado o volume absorvido, o que não acontece no fenômeno de adsorção. Foi explicado que no processo de adsorção, um líquido ou um gás é adsorvido na superfície de um material sólido poroso (adsorvente), de modo que algumas interações acontecem e as substâncias se acumulam (adsorvato) na interface do sólido.

A adsorção pode ser química ou física, em que a adsorção física é causada principalmente por forças de van der Waals entre as moléculas do adsorvato e os átomos que compõem a superfície do adsorvente, e assim, as moléculas encontram-se fracamente ligadas. Já na adsorção química, há o envolvimento de interações químicas entre o fluido adsorvido e o sólido adsorvente, em que há transferência de elétrons, equivalente à formação de ligações químicas entre o adsorvato e o adsorvente (TEIXEIRA; COUTINHO; GOMES, 2001).

Diante disso, algumas imagens foram ilustradas por meio da apresentação dos slides, a fim de auxiliá-los a compreender essa parte conteudista, visto que é um fenômeno que ocorre em escala microscópica. Alguns pontos relevantes foram tratados, quanto a especificidade de um

material adsorvente para que ele venha ser eficiente diante do processo de estudo escolhido. Portanto, a porosidade foi o primeiro tópico a ser abordado, uma vez que quanto mais poroso, maior será a quantidade de substâncias adsorvidas, já que todo material, num processo irreversível, satura diante o acúmulo de substâncias na superfície.

O segundo a ser evidenciado, foi a área superficial do adsorvente, a qual foi explicada a partir do conteúdo de Cinética Química, já estudado pelo alunado. De acordo com Brown, Lemay e Bursten (2005, p. 484), “as reações que envolvem sólidos tendem a prosseguir mais rapidamente se a área superficial do sólido for aumentada”. Após lembrado o conceito, afirmou-se que quanto maior a superfície de contato, maior será a proporção de partículas porosas e desse modo, maior será a quantidade de substâncias adsorvidas.

Além disso, a distribuição e tamanho dos poros são propriedades importantes para caracterizar a capacidade de adsorção do adsorvente. Outro fator relevante é a polaridade da superfície do material, pois deve-se possuir um estudo do adsorvente a ser utilizado em relação ao que se deseja adsorver, visto que se trata de interações químicas fortes, ou seja, a polaridade precisa ser conhecida para que se consiga adsorver o que foi objetivado.

Sob essa perspectiva, foi exposto que iria ser trabalhado o método de adsorção em batelada, que segundo Moreira (2008), são processos que são conduzidos em intervalos de tempo definidos, por meio de operações que têm suas propriedades variando com o tempo. Com isso, o docente informou que os experimentos iriam ser realizados sob agitação na Incubadora Shaker com temperatura constante e rotação definida.

Posteriormente, foi mencionado um dos adsorventes mais utilizados em diversas áreas, e já conhecido pelo alunado, o carvão ativado, que inclusive é encontrado em alguns filtros domésticos, bem como no filtro das ETA's. Dessa forma, iniciou-se afirmando que o carvão (origem animal) pode ser adquirido a partir da desidratação de açúcares e/ou hidrocarbonetos. Porém, o carvão ativado é obtido por meio da queima controlada de certas espécies de madeiras, em temperatura de 800°C a 1000°C, com baixo teor de oxigênio, com a finalidade de remover as substâncias contidas nos poros obstruídos do carvão comum, obtendo um material 100 vezes mais poroso (CLAUDINO, 2003).

A fim de reforçar o que foi ministrado, o docente editou e uniu dois vídeos que demonstravam as diversas aplicações do carvão ativado, os benefícios e malefícios e, ainda, como ele é produzido em escala industrial e caseira. De acordo com Leite (2015, p. 311):

No Ensino de Química o vídeo pode ser utilizado para introduzir, motivar, ilustrar ou concluir um trabalho de ensino e aprendizagem, seu uso pode permitir uma abordagem contextualizada e interdisciplinar de uma determinada realidade, além da observação de fenômenos que demandam um tempo mais longo para ocorrer.

Posto isto, introduziram-se as informações relacionadas ao material adsorvente, casca da banana, que irá ser estudado pelos discentes no processo de tratamento de água. Foi introduzido uma visão geral sobre a banana no mercado, a qual é produzida em grande escala pelos brasileiros. A banana é a segunda fruta mais produzida no Brasil, o qual é o terceiro maior produtor mundial. Apesar de ser um dos principais produtores da fruta, também é o que possui maior índice de desperdício, em que algumas estimativas salientam que 20% a 40% da produção nacional é perdida, gerando bastante resíduo (BONIOLO, 2008). Diante desse quadro, o uso da casca de banana no tratamento de água poderia ser uma oportunidade de minimizar o impacto ambiental ocasionado por esse desperdício de matéria-prima.

Sendo assim, foi informado a composição química da banana, na qual há vários nutrientes, como as vitaminas A e C, fósforo, potássio, carboidratos, lipídeos, dentre outros. Assim como, afirmou-se que a casca da banana possui em sua estrutura, substâncias como ácidos orgânicos, grupos hidroxilas e carbonilas que favorecem a remoção de compostos orgânicos e metais presentes num processo de adsorção (SOUSA, 2015). Diante disso, foi estudada a capacidade de adsorção dos cátions  $\text{Ca}^{2+}$  (íon cálcio) e  $\text{Mg}^{2+}$  (íon magnésio) livres presentes numa amostra da água de poço que abastece o IFPB, *campus* João Pessoa, no intuito de verificar a eficiência da casca da banana na redução da dureza dessa água, comparativamente, à água de poço oriunda de comunidades rurais, tendo em vista, a semelhança nas características dessas águas.

Dentro desse contexto, foi reforçado que a maioria das comunidades rurais coletam água de poço, em que geralmente, possuem dureza alta. Em razão disso, a casca da banana será testada, com o intuito de reduzir o

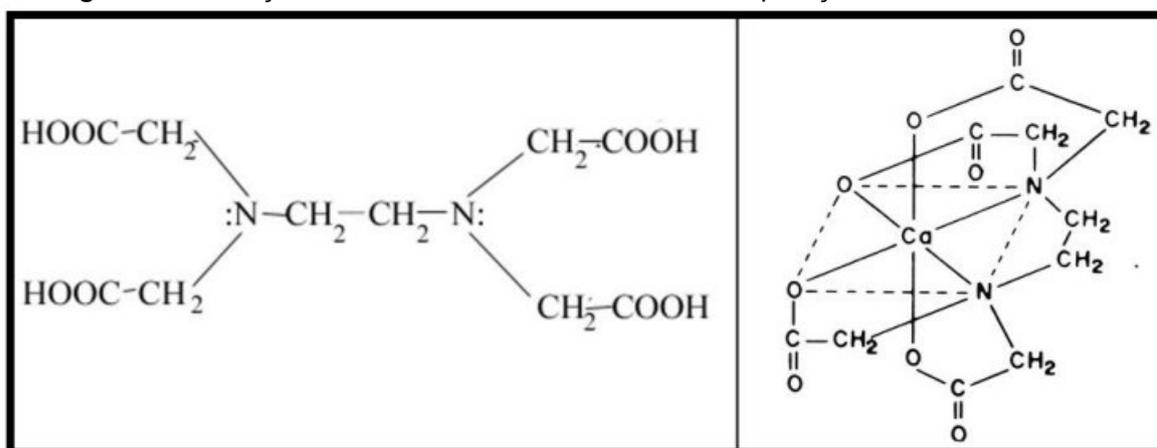
parâmetro dureza, para que possa ser viável como um método alternativo de tratamento, visto que esse parâmetro, fora do padrão estabelecido pela legislação vigente, pode acarretar numa perda financeira para a população.

