



O ENSINO DE FÍSICO-QUÍMICA A PARTIR DE UMA PERSPECTIVA INTERDISCIPLINAR: o uso do carvão ativado do coco verde na melhora qualitativa da água

Suiane Costa Alves¹
Eduardo Viana Freires²
Yuri Carvalho Teixeira¹

*Teaching physical chemistry from an interdisciplinary perspective:
the use of activated charcoal from green coconut in qualitative improvement of water*

Resumo:

O uso irracional da água e a contaminação de suas fontes são preocupantes; por isso, diante das dificuldades de acesso à água potável, a pesquisa que originou este trabalho aliou o estudo interdisciplinar de química e geografia às práticas cotidianas no intuito de interferir positivamente no meio ambiente. Ao analisar a qualidade das águas dos poços artesanais da região do Maracanaú - CE, foi observado que elas estavam levemente ácidas, bem como foi detectada a presença de impureza, através do processo de titulação, estando fora do padrão físico-químico. Após a análise dos dados e sendo o grande desafio das ciências encontrar possíveis soluções para as problemáticas que se apresentam na sociedade atual, confeccionou-se um filtro ecologicamente correto e economicamente viável a partir do carvão ativado do coco verde, com o acoplamento da Luz UV-C, auxiliando na melhoria da qualidade de vida da população da região, constituindo um programa de saúde preventivo.

Palavras-chave: Ensino de Química. Filtro. Meio Ambiente.

Abstract:

The irrational use of water and the contamination of its sources are of concern; so, given the difficulties of access to drinking water, the research that originated this work allied the interdisciplinary study of chemistry and geography to everyday practices, in order to positively affect the environment. By analyzing the water quality of the wells of the region of Maracanaú - CE, it was observed that it was slightly acid, as well as it was detected the presence of impurity, through the titling process. After analyzing the data and being the great challenge of science to find possible solutions to the problems that arise in today's society, an environmentally friendly and economically viable filter was created, from the activated carbon from coconut and with the coupling of light UV-C, helping to improve the quality of life of the population of the region and constituting a preventive health program.

Key Words: Chemistry teaching. Filter. Environment.

1. Universidade Federal do Ceará. Mestre em Ensino de Ciências e Matemática

2. Universidade Federal do Ceará. Doutorando em Geologia Ambiental

3. Universidade Federal do Ceará. Graduando em Ciências Sociais

1. INTRODUÇÃO

Nos últimos anos, as discussões acerca dos assuntos relacionados à preservação do meio ambiente têm se intensificado, dada a notável devastação a que o ser humano tem submetido o espaço que o cerca, em prol do que se chama qualidade de vida e desenvolvimento econômico. Segundo Lopes e Tenório (2011), e conforme o conceito de desenvolvimento sustentável, a nação deveria ser capaz de harmonizar o crescimento econômico com a equidade social, propiciando a preservação do patrimônio natural, garantindo as necessidades das gerações futuras.

Quando o assunto em questão é a água, observa-se que o uso irracional dela e a contaminação de suas fontes são preocupantes. Diante das dificuldades de acesso à água potável, surgiu a ideia de aliar o conhecimento químico ao assunto em questão, através da confecção de um instrumental ecologicamente correto e economicamente viável que pudesse interferir positivamente no meio ambiente. A esse respeito, explica Camargo:

Segundo a ONU, em menos de cinquenta anos, mais de quatro bilhões de pessoas, ou 45% da população mundial, estarão sofrendo com a falta de água. Esse alerta foi dado em um relatório apresentado na 7ª Conferência das Partes da Convenção da ONU sobre Mudanças Climáticas, realizada no final de 2001, em Marrocos. Afirma, ainda, que antes mesmo de chegarmos à metade do século, muitos países não atingirão os cinquenta litros de água por dia, necessários para atender as necessidades humanas. Os países que correm maior risco são aqueles em desenvolvimento, uma vez que a quase totalidade do crescimento populacional, previsto para os próximos cinquenta anos, acontecerá nessas regiões. A entidade aponta a poluição, o desperdício e os desmatamentos, que fragilizam o ecossistema nas regiões dos mananciais e impedem que a água fique retida nas bacias – principais motivos para a causa da escassez da água (CAMARGO, 2003, p. 22).

