



UNIVERSIDADE ESTADUAL DA PARAÍBA
CENTRO DE CIÊNCIAS E TECNOLOGIA
DEPARTAMENTO DE QUÍMICA
CURSO DE LICENCIATURA EM QUÍMICA

**Concepções da Crise hídrica relacionadas com a Educação Ambiental de Estudantes do
Ensino Médio de Remígio**

Maria da Luz de Lima

CAMPINA GRANDE – PB

2017

Maria da Luz de Lima

Concepções da Crise hídrica relacionadas com a Educação Ambiental de Estudantes do Ensino Médio de Remígio

Trabalho de Conclusão de Curso apresentada à banca examinadora do Departamento de Química da Universidade Estadual da Paraíba, como requisito parcial à obtenção do grau de Licenciado em Química.

Área de concentração: Educação Química

Orientador: Prof. Dr Juracy Régis de Lucena Júnior

CAMPINA GRANDE – PB

2017

É expressamente proibido a comercialização deste documento, tanto na forma impressa como eletrônica. Sua reprodução total ou parcial é permitida exclusivamente para fins acadêmicos e científicos, desde que na reprodução figure a identificação do autor, título, instituição e ano do trabalho.

L732q Lima, Maria da Luz de.
A Química da água associada a educação ambiental com ênfase a crise hídrica [manuscrito] / Maria da Luz de Lima. - 2017.
30 p.
Digitado.
Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Química) - Universidade Estadual da Paraíba, Centro de Ciências e Tecnologia, 2018.
"Orientação : Prof. Dr. Juracy Régis de Lucena Júnior., Coordenação do Curso de Licenciatura em Química - CCT."
1. Recursos hídricos. 2. Água - Química. 3. Crise hídrica.
4. Educação ambiental.

21. ed. CDD 553.7

Maria da Luz de Lima

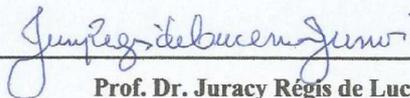
**A QUÍMICA DA ÁGUA ASSOCIADA A EDUCAÇÃO AMBIENTAL COM ÊNFASE
A CRISE HÍDRICA**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentada à
Universidade Estadual da Paraíba, como
requisito para à obtenção do grau de
Licenciada em Química.

Área de concentração: Educação Química

APROVADO EM: 16 / 12 / 2017

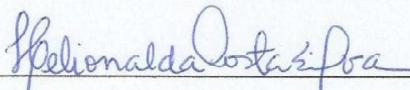
BANCA EXAMINADORA:



Prof. Dr. Juracy Régis de Lucena Júnior

DQ/CCT/UEPB

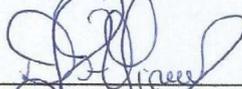
Orientador



Prof. Dra. Helionalda Costa Silva

DQ/CCT/UEPB

Examinadora



Prof. Dra. Djane de Fátima Oliveira

DQ/CCT/UEPB

Examinadora

Aos meus pais, Josefa e Anésio (in memorian), ao meu noivo, a minha amiga Ataíz, a todos os meus amigos e ao professor Juracy, Dedico.

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente a Deus por toda a paciência durante a minha vida acadêmica;

A minha querida mãe, pela dedicação na minha criação e aos meus irmãos;

Ao meu noivo que tanto me ajudou neste trabalho me apoiando em tudo;

Aos meus colegas e amigos;

A minha amiga Ataiz que me ajudou neste trabalho;

Ao meu orientador que teve toda a paciência para me orientar;

A todos que indireta ou diretamente me apoiaram neste grande passo da minha vida.

RESUMO

A educação ambiental poderá ser um importante instrumento na formação de estudantes do ensino básico, sobretudo na questão do problema de abastecimento de água na região semi-árido do Nordeste do Brasil. O propósito deste trabalho foi abordar as propriedades físico-química da água realizando um paralelo com a valorização da água como um bem precioso, avaliando como os estudantes do segundo ano do ensino médio de uma escola pública do município de Remígio-PB se portam diante da problemática da falta de água potável em sua casas. Foi feito um questionário que avaliou os conhecimentos dos alunos com perguntas referentes ao significado da água na vida deles, de como eles podem evitar o desperdício e apontando maneiras de reutilizar a água e suas possíveis consequências se não evitarmos o mal uso da água. Outros fatores que foram abordados neste trabalho foi a poluição das águas que contribui de forma desordenada para a falta de água em nosso Planeta. Observou-se uma consciência dos estudantes da importância de economizar água, mas vários conhecimentos sobre a água como substância química ficou demonstrado a necessidade de se melhorar a prática pedagógica no ensino de química desses estudantes.

Abstract

Environmental education can be an important instrument in the training of students in basic education, especially in the issue of the water supply problem in the semi-arid region of Northeast Brazil. The purpose of this work was to address the physico-chemical properties of water by performing a parallel with the valuation of water as a precious asset, evaluating how the students of the second year of high school in a public school in the municipality of Remígio-PB problem of the lack of drinking water in their homes. A questionnaire was made that evaluated the students' knowledge with questions about the meaning of water in their lives, how they can avoid waste and pointing out ways to reuse water and its possible consequences if we do not avoid water misuse. Other factors that have been addressed in this work were the pollution of water that contributes in a disorderly way to the lack of water in our Planet. Students were aware of the importance of saving water, but several knowledge about water as a chemical substance demonstrated the need to improve pedagogical practice in the chemistry teaching of these students.

Key words: The chemistry of water. Chemical Education. Environmental education.

SUMÁRIO

AGRADECIMENTOS.....	6
RESUMO.....	7
1. INTRODUÇÃO.....	8
1.1 OBJETIVO GERAL.....	9
1.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	9
2. REFERENCIAL TEÓRICO.....	10
2.1 SOLUÇÕES VIÁVEIS PARA O PROBLEMA DOS RECURSOS HIDRÍCOS.....	11
2.2 CARACTERIZAÇÃO FÍSICA DO NORDESTE SEMIÁRIDO.....	11
2.4 A POLARIDADE DA ÁGUA.....	14
2.5 ESTADO FÍSICO.....	16
2.6 CALOR ESPEFÍFICO DA ÁGUA.....	16
2.7 CALOR LATENTE DE VAPORIZAÇÃO DA ÁGUA.....	17
2.8 COMPORTAMENTO ANÔMALO DA ÁGUA.....	17
2.9 VISCOSIDADE.....	17
2.10 ADESÃO E COESÃO.....	18
2.11 TENSÃO SUPERFICIAL.....	18
2.12 SOLUBILIDADE.....	19
2.13 O EQUILÍBRIO IÔNICO DA ÁGUA E A ESCALA DE PH.....	19
2.14 A LDB E OS PCNEM.....	20
3 METODOLOGIA.....	22
4 RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	23
5 CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	27
REFERÊNCIAS.....	28
APÊNDICE A.....	28

1. Introdução

A água é fonte da vida, sem ela toda a humanidade seria extinta. É muito preocupante que este bem tão precioso esteja sendo usado de maneira errada, onde tantos têm e não usam de forma consciente e outros sofrem com sua escassez.