Posto isto, foi esclarecido o método titulométrico a ser utilizado a fim de determinar quantitativamente a dureza da água. Segundo Harris (2011, p. 115),

uma titulação é um procedimento em que pequenos volumes da solução de reagente – titulante – são adicionados ao analito até que a reação termine. [...] Cada adição de titulante deve ser consumida rápida e completamente pela reação com o analito até que este acabe.

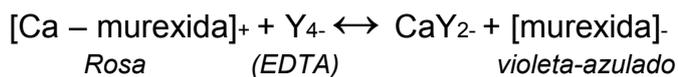
Os discentes já conheciam o método, bem como os reagentes necessários para determinação. Para finalizar esse segundo encontro, foi feito um breve resumo da técnica e com o auxílio de imagens dispostas nos slides, foi ilustrado a quelação do metal por meio da ação do titulante (EDTA), (Figura 8) que é necessária para formação do complexo inorgânico.

**Figura 8** – Ilustrações da estrutura do EDTA em 2D e sua quelação com o metal  $\text{Ca}^{2+}$ .



Fonte: BACCAN, *et al.*, 2001, p. 147.

A titulação se baseia na adição do titulante até o ponto de viragem da solução, ou seja, até a mudança de cor do indicador. Nesse caso, os indicadores utilizados são: a murexida e o negro de eriocromo T. Esses indicadores são metalocromicos, o que basicamente são “compostos orgânicos coloridos que formam quelatos com os íons metálicos” (BACCAN, *et al.*, 2001, p. 143). Esse tipo de indicador apresenta uma cor quando quelato e outra cor quando está livre em solução, assim como explicita a Equação 3, no caso da titulação da dureza de cálcio.



*Equação 3*

Sendo assim, quando o indicador é adicionado à amostra de água, a solução torna-se rosa (complexo formado entre indicador e metal) e deve-se titular com EDTA até a coloração púrpura, visto que a mudança de cor confirma que se obteve todo cálcio complexado com EDTA e o indicador livre em solução, alcançando o ponto final da titulação.

O terceiro encontro, constituído por três aulas, foi dividido em duas partes: aula expositiva e aula prática. Com o auxílio das ferramentas tecnológicas, foi demonstrado o passo a passo do preparo da biomassa da casca da banana (Fluxograma 1), com o uso de ilustração em todas as etapas do processo.

**Fluxograma 1 – Metodologia do preparo da casca da banana**



Diante os testes realizados pela pesquisadora com os três materiais (água deionizada, ácido clorídrico e hidróxido de sódio), pôde-se concluir que a adição do hidróxido de sódio possibilitou a neutralização das cargas positivas presentes na superfície da casca da banana, o que evita interações repulsivas entre as cargas positivas da superfície com os cátions que se deseja adsorver, assegurando uma adsorção mais satisfatória. Dessa forma, Sousa (2015, p. 58) afirma que:

é reportado na literatura que o tratamento dos adsorventes promove modificação nos grupamentos funcionais com a criação de novos sítios ativos, [...], intensificando os grupos funcionais, possibilitando, conseqüentemente, maior interação entre o adsorvente e o adsorvato.

A importância de todas as etapas foi elucidada, baseada nos conhecimentos teóricos já estudados, como por exemplo, a estratégia da maceração e peneiração foi empregada com a finalidade de aumentar a superfície de contato, bem como definir um tamanho de partícula específico, o que corrobora com os dados cientificamente. Nessa temática, foi lembrado aos discentes a importância de se obter a maior superfície de contato possível, uma vez que maior será a disponibilidade de área superficial, assim como a de poros, fatores esses, indispensáveis para que ocorra a adsorção mais eficiente das substâncias.

Feito isso, o material já pode ser utilizado na técnica de adsorção. À vista disso, a parte prática do encontro foi iniciada, em que, primeiramente, foi entregue uma folha para controle dos dados (Apêndice D) e exercido o teste de adsorção para depois ser quantificado a dureza da água *in natura*. Desse modo, a turma foi separada por duplas para melhor organização das atividades. Em concernência com Lima (2012, p. 27), o qual afirma que

é essencial que, na sala de aula, os alunos trabalhem em equipes. Nela não atuam sujeitos isolados, mas sujeitos que interagem, com seus afetos e conflitos, por meio da linguagem e da ação coletiva. É na relação com o outro que o estudante elabora suas representações, coordena-se com outras interpretações, busca argumentos e consolida novos significados.

O docente forneceu as instruções necessárias para que cada dupla pudesse exercer a prática de adsorção, na qual seria preciso pesar 0,4 gramas da farinha da casca da banana (Figura 9) para ser colocada em contato com 50mL da amostra da água de poço num erlenmeyer de 250mL. Em seguida, ser levado para a Incubadora Shaker, onde seria submetido a uma agitação de 200rpm por 60 minutos.

**Figura 9** – Momento dos discentes pesando o pó da casca da banana.

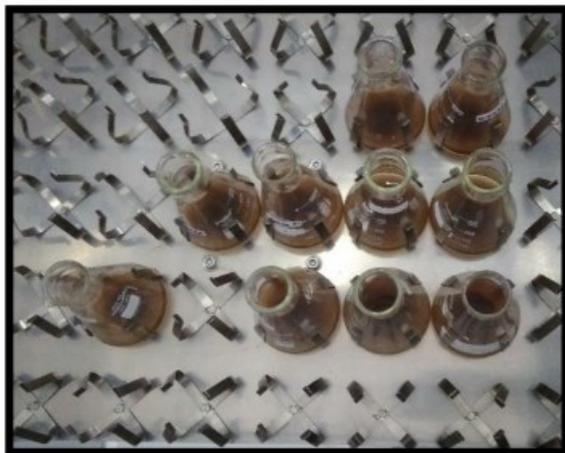


**Fonte:** Própria, 2017.

Enquanto os erlenmeyers estavam sob agitação, as duplas iniciaram a titulação para quantificar a dureza presente na amostra *in natura*. Vale salientar que os discentes já praticavam esse método de análise, ou seja, já possuíam domínio sobre a técnica. Todos os dados foram contabilizados na folha de controle de dados, para serem calculados ao fim de todo desenvolvimento da prática.