Segundo Tomé Silva (2014, p. 03), no Brasil é o Nordeste a região mais afetada pela escassez de água, e a situação é mais insustentável para os mais de 8 milhões de habitantes do semiárido. O autor explica que estudos realizados pela Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (Embrapa) revelam que as chances dos agricultores colherem boas safras são de três anos em dez na região. Em quatro anos, a produção cai muito e, em três, as perdas são quase totais. Nesses anos de secas mais intensas, o Produto Interno Bruto (PIB) agrícola da região sofre uma redução de 60%.

Entre os fatores que contribuem com a crise da água,

especialmente no Nordeste brasileiro, é possível destacar (REBOUÇAS, 1997):

-Crescimento rápido e desordenado das demandas, situação bem ilustrada pelo fato de apenas nove regiões metropolitanas totalizarem 42,5 milhões de habitantes, ou seja, 27% do total da população brasileira em 156 municípios, ou 3% do total;

-Degradação da qualidade dos mananciais normalmente utilizados, em níveis nunca imaginados. Esse quadro resulta do lançamento de esgotos domésticos e industriais não tratados (90% dos esgotos domésticos e 70% dos efluentes industriais) e das formas de disposição do lixo produzido. Efetivamente, convive-se com a maioria do lixo que se produz. São 241.614 toneladas de lixo produzidas diariamente no país, das quais cerca de 90 mil são de lixo domiciliar. Grande parte do lixo urbano gerado não é coletada, permanecendo em logradouros públicos e terrenos baldios. Da parcela que é coletada, cerca de 76% são dispostos de forma inadequada a céu aberto (lixão ou vazadouro em áreas alagadas). Em consequência, os mananciais que abastecem 2.641 cidades (rio ou ribeirão, 2.161; lago ou lagoa, 74; açude ou reservatório artificial, 406) já apresentam alguma forma de contaminação. Além disso, rios, lagoas e até praias situadas no meio urbano frequentemente apresentam qualidade de água imprópria ao banho;

-Baixa eficiência dos serviços de saneamento básico, situação caracterizada pelas grandes perdas de água tratada nas redes de distribuição (entre 25 e 60%), grandes desperdícios gerados pela cultura da abundância, pelo absolutismo nas empresas e pelo obsolescência dos equipamentos (torneiras e descargas sanitárias em especial).

Nesse contexto, observa-se que o consumo *in natura* e o processamento de frutas para a produção de sucos e outros derivados alimentícios acabam por gerar grandes quantidades de resíduos que têm de ser adequadamente aproveitados. Tais resíduos são comumente formados por bagaços, cascas e sementes de frutas, dentre as quais se destaca a casca do coco verde. Apesar de já haver esforços tecnológicos que são empregados tendo em vista o aproveitamento desses resíduos, a demanda ainda é tímida com relação à vasta disponibilidade (COELHO *et al.*, 2001).

O coqueiro é uma planta de grande importância socioeconômica, produzindo produtos como água de coco, albúmen para a indústria de alimentos, cosméticos, artesanato, óleos, além de gerar grande quantidade de resíduos. A cultura do coco se destaca em

muitos países, sendo o Brasil o quarto maior produtor mundial, com a produção aproximada de 2,8 bilhões de toneladas/ano. Em destaque na produção nacional, em primeiro lugar encontra-se a Bahia, seguida de Sergipe e do Ceará, que se encontra no terceiro lugar no ranking nacional. A região nordeste representa 82,28% do total da área plantada de coco e 69,25% de valor total do coco produzido no Brasil, tendo o município de Conde, Bahia, como maior representante.

É a partir do mesocarpo do Coco Verde (fibra do coco) que se consegue produzir o carvão ativado, sendo que o mesocarpo corresponde a 57% do fruto. Por ser o Ceará um estado com uma vasta região litorânea e, assim, possuir coco verde em abundância, e considerando ainda o fato de a palha do coco verde ser um resíduo, torna-se economicamente atrativo e ecologicamente correto o uso desse material para a confecção de carvão ativado.