O mau uso da água juntamente com a seca faz com que as fontes onde pensaríamos que jamais secassem, um dia poderá deixar de existir. A água é uma das substâncias mais abundantes em nosso planeta, aproximadamente 70% da superfície terrestre encontra-se coberta por água, no entanto, menos de 3% é de água doce. Economizar água para que não falte no futuro é o grande desafio ambiental e da humanidade.

A água limpa esta cada vez mais rara, pois há poluição desenfreada, por exemplo, nas indústrias que poluem tanto o meio ambiente, sobretudo as nossas águas, dessa maneira este bem cada vez torna-se mais escasso e poderá não mais existir em breve se nada for feito.

Algumas soluções em esferas governamentais são aplicadas no combate ao desperdício, porém é necessário o uso da Educação ambiental nas Escolas de ensino básico para que o uso racional da água seja realizado desde os primeiros anos escolares dos estudantes. Assim, o consumo econômico da água deve estar presente em nosso cotidiano para que a água não falte no futuro. A realidade do Brasil na questão do uso racional da água ainda é muito insipiente.

O semi-árido nordestino sofre com a escassez de água e desde 2012 toda região nordeste está passando por uma estiagem que já completou seis anos de duração, com eventos observados pela primeira vez, como o colapso do Açude Epitácio Pessoa (Açude de Boqueirão), chegando a 3% da sua capacidade.

De acordo com o exposto e com a Universidade Estadual da Paraíba situada em Campina Grande, além do Município de Remígio pertencer ao semi-árido paraibano e enfrentando grave crise no abastecimento de água, houve a motivação da realização deste trabalho de pesquisa em duas turmas do ensino médio numa escola pública do município de Remígio e avaliou-se o conhecimento dos estudantes quanto a problemática da falta da água, uso racional da água, a química da água e a importância da água na vida de todos.

Os resultados obtidos demonstraram que os estudantes participantes da pesquisa possuem uma consciência ambiental bastante desenvolvida, apresentando práticas do uso racional da água,

conhecimento da localização do manancial da sua região, porém não apresentaram conhecimento satisfatório na química da água.

1.1 Objetivo geral

Estudar as concepções de estudantes do ensino médio com relação a crise hídrica e relacioná-la com o Ensino de Química e a Educação Ambiental.

1.2 Objetivos específicos

Realizar uma pesquisa em salas de aulas de uma escola pública do ensino médio para avaliar o entendimento dos estudantes quanto ao meio ambiente;

Aplicar um questionário para avaliar a conscientização dos estudantes quanto ao desperdício da água em suas casas;

Avaliar, a partir do questionário aplicado aos estudantes, se eles conhecem o sistema de abastecimento do município de Remígio;

Discutir a realidade dos estudantes do ensino médio quanto o entendimento da escassez de água na cidade de Remígio e o que se pode fazer para que o problema não se agrave ainda mais;

Avaliar o conhecimento dos estudantes na química da água.

2. Referencial Teórico

Cerca de dois terços do planeta Terra é constituído de água, mas apenas 2,6% desse total é de água doce. Do total da água doce no planeta, apenas 0,3% está disponível como água de superfície, formando áreas alagadas, rios, lagos e represas, os 99,7% restante encontram-se congelados nas calotas polares (76,4%) e 22,8% em aquíferos (Bicudo e outros (2010).

O Brasil possui vantagem de dispor de abundantes recursos hídricos, quando comparados com outros países, com cerca de 12% de toda a água doce que circula pela superfície da terra. mas a distribuição dessa abundância é desigual (Moraes e Jordão, 2002). Cerca de 70% da água disponível está na Bacia Amazônica por outro lado, os 30% restantes da água doce disponível, tem que abastecer 93% da população, incluindo aqui a agricultura irrigada (Folegatti, 2010).

Existe uma correlação clara entre o acesso à água potável e o Produto Interno Bruto *per capita* de uma região (Belinda e Sérgio, 2013). Alguns pesquisadores estimaram que em 2025 mais de metade da população mundial sofrerá com a falta de água potável (Joseína e Wilson, 2012).

O relatório sobre o desenvolvimento da água no mundo, da Organização das Nações Unidas para a Educação, Ciência e Cultura (UNESCO), lançado no terceiro fórum mundial da água, em Quioto, no Japão, em 2003, afirma que as reservas de água estão diminuindo, enquanto o consumo, projetando que a longo prazo, bilhões de pessoas não terão acesso a água de boa qualidade (Camagarmo, 2003).

Fica explícito que em se mantendo os atuais níveis de consumo e de degradação da água esse recurso, antes abundante, passará a escasso e, em se tornando escasso, a sociedade terá que optar entre continuar a caracterizá-la como um bem comum, do qual todos têm acesso sem ter que recorrer a nenhuma forma de pagamento, ou, ao contrário, passará a valorá-lo tornando-o um bem econômico, onde o mercado fica responsável por satisfazer a demanda (Fernanda, 2008).

Recentemente muito tem se falado a respeito da “crise da água”, sobretudo no estado da Paraíba, com a crise no abastecimento na Cidade de Campina Grande, além de outras dezenas de municípios do Estado e especula-se sobre a possibilidade da escassez deste recurso vital a nível mundial e se tornar motivo de guerras entre países. Segundo o pesquisador Aldo Rebolças, professor titular do instituto de geociência da USP, o que mais falta no Brasil não é água, mas determinado padrão cultural que agregue ética e melhore a eficiência de desempenho político dos governos, da sociedade organizada lato sensu, das ações públicas e privadas, promotoras do desenvolvimento econômico em geral e da sua água em particular (Banas Ambiental, Unicamp SP.2007).