Feito isso, dentro do tempo planejado, os alunos retiraram as amostras com o adsorvente da incubadora (Figura 10a) e filtraram a solução, a fim de separar o filtrado das partículas sólidas do adsorvente (Figura 10b), finalizando o terceiro momento.

**Figura 10 (a)** – Adsorção realizada na incubadora. **Figura 10 (b)** – Filtração da solução.



Fonte: Própria, 2017.



Fonte: Própria, 2017.

Os estudantes demonstraram-se entusiasmados quanto a temática abordada, uma vez que houveram momentos que alguns deles compartilharam suas pesquisas em desenvolvimento, indagaram sobre a possibilidade de levar esse tratamento alternativo para uma escala de campo, outros gostariam de posteriormente, testar o material numa amostra de água já empregada em suas pesquisas, entre outras discussões.

As metodologias e ferramentas abordadas possibilitaram a criação de uma sala interativa, em que a “relação professor-aluno é uma condição indispensável para a mudança do processo de aprendizagem, pois essa relação dinamiza e dá sentido ao processo educativo” (SILVA; NAVARRO, 2012, p. 96). Além disso, “a experimentação pode ser uma estratégia eficiente para a produção de explicações para problemas reais que permitam uma contextualização, e dessa maneira estimular questionamentos que encaminhem à investigação” (SILVA, 2016, p. 20).

No quarto e último encontro da aplicação, os discentes procederam com a titulação pós-adsorção do filtrado (Figura 11), com a intenção de verificar se houve a redução da dureza. As análises seguiram o mesmo padrão da titulação da água *in natura*, porém como tratou-se 50mL de água de poço, foi necessário diluir o volume da amostra 10 vezes, para proceder com o método, o que pode ser corrigido nos cálculos com o fator diluição.

**Figura 11** – Momento da titulação da amostra pós-adsorção.



**Fonte:** Própria, 2017.

Todas as duplas ficaram ansiosas para titular a amostra no pós-adsorção, para se certificarem de que realmente a casca da banana era capaz de adsorver os cátions e diminuir a dureza. Depois de obtido os valores do titulante gasto para cada amostra, o docente demonstrou como calcular a dureza, de acordo com os dados fornecidos pelo Standard Methods (APHA, 2005).

Sendo assim, com o auxílio do quadro branco (Figura 12), foi descrito a fórmula com a legenda das incógnitas, bem como informado que o cálculo era efetuado a partir de um método indireto, denominado método de Volhard, no qual é quantificado a quantidade em mg/L de Carbonato de Cálcio ( $\text{CaCO}_3$ ) na amostra. Notabilizando que não havia instância de explicar o método analítico de Volhard para uma turma de Curso Técnico Integrado ao Ensino Médio, foi apenas informado; ação adotada em concordância com o professor vigente da turma.

**Figura 12** – Momento da explicação da fórmula usada no cálculo da dureza.

$$\text{mg/L} = \frac{V_t \cdot 1000}{V_{pm} \cdot FD}$$

$V_t$  = Volume titulante (EDTA) gasto  
 $V_{pm}$  = Volume da Amostra  
 $FD$  = Fator Diluição

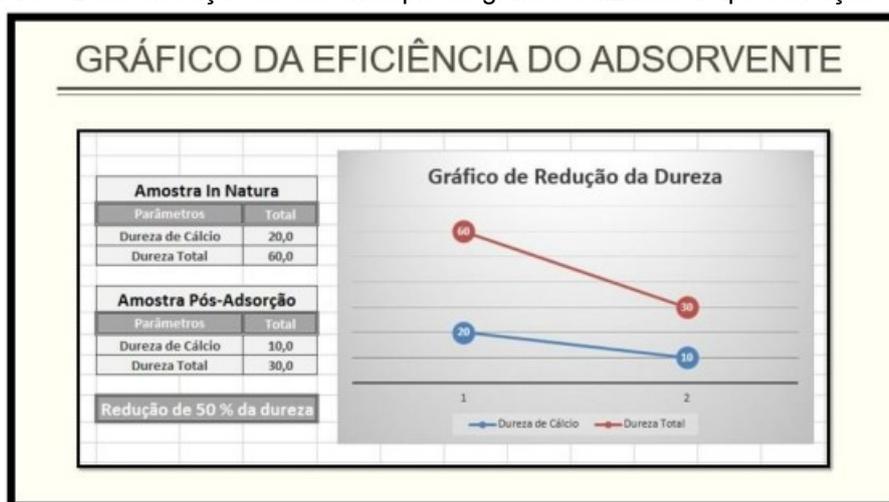
**In Natura**  
 $D_{\text{Cálcio}} =$   
 $D_{\text{Total}} =$

**Pós-Adsorção**  
 $D_{\text{Cálcio}} = V_t = 0 = DC = 0$   
 $D_{\text{Total}} =$

Fonte: Própria, 2017.

Logo em seguida, foi demonstrado como seria executado os cálculos, considerando como base um dos resultados de uma das duplas. Tal abordagem foi exercida com o intuito de demonstrar como deveriam responder o questionário presente no relatório dessa prática, que equivaleria a uma das notas na disciplina. Assim, o docente apresentou um exemplo de gráfico que poderia ser preparado para demonstrar a redução da adsorção e eficiência do adsorvente para a amostra em estudo (Figura 13).

**Figura 13** – Demonstração de um exemplo de gráfico utilizando a apresentação de slides.



Fonte: Própria, 2017.

Feito isso, foi entregue um modelo de relatório, elaborado pelo docente, para nortear os alunos quanto à estrutura, coerência e coesão dos tópicos a serem escritos. Os estudantes compreenderam o que deveria ser

elaborado, tiraram algumas dúvidas, agradeceram pelas informações fornecidas e assim, foi finalizada a aplicação.

Diante do exposto, pode-se concluir que

O professor não distribui o conhecimento. Ele disponibiliza elos probabilísticos e móveis que pressupõem o trabalho de finalização dos alunos ou campos de possibilidades que motivam as intervenções dos alunos. Estes constroem o conhecimento na confrontação coletiva livre e plural (SILVA, 2012, p. 223).

Uma semana depois, os relatórios foram entregues e assim, analisados. Todos os discentes foram coerentes quanto aos tópicos a serem escritos. Na parte de introdução, a maioria abordou o contexto da importância da água, definição de dureza junto os benefícios e malefícios, bem como a legislação vigente do MS que estabelece os critérios necessários para qualificar a água de consumo como potável.