2.1 Soluções viáveis para o problema dos recursos hídricos

Com o objetivo de buscar soluções para os problemas dos recursos hídricos da Terra, foi realizado em Instambul, na Turquia, em março de 2009, o VI Fórum Mundial de Água. Políticos, estudiosos e autoridades do mundo todo aprovaram medidas e mecanismos de preservação dos recursos hídricos. Estes documentos reafirmam que a água doce é extremamente importante para a vida e saúde das pessoas e defende que, para que ela não falte no século XXI, alguns desafios devem ser urgentemente superados: o atendimento das necessidades básicas da população, a garantia do abastecimento de alimentos, a proteção dos ecossistemas e mananciais, a administração de riscos, a valorização da água, a divisão dos recursos hídricos e a eficiente administração dos recursos hídricos.

Embora muitas soluções sejam buscadas em esferas governamentais e em congressos mundiais, no cotidiano todos podem colaborar para que a água doce não falte. A economia e o uso racional da água deve estar presente nas atitudes diárias de cada cidadão. A pessoa consciente deve economizar, pois o desperdício de água doce pode trazer drásticas consequências num futuro pouco distante.

Dicas de economia de água: Feche bem as torneiras, regule a descarga do banheiro, tome banhos curtos, não gaste água lavando carro ou calçadas, reutilize a água para diversas atividades, não jogue lixo em rios e lagos, respeite as regiões de mananciais.

Dicas para ajudar a diminuir a poluição das águas: não jogar lixos em rios, praias, lagos, etc. Não descartar óleo de fritura na rede de esgoto. Não utilizar agrotóxicos e defensivos agrícolas em áreas próximas à fontes de água. Não lançar esgoto doméstico em córregos. Não jogar produtos químicos, combustíveis ou detergentes nas águas.

2.2 Caracterização física do nordeste semiárido

O termo semiárido é usado para descrever o clima e as regiões com precipitações médias anuais entre 250 e 500 mm e cuja a vegetação é composta prioritariamente por arbustos que perdem folhas nos meses mais secos ou por pastagens que secam na época de estiagem. A vegetação que caracteriza as regiões semiáridas são as estepes, no Cazaquistão, e a caatinga, presentes apenas no Nordeste do Brasil.

De acordo com Cirilo et al (2007), o Nordeste do Brasil situa-se entre as latitudes 1° e 18° 30' S e as longitudes 34° 30' e 40° 20' W e ocupa a área de 1.219.000 km², que equivalem a aproximadamente um quinto do território brasileiro. A região abrange os estados do Maranhão,

Piauí, Ceará, Rio Grande do Norte, Paraíba, Pernambuco, Alagoas, Sergipe e Bahia, nos quais vivem 18,5 milhões de pessoas e dos quais 8,6 milhões estão na zona rural.

De acordo com Bicudo e outros (2010).

O denominado Polígono das Secas foi criado pela Lei nº 175 de janeiro de 1936, como área a ser objeto das políticas de combate às secas. O Polígono foi alvo de várias modificações tendo sido, inclusive, inserido na Constituição Federal de 1946. Atualmente, o Polígono foi substituído pela Região Semiárida do Fundo Constitucional de Financiamento do Nordeste. O Ministério da Integração Nacional redefiniu os limites da região semiárida do Nordeste, acrescentando 102 municípios aos 1031 municípios já existente, cuja área aumentou de 892.309,4 km² para 969.589,4 km².

2.3 A química da água

A água, como solvente universal, viabiliza a vida no planeta. É a única substância que, nas condições físico-químicas da Terra, apresenta-se nos três estados da matéria. O gelo tem notável propriedade de ser um sólido menos denso que seu correspondente líquido: a maioria dos sólidos afunda em seus líquidos. O gelo flutua na água, e isso é fundamental para a vida no planeta, pois nas regiões frias os mares congelam apenas na superfície, preservando seu caldeirão de vida.

Partindo do ponto de vista científico, vale apenas discutir qual o significado de atribuímos uma fórmula simples a uma substância tão maravilhosa como a água. Quando Lavoisier anunciou à Academia de Ciências de Paris, em 1783, que a água era composta por hidrogênio e oxigênio, estava propondo uma maneira de definir um elemento químico completamente diferente da visão aristotélica: um elemento poderia ser definido experimentalmente como qualquer substância que não pudesse ser decomposta por métodos químicos (MORTIMER, 1996).

Quando John Dalton propôs a teoria atômica em 1803, sugeriu a interpretação de que cada elemento fosse constituído por uma única espécie de átomos.

Em uma reação química, os átomos de diferentes elementos poderiam combinar-se para formar moléculas (chamadas por Dalton de ‘átomos compostos’), que seriam a menor unidade da substância composta. Para Dalton, um átomo de hidrogênio combinava-se com um átomo de oxigênio para formar a molécula de água — que teria a fórmula HO. Gay-Lussac, seguindo os trabalhos de Cavendish e Priestley, verificou que na formação da água dois volumes de hidrogênio

combina-se com um volume de oxigênio. Logo após a publicação desses resultados por Gay-Lussac, em 1808, Berzelius sugeriu a fórmula H_2O para a água.

Uma das propriedades fundamentais da água é o fato de ela ser um solvente muito melhor que a maioria dos líquidos comuns. Essa propriedade está relacionada à polaridade da molécula de água, explicável pela existência de um ângulo de $104,5^\circ$ entre as ligações H-O-H. Como os átomos de oxigênio atraem os elétrons da ligação mais intensamente, aparece uma carga parcial positiva nos átomos de hidrogênio e uma carga parcial negativa no átomo de oxigênio. Se a molécula de água fosse linear — com um ângulo de 180° entre as ligações OH, a polaridade de uma ligação anularia a da outra, e a molécula seria apolar. É o que acontece, por exemplo, no gás carbônico, CO_2 (Abílio, 2005).

Sendo polar, a molécula da água podem hidratar íons e outras moléculas polares. No processo de solvatação íons positivos e negativos ficam envoltos por moléculas de água, orientadas de maneira diferente em cada caso. Enquanto para os íons positivos é a região negativa da molécula de água que envolve os íons para os íons negativos é a região positiva (próxima dos átomos de hidrogênio) que desempenha esse papel. A forte polaridade da molécula de água faz com que apareça um tipo de ligação especial entre as moléculas de água chamada ligação de hidrogênio, formada quando os átomos de oxigênio de uma molécula atraem os átomos de hidrogênio da molécula vizinha. Os orbitais vazados comportam dois pares de elétrons não-ligantes do átomo de oxigênio, que podem formar as ligações com o hidrogênio, que está parcialmente positivo. Cada molécula de água pode, dessa forma, acomodar um número máximo de quatro ligações de hidrogênio: duas através dos orbitais dos pares de elétrons livres do oxigênio e duas através dos átomos de hidrogênio que vão acomodar duas outras moléculas de água. A existência desse tipo de ligação explica várias propriedades importantes da água. O fato de a água ser líquida à temperatura ambiente é um deles (Abílio, 2005).