Em materiais e métodos, descreveram as vidrarias, reagentes utilizados e o procedimento realizado baseado no Apêndice D que foi entregue. Já em resultados e discussão, explanaram basicamente o que ocorreu durante as titulações e deram ênfase aos resultados da dureza na amostra *in natura* e na amostra pós-adsorção.

Em alusão à discussão de uma das duplas, que explicitou: *“feito todo o processo de adsorção com as cascas de banana trituradas e reduzidas a “pó”, faz-se necessário a nova análise de titulação para constatação de seus efeitos. Os resultados da nova análise dos valores obtidos na pós adsorção da Dureza Total da água foi de 48 mg/L e a Dureza de Cálcio foi de 0 mg/L. Só se pode constatar de que esse processo de Adsorção com o uso de casca de banana realmente funciona porque ambos parâmetros analisados tiveram decréscimo nas suas durezas”*.

Outra dupla informou: *“após o método da casca da banana constatou 52 mg/L de dureza, esse resultado é excelente para reduzir a dureza da água e conseqüentemente esse método pode ser favorável as empresas que faz o monitoramento das águas do nosso estado da Paraíba”*.

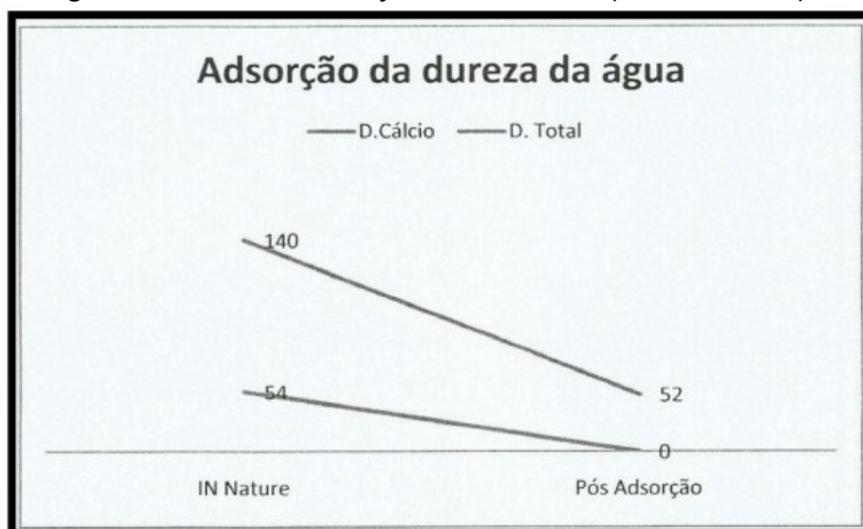
Dando continuidade aos tópicos do relatório, todos explicitaram de forma simples e objetiva a eficiência do adsorvente natural na diminuição da dureza no tópico conclusões, como por exemplo, uma dupla expôs que: *“o indicador do parâmetro analisado foi positivo, visto que, pelo processo de*

adsorção realizado em laboratório, houve um decréscimo dos sais minerais presentes em águas duras, ou seja, decréscimo da dureza Total e de Cálcio. O desenvolvimento desse trabalho prova que o processo de adsorção provindo da casca da banana ao interagir com a água dura é positivo, podendo assim trazer uma nova possibilidade para o ramo industrial e a sociedade como um todo”.

Para finalizar o que foi abordado no relatório, o questionário foi respondido por todos, no qual a primeira questão revelou os cálculos das concentrações de  $\text{CaCO}_3$  com a percentagem de redução dos parâmetros, bem como os gráficos ilustrando a redução das concentrações das durezas.

A exemplo do gráfico (Figura 14) elaborado por uma das duplas, seguido das seguintes informações: “o gráfico mostra a diminuição colossal de sais minerais presente na água com dureza elevada, onde a água em estado natural, quando foi retirada do poço, apresentava dureza de cálcio 54 mg/L e a dureza total de 140 mg/L. Ambos os parâmetros analisados tiveram redução, a dureza de cálcio caiu de 54 mg/L para 0 mg/L e a dureza total caiu de 140 mg/L para 52 mg/L”.

**Figura 14** – Gráfico de redução da dureza feito por uma das duplas.



**Fonte:** Própria, 2017.

De acordo com os resultados dessa dupla, a casca da banana teve uma eficiência de 62,85% na redução de dureza total. Vale salientar que as operações das duplas influenciaram diretamente no resultado das análises,

pois há muitos erros mecânicos associados a técnica de determinação, como o atraso de percepção do ponto de viragem, o preenchimento das buretas, leitura do quantitativo de mL gasto de titulante, entre outros. A fim de minimizar tais erros, o docente acompanhou o procedimento de todas as duplas para que os dados corroborassem para um bom nível de confiabilidade.

Sob essa perspectiva, cada dupla produziu seu relatório de acordo com seus valores encontrados. Logo, obteve-se dez resultados diferentes que incorporaram uma eficiência da casca num intervalo de 58% a 70%. Para melhor interpretação dos dados obtidos, o Quadro 2, apresenta os valores encontrados pelas duplas, a média e o desvio-padrão desses, a fim de representar um dado mais específico, com maior exatidão e confiabilidade.

**Quadro 2** – Tratamento dos dados adquiridos por todas as duplas.

Duplas	Amostra <i>In Natura</i>		Amostra Pós Adsorção	
	Dureza Total (mg/L)	Dureza Cálcio (mg/L)	Dureza Total (mg/L)	Dureza Cálcio (mg/L)
1 <sub>a</sub>	140	54	52	0
2 <sub>a</sub>	136	48	40	0
3 <sub>a</sub>	144	52	52	0
4 <sub>a</sub>	124	50	40	0
5 <sub>a</sub>	140	54	48	0
6 <sub>a</sub>	140	52	52	0
7 <sub>a</sub>	132	52	48	0
8 <sub>a</sub>	128	50	52	0
9 <sub>a</sub>	124	56	52	0
10 <sub>a</sub>	120	48	40	0
<b>Média (<math>\bar{x}</math>)</b>	132,8	51,6	47,6	0
<b>Desvio-Padrão (<math>s_x</math>)</b>	8,39	2,63	5,48	0

Fonte: Própria, 2017.

Os resultados vislumbraram um ótimo desempenho da casca da banana no processo de adsorção dos metais  $Ca^{2+}$  e  $Mg^{2+}$ , visto que o cálcio dessa amostra foi totalmente adsorvido e a dureza total foi reduzida consideravelmente. Se levar em conta os valores da média, tem-se uma redução da dureza total de 64,16%, aproximadamente.

O desvio-padrão apresentado no Quadro 2, o qual é definido por Harris (2011, p. 76) como “uma medida da largura da distribuição, **em que** quanto

menor for o desvio-padrão, mais estreita será a distribuição” [grifo nosso], abarca o intervalo de erro que a média atribui, devido a generalização dos valores. Com isso, há um intervalo das medidas, em que a exemplo da Dureza de Cálcio, pode-se fielmente afirmar que o valor real da concentração é encontrado no intervalo da concentração de  $51,6 \pm 2,63$  mg/L de  $\text{CaCO}_3$ .

Para calcular o desvio-padrão, basta encontrar o valor de “s” a partir da Equação 1, na qual extrai-se a raiz do somatório das diferenças entre os valores encontrados ( $x_i$ ) e a média ( ) elevados ao quadrado, dividido pela quantidade de  $n$  dados independentes (grau de liberdade) (HARRIS, 2011).

$$s = \sqrt{\frac{\sum (x_i - \bar{x})^2}{n-1}} \quad (1)$$

Diante do exposto, pode-se afirmar que a adsorção com a casca da banana é uma forma alternativa viável e econômica para redução de dureza da água de poço das comunidades rurais, pois tal percentagem de remoção dos íons cálcio e magnésio, qualifica a casca como um ótimo adsorvente para este parâmetro.

A segunda questão pedia para que o discente explicitasse outra forma de tratamento alternativo como elucida a Figura 15.

**Figura 15** – Segunda questão respondida por uma das duplas.

*2- Proponha outra forma de tratamento alternativo para tratar água de poço*

Através do filtro dessalinizador de bambu. Tendo em vista toda problemática de água salinas e salobras principalmente nas cidades do sertão da Paraíba, o bambu, possui em sua composição um agente capaz de, em contato com a água, diminuir a salinização da mesma, sendo esta uma alternativa rápida, barata e eficaz para resolver a problemática principalmente do sertão nordestino.

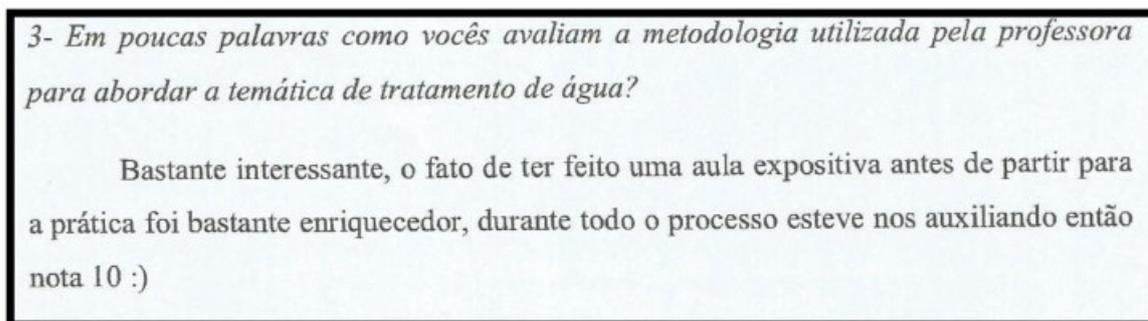
**Fonte:** Própria, 2017.

Frente às possibilidades avistadas pelos educandos, a temática incentivou a pesquisa de novos saberes relacionados a problemática social incitada, pois a abordagem desses temas “dão sentido social a procedimentos e conceitos próprios das áreas convencionais, superando assim o aprender

apenas pela necessidade escolar” (BRASIL, 1997, p. 31). Desse modo, os objetivos estabelecidos foram alcançados, englobando diversas ferramentas metodológicas que colaboraram para uma aprendizagem significativa.

Para finalizar o questionário, a terceira pergunta investigava a opinião dos discentes quanto ao método didático utilizado pelo docente (Figura 16).

**Figura 16** – Resposta da terceira questão de uma das duplas.



**Fonte:** Própria, 2017.

A metodologia teve 100% de aprovação, pois todos os discentes expuseram comentários positivos, admitindo a relevância do contexto e os conteúdos elucidados. Portanto, pode-se concluir que

conhecer os problemas ambientais e saber de suas conseqüências desastrosas para a vida humana é importante para promover uma atitude de cuidado e atenção a essas questões, valorizar ações preservacionistas e aquelas que proponham a sustentabilidade como princípio para a construção de normas que regulamentem as intervenções econômicas (BRASIL, 1997, p. 33).

Em detrimento ao exposto, a amostra de água de poço que abastece o IFPB, *campus* João Pessoa, serviu de representação (semelhante à água de poço das comunidades rurais) para investigar se o processo de adsorção com a casca da banana iria ter uma boa eficiência. Os resultados mostraram-se satisfatórios, garantindo que essa casca pode ser empregada como adsorvente para diminuição da dureza no tratamento de água.

Com isso, pôde-se abranger a pesquisa para análise de água, assim como uma forma de tratamento alternativo para o recurso, enriquecendo o arcabouço de conhecimentos do alunado. Além de incentivar discussões e momentos que resultaram na edificação de um saber científico baseado a uma agravante realidade, o que torna o estudante mais ativo e formador dos seus próprios conceitos.

## 6 CONCLUSÕES

O ensino de Química vem sofrendo modificações, porém ainda possui uma tradição de metodologias arcaicas, as quais não oportunizam as conexões existentes entre o saber científico e o saber popular. Tal fato tem provocado a constante busca de novos métodos com a finalidade de aprimorar o processo de ensinoaprendizagem, visando a associação dos conhecimentos de Química com a realidade.

Logo, os temas transversais foram abordados, com o intuito de descomplexificar os conceitos a serem estudados, tendo em vista que se trata de um conteúdo abstrato. Várias ferramentas metodológicas foram utilizadas propiciando oportunidades para refletir, questionar e dar significado ao contexto, tornando o ambiente escolar mais construtivo e propenso para a formação de um indivíduo ativo. Com isso, o estudo utilizou a contextualização, com a inserção de problemáticas sociais, a experimentação e as TICs, relacionadas aos conceitos químicos, realizando analogias, a fim de harmonizar a teoria e a prática.

A interação docente-discente aumentou consideravelmente, sobretudo, após explanar uma problemática social, construindo uma relação benéfica de troca de saberes em que ambas as partes compartilharam informações relevantes para o contexto em estudo. Sendo assim, tal relação torna-se imprescindível no âmbito escolar, pois a partir dela, pode-se levantar diversos questionamentos que colaborem para o processo de ensinoaprendizagem, especialmente quando empregado o conhecimento científico direcionado a uma possível solução de uma realidade social preocupante.

Tendo em vista que o Curso Técnico de Controle Ambiental do *campus* João Pessoa tem o enfoque nas temáticas de água e esgoto, e na formação do estudante quanto às técnicas de quantificação dos parâmetros necessários para controle desses recursos, a proposta de ensino estabelecida favoreceu a ampliação de algumas vertentes, pois foi favorecido não só a questão de análise da água, mas também, possibilidades de tratamento deste recurso natural.