Quando a água passa para o estado sólido, cada molécula de água passará a acomodar um número máximo de quatro ligações de hidrogênio. Como as moléculas no estado sólido geralmente não se deslocam — apenas vibram em torno de suas posições no retículo cristalino — essas ligações de hidrogênio são duráveis. Para acomodar esse grande número de ligações, o arranjo cristalino do gelo é bastante ‘aberto’, pois as moléculas acomodam-se em arranjos hexagonais, restando grandes espaços vazios no interior desses hexágonos. Isso faz com que o arranjo ocupe um volume maior, o que explica a menor densidade do gelo. Quando o gelo se funde, esses vazios desaparecem e as moléculas de água podem ficar mais próximas umas das outras, o que faz com que o volume ocupado por elas diminua, aumentando a densidade. É problemático, portanto, pensar na existência

de moléculas individuais na água sólida e na água líquida. Essas moléculas estão constantemente se ligando a outras, formando grupos de moléculas. Portanto, a fórmula H_2O parece ser realmente apropriada somente para a água no estado gasoso, abaixas pressões e altas temperaturas. A água gasosa, sendo constituída por moléculas individuais, não é visível e não deve ser confundida com o vapor que vemos saindo de uma chaleira fervente. O “vapor” visível é água líquida que se condensou em pequenas gotículas que permanecem em suspensão no ar. As gotículas têm dimensões visíveis, o que não ocorre com as moléculas, que são invisíveis (Alexandra, 2001).

Mesmo a ideia de que a água gasosa seja formada por moléculas individuais não pode deixar de considerar que essas moléculas são dinâmicas e podem trocar átomos entre si.

A ideia da existência de moléculas individuais no estado gasoso tem de ser compatibilizada com a observação experimental de que, ao se misturar, na fase gasosa, 50% de água comum (H_2O) e 50% de água pesada (D_2O , onde D representa deutério, um isótopo mais pesado do hidrogênio), obtêm-se, depois de certo tempo, uma grande quantidade de moléculas de água com a fórmula HDO. As moléculas de água interagem dinamicamente no estado gasoso.

Todas essas considerações nos levam a concluir que a fórmula química da água — H_2O — é um importante instrumento para explicar várias de suas propriedades, inclusive as mais notáveis e incomuns. No entanto, a fórmula nada mais é que uma representação da substância. Como tal devemos usá-la, apropriando-nos das informações que ela pode nos fornecer mas tomando o cuidado de não confundi-la com a realidade mesma da substância água, muito mais complexa e profunda do que aquilo que duas letras do alfabeto e um número permitem antever (MORTIMER, 1996).

2.4 A polaridade da água

A água é uma das substâncias mais comuns e mais importantes na superfície da Terra, foi nela que a vida evoluiu e é nela que se processam os principais processos bioquímicos (Larcher, 1995). Os tecidos moles das plantas são constituídos em 90% a 95% por água. Apesar de terem de garantir uma percentagem tão elevada de água no seu corpo as plantas não se podem deslocar para a ir buscar. Assim, a compreensão da forma como as plantas a vão obter, distribuir pelos diferentes tecidos do seu corpo e como a conseguem armazenar é um dos aspectos fundamentais da Fisiologia Vegetal. A importância da água para a vida provém das suas características físicas e químicas que por sua vez resultam da sua estrutura molecular (Kramer & Boyer, 1995). Quando os dois átomos de hidrogênio e o de oxigênio se combinam para formar água há uma partilha dos elétrons de valência, aos pares, entre os átomos de hidrogênio e o do oxigênio.

Neste tipo de ligação, conhecida como covalente, cada átomo contribui com um elétron; os dois pares de elétrons compartilhados que constituem a ligação são mantidos juntos por ambos os núcleos. As ligações covalentes são muito fortes, e assim, a molécula de água é extremamente estável. A distribuição de cargas eléctricas na molécula de água é assimétrica: os elétrons não compartilhados do oxigênio encontram-se num lado, enquanto que os dois núcleos dos átomos de hidrogênio se encontram no outro. Desta assimetria resulta um lado da molécula carregada negativamente e o outro lado positivamente, formando o que se chama um dipolo (Larcher, 1995).

Como consequência do carácter dipolar da água, o seu lado positivo é atraído por cargas negativas e o seu lado negativo é atraído por cargas positivas. Assim, quando se dissolvem sais em água, aqueles dissociam-se em íons positivos (cátions) e íons negativos (ânions), cada um dos quais se encontra envolvido por uma “concha” de moléculas são as responsáveis pela separação dos íons em soluções aquosas (Taiz & Zeiger, 1998). A espessura da “concha” depende da intensidade de carga à superfície. Outra consequência da elevada polaridade da água é a sua capacidade para formar as chamadas ligações de hidrogênio, isto é, ligações entre átomos elétrons negativos, como o oxigênio ou o nitrogênio, através de um núcleo de hidrogênio.

Para além das ligações de hidrogênio existem ainda as chamadas forças de van der Waals que são forças de atração molecular ainda mais fracas que as pontes de hidrogênio, cerca de 4.2 kJ mol^{-1} . Em moléculas neutras, isto é, não polares, estas forças resultam do facto dos elétrons estarem permanentemente em movimento, de modo que o centro de cargas negativas nem sempre corresponde ao centro de cargas positivas (Kramer & Boyer, 1995).

As moléculas de água no estado sólido (gelo) encontram-se dispostas simetricamente numa estrutura em que as ligações de hidrogênio formam uma malha. O átomo de oxigênio de cada molécula de água está rodeado de átomos de hidrogênio de outras moléculas numa disposição tetraédrica, de tal modo que os átomos de oxigênio formam anéis de 6 membros. Esta estrutura é chamada aberta porque o espaço dentro de cada anel é suficiente para acomodar outra molécula de água. No estado líquido as ligações de hidrogênio quebram-se e formam-se continuamente por rotação e vibração das moléculas de água, o que causa ruptura e reestruturação da malha com uma grande rapidez, talvez biliões de vezes por segundo. A grande quantidade de ligações de hidrogênio presentes na água no estado líquido, é responsável pelas características únicas e biologicamente importantes da água (Kramer & Boyer, 1995).

2.5 Estado físico

Quanto maior for a massa molecular de um composto, maior é a probabilidade de ser um sólido ou um líquido a uma temperatura de 20°C. Para um composto passar do estado sólido para o líquido, ou do líquido para o gasoso, isto é, para quebrar as forças que ligam as suas moléculas umas às outras, é necessário tanto mais energia, quanto mais pesadas forem as moléculas. Por exemplo, o metano (massa molecular, MM = 16 g/mol), o etano (MM = 30 g/mol) e o propano (MM = 44 g/mol), que são hidrocarbonetos de baixa massa molar, assim como a amónia (MM = 17 g/mol), e o dióxido de carbono (MM = 44 g/mol) são todos gases a 20 °C. No entanto, a água (MM = 18 g/mol) a esta temperatura é um líquido. A explicação para isto é que as ligações de hidrogénio constituem uma interação intermolecular que é particularmente elevada, inibindo a sua separação e escape na forma de vapor. Por outro lado, os hidrocarbonetos, no estado líquido, têm apenas forças de van der Waals a ligarem as suas moléculas e, assim, necessitam de pouca energia para as conduzir ao estado gasoso (Atkins, 2008).

2.6 Calor específico da água

Calor específico é a quantidade de energia necessária para aumentar de 1°C, uma unidade de massa de uma substância. São necessários 4,184 J para aumentar de 1°C um grama de água pura. O calor específico da água pura varia apenas ligeiramente ao longo de toda a gama de temperaturas em que a água se encontra no estado líquido, e é o valor mais alto de todas as substâncias conhecidas, com exceção da amónia líquida (Hopkins, 1995). Este valor tão elevado é devido ao arranjo molecular da água, que permite que os átomos de hidrogénio e oxigénio vibrem livremente, quase como se fossem íons livres. Assim, podem absorver grandes quantidades de energia sem que haja grandes aumentos de temperatura. O alto calor específico da água relativo a outras substâncias corroboram na explicação de fenómenos como, por exemplo, as correntes de convecção nos litorais (brisa do Mar) (Atkins, 2008).

2.7 Calor Latente de Vaporização da água

São necessários 2 452 J para converter 1 g de água a 20°C, a 1 g de vapor de água a mesma temperatura. Este calor latente de vaporização, relativamente alto, é de novo causado pela tenacidade das ligações de hidrogênio e, assim, da larga quantidade de energia necessária para que uma molécula de água no estado líquido se separe das restantes. Uma consequência deste elevado calor latente de vaporização é que as folhas arrefecem sempre que perdem água por transpiração. Para fundir 1 g de gelo a 0°C são necessários 335 J. Este valor é muito elevado e deve-se igualmente às pontes de hidrogênio que existem entre as moléculas de água, embora devido à estrutura aberta do gelo, cada molécula de gelo estabeleça um número menor de pontes de hidrogênio com as moléculas adjacentes (Atkins, 2008).

2.8 Comportamento Anômalo da água

Quando o gelo funde o volume total da água diminui. Isto deve-se a que no estado líquido as moléculas se organizam mais eficientemente que no estado sólido, ficando cada uma rodeada por outras 5 ou 6 moléculas, em oposição ao estado sólido em que, como vimos anteriormente, cada molécula de água está rodeada apenas por 4 outras. O resultado desta diferença de organização é que a água expande-se quando solidifica e, assim, o gelo tem uma densidade menor que a água líquida. Deste modo, durante o Inverno o gelo flutua nos lagos e correntes de água em vez de ir para o fundo, onde poderia permanecer sem derreter durante o Verão seguinte (Kramer & Boyer, 1995).

2.9 Viscosidade

A viscosidade de um fluido indica a sua resistência a escoar, isto é, a dificuldade de uma camada deslizar ao longo de outra camada. Como as ligações de hidrogênio podem restringir o deslizar de camadas adjacentes de líquidos, a viscosidade da água é relativamente elevada em comparação com solventes que estabeleçam poucas ou nenhuma ligações de hidrogênio, como por exemplo a acetona, o benzeno, e outros solventes orgânicos com moléculas pequenas. O diminuir da viscosidade com o aumentar da temperatura reflete a quebra das ligações de hidrogênio e

também o diminuir de outras forças de atração, como as de Van der Waals, devido ao aumentar do movimento térmico das moléculas (Kramer & Boyer, 1995).

2.10 Adesão e Coesão

Devido à sua polaridade a água é atraída por muitas outras substâncias, ou seja, é capaz de molhar superfícies formadas por essa substância. É o caso das moléculas de proteínas e os polissacáridos das paredes celulares, que são também altamente polares. Esta atração entre moléculas diferentes é chamada adesão, e é devida às ligações de hidrogênio que se estabelecem entre moléculas. A atração entre moléculas semelhantes é chamada coesão. São as forças de coesão que conferem à água uma força de tensão invulgarmente elevada, isto é, a tensão máxima que uma coluna ininterrupta de água pode sofrer sem quebrar é extremamente elevada (Hopkins, 1995). Numa coluna de água fina e confinada, como as que existem no xilema de um caule, a força de tensão pode atingir valores muito elevados (cerca de 30 MPa) de modo a que a coluna de água é “puxada” sem quebrar até ao topo de árvores. Este valor representa cerca de 10% da força de tensão do fio de cobre ou de alumínio, o que é de facto considerável (Taiz & Zeiger, 1998).

2.11 Tensão Superficial

É a coesão entre moléculas de água que permite explicar a elevada tensão de superfície deste composto. As moléculas à superfície de um líquido estão continuamente a ser puxadas para o interior do líquido pelas forças de coesão, enquanto que na fase gasosa há menos moléculas que, por isso, estão demasiado distantes para exercer uma força nas que estão à superfície. Assim, uma gota de água atua como se estivesse coberta por uma “pele” apertada e elástica. É a tensão de superfície que faz com que uma gota tenha uma forma esférica, e que permite que certos insetos andem sobre a água. A tensão de superfície da água é maior que a da maior parte dos líquidos.

2.12 Solubilidade

Uma das características principais da água é a sua capacidade de dissolver quase todas as substâncias em quantidades superiores à maioria dos líquidos.

A ação dissolvente da água depende de pelo menos um de três tipos de interações entre as moléculas de água e as moléculas de solutos:

1. Substâncias não ionizáveis, mas polares: São substâncias que contêm oxigênio ou nitrogênio na forma de grupos OH, NH₂, a sua solubilização é devida à formação de ligações de hidrogênio entre
2. Substâncias ionizáveis: A sua solubilidade deve-se ao carácter dipolar da água que lhe confere uma constante dielétrica, isto é, a capacidade de neutralizar a atração entre cargas elétricas, muito elevada. Cada íon em solução tem como que uma “concha” de moléculas à sua volta. Esta “concha” atua como um campo de isolamento eléctrico que diminui a força de atração entre íons com cargas opostas, mantendo-os afastados na solução.
3. Substâncias não polares: Como por exemplo a alanina e outros amino ácidos neutros. Estes compostos dissolvem-se na água por causa das forças de Van der Waals (Castellan, 1993).