A aplicação da metodologia teve seus objetivos alcançados, visto que vários conteúdos de Química foram abordados junto ao método de adsorção

em batelada, o que proporcionou a participação ativa do alunado durante as aulas, tendo momentos de ação e reflexão dos contextos, os quais possibilitaram uma aprendizagem significativa.

O conhecimento prévio do alunado auxiliou bastante no desenvolvimento das atividades, acarretando um melhor embasamento teórico relacionado aos fatores científicos relevantes do processo de adsorção e tratamento de água. Sob esse viés, a pesquisa buscou incentivar o discente a partir da problemática social, na busca de projetos e meios que pudessem propor uma forma alternativa de tratamento de água para as populações que necessitam.

Diante os resultados construídos no trabalho, a atividade teórico-experimental conseguiu corroborar os conceitos químicos conjuntamente à temática de águas, com momentos problematizadores explicitados a partir de uma realidade preocupante social, em que retratou das interações químicas, processos de separação, soluções, cinética química e ligações químicas. O presente estudo contribuiu para que os educandos compreendessem as inter-relações dos temas envolvidos, pois há a identificação e interpretação do senso comum contiguamente ao saber científico.

Os recursos metodológicos foram aprovados pelos discentes, como relatam em seus questionários, pois a postura e domínio do conteúdo expressado pelo docente auxiliou na concepção de um ambiente confortável, no qual o alunado construiu seus conhecimentos de forma significativa, podendo tomar decisões e atuar ativamente para solucionar problemáticas.

O adsorvente natural, empregado para o tratamento da água de poço pelo método de adsorção em batelada, denotou um comportamento eficiente, visto que permitiu a redução quantitativa da concentração de  $\text{Ca}^{2+}$  e  $\text{Mg}^{2+}$  livres em solução, com valores consideravelmente altos. Sendo assim, o uso do pó da casca da banana no processo de adsorção para remoção de cátions (dureza) permitiu uma melhoria na qualidade da água, vislumbrando uma ótima alternativa para ser utilizada na água de poço das comunidades rurais.

## REFERÊNCIAS

- ALVES, J. L. B. **Estudo da composição química da banana “São Domingos” (*Musa X paradisiaca*) cultivar do grupo AAA**. Trabalho de Conclusão de Curso. Universidade Federal de Pernambuco. Vitória de Santo Antão, 2010.
- AMERICAN Public Health Association (APHA). **Standard Methods For The Examination of Water and Wastewater**. 21ª ed. Washington: APHA, 2005.
- ATKINS, P.; JONES, L. **Princípios de Química: questionando a vida moderna e o meio ambiente**. 5ª ed. Porto Alegre: Bookman, 2012.
- AUSUBEL, David P. **Aquisição e retenção de conhecimentos: uma perspectiva cognitiva**. Lisboa: Plátano, 2003.
- BACCAN, N.; ANDRADE, J. C.; GODINHO, O. E. S.; BARONE, J. S. **Química Analítica Quantitativa Elementar**. 3ª ed. São Paulo: Edgard Blucher – Instituto Mauá de Tecnologia, 2001.
- BAZZO, W. A. **Ciência, Tecnologia e Sociedade: e o contexto da educação tecnológica**. 5ª ed. Florianópolis: Ed. Da UFSC, 2015.
- BONIOLO, M. R. **Biossorção de urânio nas cascas de banana**. Tese de Doutorado. Universidade de São Paulo. São Paulo, 2008.
- BRANCO, A. V. C.; AMORIM, E. M. **Legislação da Educação Profissional e do Ensino Médio**. Manaus: CEFET-AM/BK Editora, 2007.
- BRASIL. Ministério da Educação. Secretaria de Educação Profissional e Tecnológica. **Educação Profissional e Tecnológica: legislação básica – Graduação Tecnológica**. 7. ed. Brasília: MEC, SETEC, 2008.
- \_\_\_\_\_. **Parâmetros Curriculares Nacionais: meio ambiente, saúde**. Secretaria de Educação Fundamental. Brasília, 1997.
- \_\_\_\_\_. **Parâmetros Curriculares Nacionais para o Ensino Médio (PCN+): Ciências da Natureza, Matemática e suas Tecnologias. Orientações**

Educacionais Complementares aos Parâmetros Curriculares Nacionais. Brasília: MEC/SEMTEC, 2002.

\_\_\_\_\_. **Portaria nº 2914 de 12 de dezembro de 2011**. Brasília: Ministério da Saúde, 2011.

\_\_\_\_\_. Presidência da República. **Lei das diretrizes e base da educação 9394/96**. Disponível em: <[http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/Leis/L9394.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/Leis/L9394.htm)>. Acesso em: 08 fev. 2017.

BROWN, T.; LEMAY, H. E.; BURSTEN, B. E. **Química: a ciência central**. 9ª ed. São Paulo: Pearson Prentice Hall, 2005.

CARVALHO, A. R.; OLIVEIRA, M. V. C. **Princípios Básicos do Saneamento do Meio**. 10ª ed. São Paulo: Editora Senac São Paulo, 2010.

CLAUDINO, A. **Preparação de carvão ativado a partir de turfa e sua utilização na remoção de poluentes**. Dissertação de Mestrado. Universidade Federal de Santa Catarina. Florianópolis, 2003.

COSTA, R. H. P. G.; TELLES, D. D. **Reúso da água: conceitos, teorias e práticas**. 1ª ed. São Paulo: Editora Blucher, 2007.

FRANCO, C. F.; CASTRO, M. M.; WALTER, M. E. Estudo das cascas de banana das variedades prata, caturra e maçã na biossorção de metais pesados gerados pelos efluentes dos laboratórios do centro universitário de Belo Horizonte. **E-xacta**, vol. 8, n. 1, p. 99-115, 2015.

FRANQUETO, R. Descoloração dos corantes azul qr-19 e magenta por processo de adsorção com uso de farinha de casca de banana. **Revista Gestão & Sustentabilidade Ambiental**, vol. 5, n. 2, p. 247-264, 2016.

FREIRE, P. **Pedagogia da Autonomia: saberes necessários à prática educativa**. 51ª ed. Rio de Janeiro: Paz e Terra, 2015.

GONÇALVES, F. P.; MARQUES, C. A. Contribuições pedagógicas e epistemológicas em textos de experimentação no ensino de química. **Investigações em Ensino de Ciências**, vol. 11, n. 2, p. 219-238, 2016.

HARRIS, D. C. **Explorando a Química Analítica**. 4ª ed. Rio de Janeiro: LTC, 2011.

LEITE, B. S. **Tecnologias no Ensino de Química**: teoria e prática na formação docente. 1ª ed. Curitiba: Appris, 2015.