2.13 O Equilíbrio Iônico da água e a escala de pH

Algumas das moléculas de água separam-se em íons hidrogênio (H⁺) e hidroxila (OH⁻) no processo chamado dissociação ou ionização. A tendência para que estes íons se recombinaem é uma função da probabilidade para que ocorram colisões entre eles, o que por sua vez depende do número relativo de íons presentes na solução. A lei da ação de massas pode ser expressa matematicamente igualando o produto das concentrações molar (m = mols por quilo de água) a uma constante: [H⁺] . [OH⁻] = K

Numa solução diluída, as concentrações molar são virtualmente iguais às concentrações mol por litro (M = mols por litro de solução final). A temperaturas próximas dos 20°C, K = 10⁻¹⁴, e assim, em água pura a concentração quer de [H⁺], quer de [OH⁻] é igual a 10⁻⁷ M. A concentração de íons hidrogênio é expressa por uma escala de pH, em que pH = - log [H⁺]. Ou seja, o pH é igual ao valor absoluto da concentração do íon hidrogênio, expresso como um expoente negativo de 10. Por exemplo, quando [H⁺] = 10⁻⁴ então o pH = 4. A neutralidade é expressa por pH = 7, isto é, ([H⁺] = [OH⁻]); valores abaixo de 7 indicam acidez e valores acima de 7 indicam alcalinidade. As unidades

de pH são múltiplos de 10 numa escala logarítmica, e como tal não podem ser nem adicionados, nem subtraídos. De fato, são necessários 10 vezes menos H^+ para mudar o pH de uma solução de 7 para 6, que de 6 para 5 (Alexandra, 2001).

2.14 A LDB e os PCNEM

A Constituição Cidadã de 1988 cita no seu capítulo VI, artigo 225, parágrafo 1, inciso VI a obrigatoriedade de promover a Educação Ambiental em todos os níveis de ensino (Pereira e Guerra, 2011).

A Lei Federal 9.795 de 1999 no seu artigo 1º diz que a Educação Ambiental é um componente essencial e permanente, devendo estar presente, de forma articulada, em todos os níveis e modalidades do processo educativo, em caráter formal e não formal. Já no seu artigo 4º, capítulo VII esta Lei Federal diz também que são princípios básicos da Educação Ambiental a abordagem articulada das questões ambientais locais, regionais, nacionais e globais (Brasil, 1999).

Apesar Lei de Diretrizes e Base (LDB), Lei 9.394 de 1996 não estabeleceu nenhuma disposição sobre a Educação Ambiental e sequer a cita expressamente.

Os Parâmetros Curriculares Nacionais (PCN) apresentam o meio ambiente como um tema transversal, trazendo à discussão a respeito da relação entre problemas ambientais e vários fatores como econômicos, políticos, sociais e históricos.

Os Parâmetros Curriculares Nacionais do Ensino Médio (PCNEM) diz que a química do ensino médio não pode está desvinculada da Educação Ambiental.

Consta no parâmetros currilares nacionais do ensino médio que

Pesquisa recente com jovens de Ensino Médio revelou que estes não vêem nenhuma relação da Química com suas vidas nem com a sociedade, como se o iogurte, os produtos de higiene pessoal e limpeza, os agrotóxicos ou as fibras sintéticas de suas roupas fossem questões de outra esfera de conhecimento, divorciadas da Química que estudam na escola. No caso desses jovens, a Química aprendida na escola foi transposta do contexto de sua produção original, sem que pontes tivessem sido feitas para contextos que são próximos e significativos. É provável que, por motivo semelhante, muitas pessoas que estudaram Física na escola não consigam entender como funciona o telefone celular. Ou se desconcertem quando têm de estabelecer a relação entre o tamanho de um ambiente e a potência em “btus” do aparelho de ar-condicionado que estão por adquirir (PCNEM, 2000).

Há então uma oportunidade do professor de química, na sua prática pedagógica, vincular o conteúdo que versa sobre a água com uma discussão sobre a crise hídrica,

consumo de água racional, armazenamento da água em casa, aliado sempre ao conteúdo de química planejado para o Ensino médio.

3 METODOLOGIA

O método usado nesse trabalho foi o estudo de caso com a pretensão de investigar, usando a tradição filosófica do positivismo, de forma mista, isto é, qualitativa e quantitativa, aspectos com fontes de evidências, construção de explicações, com objetivo de desenvolver uma base de dados que colaborem com propostas para uma nova prática pedagógica.

O Universo utilizado nesta pesquisa foi um questionário contendo 16 questões que foi aplicado em uma Escola Estadual de Ensino Fundamental, nas turmas de 1º e 2º ano do ensino médio. O questionário foi aplicada a 81 estudantes. A Escola está localizada no município de Remígio no Estado da Paraíba no semi-árido do nordeste brasileiro.

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

De acordo com a pesquisa realizada na escola foram obtidos resultados que serão apresentados e discutidos neste tópico.

Ao analisar os resultados do questionário obteve-se os seguintes dados de cada questão respondida pelos estudantes:

Nas questões 1 e 2 observou-se que a quase totalidade dos alunos afirmaram a prática da reutilização da água. Também foi afirmado que existe a preocupação de fechar as torneiras enquanto eles realizam suas atividades diárias. Este primeiro resultado já demonstra uma consciência ambiental dos estudantes.

Algumas respostas dos estudantes da questão 1 estão descritas abaixo:

“Procuramos mudar os hábitos e buscamos economizar o máximo”;

“Tomar banho dentro de uma bacia e reutilizar a água do banho para dar descarga.”;

“Não deixar torneira aberta enquanto lava a louça e não deixa chuveiro aberto no banho e etc.”;

“Com a água do banho reutiliza como descarga.”

Algumas respostas dos estudantes da questão 2 estão descritas abaixo:

“Tomar banho uma vez por dia e passar menos tempo no banho.”;

“Reduzindo os gastos e conscientizando a população.”

Na questão 3 todos os alunos entrevistados responderam que a água significa tudo para eles, citando, quase sempre que sem a água não poderíamos viver.

Nas questões 4, dos 81 entrevistados, 41 estudantes disseram que não tinham ido conhecer o Manancial que abastece o município Remígio. Já na questão 5, confirmando o que já sido dito na questão 1, isto é, com relação a economia da água em suas respectivas casas todos estudantes entrevistados disseram que já existe a prática de economizar água.

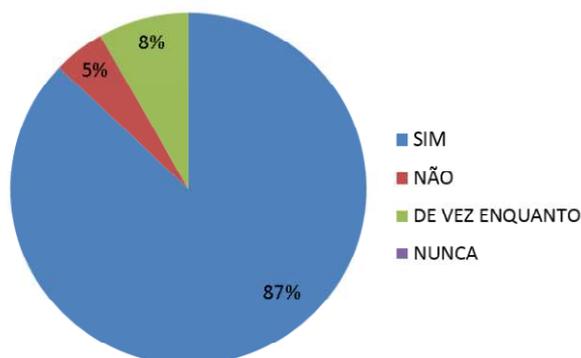
Nas questões 6 e 7 os alunos souberam responder o nome e a cidade que pertence o manancial que abastece a cidade de Remígio, isto é, o manancial em questão pertence ao município de Areia, a 15 km de distância do município de Remígio e se chama Vaca Brava.

Por pertencer a região do semi-árido nordestino, o município de Remígio sofre a bastante tempo com a estiagem. A questão 8 sinaliza essa realidade, quanto obtém a totalidade dos estudantes da pesquisa afirmando que suas residências possuem reservatórios de água.

Apesar de já existir uma conscientização da necessidade de economizar água, demonstrada nas respostas das questões já abordadas anteriormente, os resultados das questões 9 e 10

apresentados nas Figuras 1 e 2 demonstram que quando a pergunta é dirigida quanto a sua própria prática, ainda não há uma unanimidade na consentização dos estudantes, sobretudo quando 25% deles dizem que não se preocupam em economizar água.

Figura 1: Resultado da pesquisa da questão 9 sobre desligar a torneira enquanto o entrevistado escova o dente.



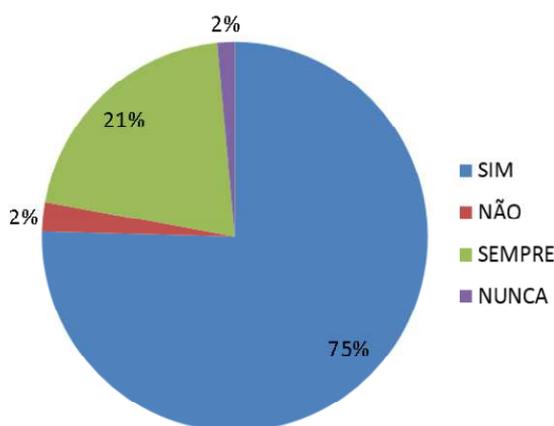
Fonte: Própria

Em vários conteúdos da disciplina Química no Ensino Médio a molécula da água poderá ser usada como modelo para explicar, por exemplo, estrutura atômica, ligação química, geometria molecular, polaridade das moléculas, forças intermoleculares, entalpia de formação, entalpia de vaporização, comportamento anômalo da água, tensão superficial, viscosidade, interação da matéria com a radiação (funcionamento do forno de microondas, entre outros conteúdos. Portanto, para avaliar o conhecimento dos estudantes entrevistados sobre a água do ponto de vista, as questões de 11 a 16 foram elaboradas com perguntas relativamente simples para estudantes do ensino médio.

Na questão 11 todos alunos souberam responder sobre a fórmula molecular da água, escrevendo corretamente a mesma, como já era esperado por se tratar de estudantes do ensino médio.

Na questão 12, todos os alunos não souberam responder a questão do tratamento da água do Manancial de Remigio. Eles desconheciam totalmente o tratamento que é realizado na água que eles próprios usam. As etapas do tratamento da água para consumo humano deve ser trabalhado nas aulas de química. Observa-se, de acordo com a avaliação dos dados da pesquisa, que esse conteúdo não foi abordado pelos professores de química, já que os estudantes demonstraram completo desconhecimento de como é tratada a água que chega as casas do município de Remigio.

Figura 2: Resultado da pesquisa da questão 10 sobre a preocupação do entrevistado de economizar água.



Fonte: Própria

A água como um bem precioso já faz parte do entendimento dos estudantes. Mas é preciso aproveitar o ensino de química, sobretudo no estudo químico da água, discutir com os estudantes sobre os fatores que afetam a estiagem e quais medidas se faz necessário para amenizar tais efeitos da seca e como consequência, a convivência com a estiagem. De acordo com os PCNEM (2000), o conhecimento da química deverá ser usado pelos alunos para explicar o funcionamento do mundo, além de planejar, executar e avaliar ações de intervenção na realidade natural.

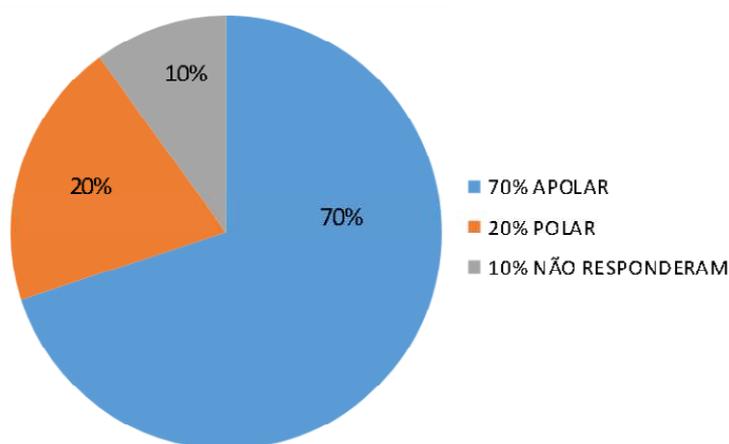
Na questão 14, um número considerável de alunos não souberam responder porque água e o óleo não podem ser misturados. Os poucos alunos que tentaram, não conseguiram explicar corretamente. Portanto, foi detectado que o conteúdo que versa sobre substâncias imiscíveis não foi trabalhado com os estudantes, sobre tudo a questão da polaridade da água, isto é, ensinar sobre o vetor momento dipolar das moléculas, conteúdo importante para explicar várias propriedades das substâncias, inclusive a reatividade delas.