LIMA, L. L. **O ensino de química**: a relação teoria-prática como estratégia pedagógica de uma aprendizagem significativa. Dissertação de Mestrado. Universidade Federal do Ceará. Fortaleza, 2012.

MANACORDA, M. A. **História da Educação**: da antiguidade aos nossos dias. 13ª ed. São Paulo: Cortez, 2010.

MARCONI, M. A.; LAKATOS, E. M. **Metodologia Científica**. 6ª ed. São Paulo: Atlas, 2011.

MOREIRA, S. A. **Adsorção de íons metálicos de efluente aquoso usando bagaço do pedúnculo de caju**: estudo de batelada e coluna de leito fixo. Tese de Doutorado. Universidade Federal do Ceará. Fortaleza, 2008.

OLIVEIRA, V. F.; FRANCA, A. S. **Estudo da Cinética e da Termodinâmica de Adsorção da Torta Prensada de Crambe (Crambe Abyssinica) em sua Aplicação como Biosorvente em Soluções Aquosas de Corante**. VIII Congresso Brasileiro de Engenharia Química em Iniciação Científica. Minas Gerais: Uberlândia, 2009.

SANTOS, J. **Educação Profissional e Práticas de Avaliação**. São Paulo: Editora Senac, 2010.

SILVA, M. **Sala de Aula Interativa**: educação, comunicação, mídia clássica, internet... 6ª ed. São Paulo: Edições Loyola, 2012.

SILVA, O. G.; NAVARRO, E. C. A relação professor-aluno no processo ensino –aprendizagem. **Interdisciplinar: Revista Eletrônica Univar**, vol. 3, n. 8, p. 95-100, 2012.

SILVA, V. G. **A importância da experimentação no ensino de química e ciências**. Trabalho de Conclusão de Curso – TCC. Universidade Estadual Paulista. Bauru, 2016.

SKOOG. *et al.* **Fundamentos de Química Analítica**. Tradução 8ª ed. norte-americana. Editora Thomson, 2006.

SOUSA, P. A. R. **Avaliação da adsorção de contaminantes emergentes pela casca de banana e folhas da *Typha Angustifolia L.*** Dissertação de Mestrado. Universidade Federal de Goiás. Catalão, 2015.

STRECK, D. R. Metodologias participativas de pesquisa e educação popular: reflexões sobre critérios de qualidade. **Interface-Comunicação, Saúde, Educação**, vol. 20, n. 58, p. 537-547, 2016.

TAVARES, R. Aprendizagem significativa e o ensino de ciências. **Ciências & cognição**, v. 13, n. 1, 2008.

TEIXEIRA, V. G., COUTINHO, F. M. B.; GOMES, A. S. Principais métodos de caracterização da porosidade de resinas a base de divinilbenzeno. **Química Nova**, v. 24, n. 6, p. 808-818, 2001.

VASQUES, A. R. **Caracterização e Aplicação de Adsorvente para Remoção de Corantes de Efluentes Têxteis em Batelada e Colunas de Leito Fixo**. Dissertação de Mestrado. Centro Tecnológico do Departamento de Engenharia Química e de Alimentos. UFSC, Florianópolis, 2008.

VIANA, G. M. **Sistemas Públicos de Abastecimento de Água**. João Pessoa: Coletânea 1, 2001.

## APÊNDICE A

### TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO

A intenção deste termo é convidá-lo (a) para participar, como voluntário (a), no trabalho de conclusão de curso de Licenciatura em Química (monografia), da discente Flávia Rhuana Pereira Sales, na área de Educação Ambiental, no qual serão desenvolvidas práticas voltadas para a compreensão do processo de tratamento de águas de forma contextualizada e problematizada. O trabalho será desenvolvido em quatro dias (09/02, 16/02, 23/02 e 02/03/2017) no turno da tarde, no IFPB *campus* João Pessoa.

#### Dados de identificação da Proposta de Ensino:

Título do Trabalho: ESTUDO DA CASCA DA BANANA COMO MATERIAL ADSORVENTE EM TRATAMENTO DE ÁGUAS COMO PROPOSTA DE ENSINO PARA UMA TURMA DE CURSO TÉCNICO INTEGRADO AO ENSINO MÉDIO.

Gostaríamos de contar com sua colaboração em autorizar, por meio deste termo, a participação \_\_\_\_\_ do \_\_\_\_\_ estudante \_\_\_\_\_, matrícula nº \_\_\_\_\_, na aplicação da proposta de trabalho que visa ampliar o conhecimento dos estudantes do curso de Controle Ambiental no tocante a temática Qualidade de Água. Este trabalho consiste avaliar, por meio de aulas, questionários e práticas, relatórios e conhecimentos específicos básicos a ciência Química, sobre sua visão em relação à temática de Qualidade de Águas, durante as aulas da disciplina Tratamento de Águas. **Essa atividade será considerada na pontuação de uma nota deste bimestre.**

Vale ressaltar que a identidade do estudante será mantida em anonimato e que todas as informações prestadas/geradas serão utilizadas unicamente para os fins desta monografia. E ainda, sua participação irá colaborar para um melhor diagnóstico do ensino de Química no Ensino Médio. É plausível frisar também que, sua participação é de fundamental importância para o sucesso da pesquisa.

Quaisquer dúvidas poderão também ser solucionadas junto à orientadora responsável (Alessandra Marcone Tavares Alves de Figueirêdo) no telefone (83) 99926-4377 e e-mail [alessandratavaresfigueiredo@ifpb.edu.br](mailto:alessandratavaresfigueiredo@ifpb.edu.br). É importante lembrar que, a qualquer momento, você poderá desistir de participar da pesquisa.

Caso concorde ou não em participar, nós agradecemos a sua atenção e gostaríamos que assinasse a seguir (caso aceite participar), indicando que está devidamente informado (a) sobre os objetivos da pesquisa e os usos dos seus resultados.

Eu, \_\_\_\_\_ RG nº \_\_\_\_\_  
 \_\_\_\_\_ declaro ter sido informado(a) e concordo que o aluno (a)  
 \_\_\_\_\_, com Matrícula:  
 \_\_\_\_\_ possa participar como voluntário(a), do trabalho de conclusão de curso  
 supracitado.

\_\_\_\_\_  
 Orientadora da Pesquisa  
 Alessandra Marcone Tavares Alves de Figueirêdo

\_\_\_\_\_  
 Responsável pelo Entrevistado(a)

João Pessoa, \_\_\_\_\_ de \_\_\_\_\_ de \_\_\_\_\_

## APÊNDICE B



**Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia da Paraíba**  
**Departamento do Curso de Licenciatura em Química**

**Profa:** Flávia Rhuana Pereira Sales

**Turma:** 4º ano de Controle Ambiental

**Alunx:** \_\_\_\_\_

### QUESTIONÁRIO INICIAL

1- Como a água que usamos chega a nossa casa?