Na questão 15 foi perguntado aos alunos quanto a informações sobre o estado de agregação da água, potabilidade e tratamento da água. Os alunos responderam corretamente a maioria das perguntas, com um percentual de acerto acima de 90%. Os estudantes entrevistados demonstraram nas suas respostas que já há um conhecimento da realidade em que eles estão inseridos, restando apenas que a prática pedagógica do ensino de química seja usada associada a questão ambiental, neste caso, no tema da crise hídrica.

Na questão 16 foi observado conforme mostra os dados da Figura 3 que a maioria dos alunos não souberam responder se a água era Polar ou apolar. Percebemos que a grande parte dos alunos não tinham conhecimento sobre polaridade da água, ou seja 70% dos alunos não souberam

responder essa questão. Enquanto que 20% dos alunos acertaram a questão mostrando que tinham um pouco de conhecimento sobre a polaridade da água e por fim, 10% não souberam responder.

Figura 3: Resultado da pesquisa da questão 16 sobre a preocupação do entrevistado de economizar água.



Fonte: Própria.

Desta forma, o conteúdo de geometria molecular e polaridade das moléculas deverão ser ministrados nas turmas dos estudantes entrevistados, já que é um conteúdo importante e que consta no currículo da disciplina química do ensino médio. No estudo deste conteúdo, o estudante terá facilidade de explicar, de forma fundamental, por que a água é considerada um solvente universal, como também o aumento relevante da energia cinética da molécula da água quando a mesma é atingida por radiação na região do microondas (funcionamento do microondas), o seu relativo alto ponto de ebulição, entre outros fenômenos característico da água.

Segundo Loureiro (2004) educar é transformar pela teoria em confronto com a prática, com a consciência adquirida na relação entre o eu e o outro, nós (em sociedade) e o mundo.

Observação: O Questionário aplicado na escola se encontra nos anexos desse trabalho.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Os resultados desta pesquisa evidenciam que os estudantes do ensino médio no município de Remígio possuem uma consciência ambiental bastante relevante. O entendimento destes estudantes com relação a necessidade do combate ao desperdício de água, como também o conhecimento de práticas elogiáveis de economia de água, foram demonstrados nas respostas dos estudantes participantes desta pesquisa.

O nome do manancial que abastece Remígio, como também a sua localização foi evidenciado e avaliado como positivo, já que é necessário se conhecer a realidade local para se criar estratégias, planejamento e práticas para a convivência com a seca.

Destaca-se que apesar dos estudantes estarem cursando o primeiro e o segundo ano do ensino médio, o conhecimento formal de conteúdos que envolvem a molécula da água, como propriedades físico-químicas, entre outros, não foi satisfatório. Tais conhecimentos e/ou a prática pedagógica usada nas aulas de química poderão auxiliar discussão sobre crise hídrica da região do semi árido.

A totalidade dos estudantes entrevistados desconhecem totalmente o tratamento que é realizado na água que eles próprios usam.

De acordo com os PCNEM a disciplina de química deverá ser usada como instrumento para a formação do estudante na área de Ciências da Natureza, mas esse conhecimento não será considerado efetivo se não houver aplicação para resolver problemas da realidade do educando.

Referências

- Atkins, P, Paula, J., Físico-Química, LTC, Nona Edição, 2008
- Alexandra, <http://www.angelfire.com/ar3/alexcosta0/RelHid/Rhw1.htm>
- ANDRADE, J.B.; SILVA, R.R. (Orgs.). Química, vida e ambiente. Conceitos Científico em Destaque, Química Nova Na Escola, v.03, 1996.
- Brasil, Lei N° 9.795, de 27 de abril de 1999, .
- BRASIL. Ministério da Educação. Secretaria de Educação Média e Tecnológica. *Parâmetros Curriculares Nacionais (Ensino Médio)*. Brasília: MEC, 2000.
- Castellan, G., Fundamentos de Físico-Química, LTC, Edição: 3ª, 1993.
- Hidrologia – Brasil II. Hespanhol, Ivanildo III, Cordeiro Netto, Oscar de M. IV. UNESCO V.
- Kramer, P.J. and Boyer, J.S. (1995) Water relations of plants and soils. Academic Press, San Diego.
- LOUREIRO, C.F.B. Educar, participar e transformar em educação ambiental. Revista brasileira de educação ambiental, Brasília, v. 0, n. 0, p. 13-20, 2004.
- MORTIMER, E. F. Construtivismo, mudança conceitual e ensino de ciências: para onde vamos? Investigações em ensino de ciências, 1(1), p. 20-39. 1996.
- PEREIRA, A., GUERRA, A. F. S., Educação Ambiental em Ação, volume: 30, 2011.
- TAIZ, L., ZEIGER, E., Fisiologia Vegetal, 5ª Ed., 2013.

Apêndice A
Universidade Estadual da Paraíba
Licenciatura em Química
Aluna: Maria da Luz de Lima

Questionário aplicado na Pesquisa do Trabalho de Conclusão de Curso
Tema: Água: A crise hídrica abordada nas aulas de química do ensino médio.

1 – O que você faz para economizar em sua residência?

2 – Na situação em que se encontra o manancial que abastece Remígio, que método você usaria para economizar água?

3 – O que significa a água para sua vida?

4 – Você já esteve no manancial que abastece Remígio?

Sim () Não ()

5 – Na sua casa economiza-se água?

Sim () Não ()

6 – Como se chama o manancial que abastece a cidade de Remígio?

a) Vaca atolada ()

b) Barragem de Remígio ()

c) Vaca Brava ()

7 – A que cidade pertence o manancial que abastece Remígio?

a) Esperança ()

b) Remígio ()

c) Areia ()

d) Campina Grande ()

8 – Na sua casa, você tem algum tipo de reservatório para guardar água?

Sim () Não ()

9 – Em quanto você escova os dentes ou lava as mãos, você fecha a torneira para economizar água?

Sim () Não () De vez enquanto () Nunca ()

10 – Você se preocupa em economizar água?

Sim () Não () Sempre () Nunca ()

11 – Qual é a fórmula molecular da água?

12 – Você sabe de algum tipo de processo que é usado no tratamento da água que abastece Remígio?

13 – Você já estudou na Escola sobre como devemos economizar água?

14 – Do ponto de vista da polarização das moléculas, por que água e óleo não se misturam?

15 – Coloque V se for verdadeiro e F se for falso:

a) () O estado físico da água não pode mudar.

b) () A água potável é a água para beber.

c) () A água potável deve ter cheiro, cor e sabor.

d) () Devemos beber água filtrada ou fervida.

e) () A água não deve passar por estações de tratamento.

16 – A molécula da água é polar ou apolar?