- (a) Ela vai em embarcações até a estação de tratamento. Lá ela é tratada, depois segue até nossas casas;
- (b) Ela sai do rio, passa pelo cano, e vai para nossa casa;
- (c) Ela vem da água do mar, passa pelos canos, até chegar a nossas casas;
- (d) Ela vem de um rio e segue por canos até a estação de tratamento. Lá ela é tratada. Depois, segue até nossas casas;
- (e) Ela vem da água da chuva, passa por canos até a estação de tratamento. Lá ela é tratada. Depois, segue até nossas casas.

2- Você conhece as etapas de tratamento de água? Cite pelo menos duas.

3- (Enem 2011) Belém é cercada por 39 ilhas, e suas populações convivem com ameaças de doenças. O motivo, apontado por especialistas, é a poluição da água do rio, principal fonte de sobrevivência dos ribeirinhos. A diarreia é frequente nas crianças e ocorre como consequência da falta de saneamento básico, já que a população não tem acesso à água de boa qualidade. Como não há água potável, a alternativa é consumir a do rio.

*O Liberal. 8 jul. 2008. Disponível em: <http://www.oliberal.com.br>.*

O procedimento adequado para tratar a água dos rios, a fim de atenuar os problemas de saúde causados por microrganismos a essas populações ribeirinhas é a:

- (a) filtração;
- (b) cloração;
- (c) coagulação;
- (d) fluoretação;
- (e) decantação.

4- Toda água que bebemos precisa de tratamento? Justifique sua resposta.

5- Você acha que todas as cidades recebem água tratada e são devidamente abastecidas? Caso não, como as cidades ribeirinhas convivem com essa realidade?

### RESPOSTAS

## APÊNDICE C

### Estrutura de Relatório de Aula Prática

#### Orientações Gerais

Os relatórios deverão estar de acordo com as normas aqui estabelecidas. A fonte de todo o trabalho em cor preta. Papel A4 com impressão no formato retrato. Margens: Superior 3 cm, Inferior: 2 cm, Esquerda: 3 cm, Direita: 2 cm. Texto: Fonte: arial ou times new roman (normal e justificado). Tamanho: 12. Espaçamento entre linhas: (1.5). Deve conter capa (com informações da instituição, título da prática, nome dos alunos, nome do professor da disciplina, cidade e data), introdução, materiais e métodos, resultados e discussão, conclusões, questionário e referências bibliográficas.

#### Estrutura do Relatório:

##### 1. INTRODUÇÃO

Neste item é dado um embasamento teórico do experimento a ser descrito para situar o leitor naquilo que se pretendeu estudar no experimento.

A literatura é consultada, apresentando-se uma revisão do assunto. Normalmente, as citações bibliográficas são feitas por números entre parênteses e listadas no final do relatório.

**Lembrar que a introdução não é uma cópia da literatura. Não copie os textos consultados.**

##### 2. MATERIAIS E MÉTODOS (PARTE EXPERIMENTAL)

Descrição detalhada do experimento realizado, dos métodos analíticos e técnicas empregadas, bem como descrição dos instrumentos utilizados. Não é um receituário. Este item precisa conter elementos suficientes para que qualquer pessoa possa ler e reproduzir o experimento no laboratório.

**Geralmente são utilizados desenhos e diagramas para esclarecer sobre a montagem da aparelhagem. Não deve incluir discussão de resultados.**

##### 3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Esta é a parte principal do relatório, na qual serão mostrados todos os resultados obtidos, que podem ser numéricos ou não. **Atenção: utilize apenas os dados obtidos experimentalmente, ou seja, NÃO INVENTE OU COPIE DADOS DO COLEGA.**

Deverá ser feita uma análise dos resultados obtidos, com as observações e comentários pertinentes. Em um relatório desse tipo espera-se que o aluno discuta os resultados em termos dos fundamentos estabelecidos na introdução, mas também que os resultados inesperados e observações sejam relatados, procurando uma justificativa plausível para o fato.

##### 4. CONCLUSÕES

Neste item deverá ser feita uma avaliação global do experimento realizado, são apresentados os fatos extraídos do experimento, comentando-se sobre as adaptações ou não, apontando-se possíveis explicações e fontes de erro experimental.

##### 5. QUESTIONÁRIO

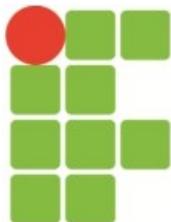
1. Calcule a eficiência de adsorção do material em porcentagem e faça um gráfico no excel ou qualquer outro software com a mesma finalidade. (Redução da Dureza)
2. Proponha outra forma de tratamento alternativo para tratar água de poço.
3. Em poucas palavras, como vocês avaliam a metodologia utilizada pela professora para abordar a temática de tratamento de água?

##### 6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Referência bibliográfica é o conjunto de elementos que permitem a identificação de documentos impressos ou registrados em qualquer suporte físico, tais como: livros, periódicos e materiais audiovisuais, no todo ou em parte.

Quando se faz uma referência bibliográfica deve-se levar em consideração a ordem convencional dos seus elementos, prevista pelas normas da ABNT (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS).

## APÊNDICE D



**Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia da Paraíba**  
**Departamento do Curso de Licenciatura em Química**

**Discente:** Flávia Rhuana Pereira Sales

**Disciplina:** Tratamento de Águas

**Alunos:** \_\_\_\_\_

### CONTROLE DOS RESULTADOS

1. Análise da Dureza da Amostra *in natura*.

Parâmetros	Volume da Amostra	Volume Gasto	Fator Diluição
Dureza Total			
Dureza Cálcio			

2. Processo de Adsorção.

<b>Massa pesada do adsorvente (g)</b>	
<b>Volume da Amostra (mL)</b>	
<b>Tempo de Contato (min)</b>	
<b>Agitação contínua (rpm)</b>	

3. Análise da Dureza da Amostra pós-adsorção.

Parâmetros	Volume da Amostra	Volume Gasto	Fator Diluição
Dureza Total			
Dureza Cálcio			

- **Procedimento da Análise de Dureza (APHA, 2005)**

#### **DUREZA TOTAL**

1. Em um erlenmeyer, adicionar 25 mL da amostra + 25 mL de água destilada + 1 mL da solução tampão pH = 10 +/- 0,1 + 20 mg do indicador negro de eriocromo.

2. Titule com EDTA à 0,01 até a viragem do vinho para azul.

#### **DUREZA CÁLCIO**

1. Em um erlenmeyer, adicionar 50 mL da amostra + 2 mL de NaOH 1 N + 40 mg do indicador murexida.

2. Titule com EDTA 0,01 até a viragem de rosa para púrpura.

#### **REFERÊNCIA**

AMERICAN Public Health Association (APHA). **Standard Methods For The Examination of Water and Wastewater**. 21ª ed. Washington: APHA, 2005.