Devido ao fato do carvão ativado proveniente desse fruto apresentar propriedade de adsorção do cloro, remoção da cor, o sabor e os odores estranhos à água e outros produtos químicos, é que este trabalho propõe o uso dessa matéria-prima para a melhoria da qualidade de

água. Segundo Schmidt (2011, p.16), "os filtros produzidos a partir do carvão ativado incluem a estabilização da água, uma vez que esse material apresenta estrutura porosa e densidade homogênea". A partir daí, a ideia é desenvolver um estudo que alie conhecimentos químicos à produção de um dispositivo que melhore a qualidade da água para consumo, através da criação de um filtro que utilize a matéria-prima do coco verde (e, conseqüentemente, produção de carvão ativado) em sua composição.

Nesse sentido, o município de Paraipaba, localizado no interior do Estado do Ceará, destaca-se pela exportação de água de coco. No entanto, observa-se o acúmulo de matéria-prima (mesocarpo e endocarpo do coco verde), que acaba se amontoando em grandes espaços e que, além de auxiliar na veiculação de doenças, quando queimada a céu aberto aumenta o processo de aquecimento global.

Abaixo, é possível visualizar a imagem de Paraipaba e a quantidade de matéria-prima que poderia ser convertida em carvão ativado na fabricação de filtro de água, tendo em vista o estabelecimento de um programa de saúde preventivo.

Figura 1: espaço em Paraipaba onde são descartadas as fibras do coco.



Fonte: Próprio autor (2015)

Dados de 2002 da ONU/BBC World Service afirmam que mais de 2,7 bilhões de pessoas deverão sofrer com a falta de água em 2025 se o consumo do planeta continuar nos níveis atuais. Esse dado também é confirmado pela Agência Internacional de Energia Nuclear (IAEA).

O Estado do Ceará sempre sofreu com a questão da falta de água, e dados publicados pelo jornal O Globo afirmam que "a falta de água já afeta 46 milhões de brasileiros. No Ceará, a seca afeta 5,5 milhões de pessoas, onde 176 dos 184 municípios do estado decretaram emergência. Os Estados do Nordeste convivem com os efeitos da crise desde 2012" (DANTAS, 2015, p. 01).

No nordeste, é comum que as famílias tenham em casa poços artesianos para suprimir a falta de água. Assim, uma das ações do Governo do Estado para amenizar o problema da falta de água consiste no incentivo a cavar mais poços artesianos no interior do Estado. No entanto, sabe-se que, para que essa água possa ser consumida, deve estar dentro dos padrões físico-químicos e microbiológicos adequados, de acordo com a portaria nº 2914 de 12 de dezembro de 2011, do Ministério da Saúde.

Assim, confeccionar o filtro de água feito a partir do mesocarpo do coco verde com a luz ultravioleta germicida, na frequência de 260 nm, permitirá levar água de qualidade (com potabilidade nos aspectos físico-químicos e microbiológicos) por um baixo custo, já que existe matéria-prima em abundância. Embora exista filtro de água de diversos tipos e marcas no mercado, o filtro feito a partir desse material possibilitará:

- Acesso à água de qualidade por um baixo custo;
- Resolver o problema em relação às cascas de coco, que se acumulam em terrenos, praias e vias, dando a elas destinação correta;
- Evitar a queima desse material a céu aberto, prática que interfere no aquecimento global;
- É muito mais barato prevenir doenças do que tratá-las. Assim, consumir água de qualidade possibilitaria à população uma melhor qualidade de vida;
- O filtro será autossustentável, já que existe matéria-prima em abundância e a troca do carvão semestral seria feita mediante acompanhamento por um agente de saúde.

Transpassando os limites territoriais, o filtro feito do carvão ativado do mesocarpo do coco verde teria como objetivo primordial favorecer a população de baixa renda, solucionando o problema da falta de água. Mesmo para as famílias que têm acesso à água encanada (que apresenta excesso de sólidos totais dissolvidos), o carvão ativado atua como regulador, melhorando o gosto da água.

Dessa maneira, este novo século deve estar cercado de ações estratégicas para a promoção do desenvolvimento sustentável e que visem à geração do equilíbrio entre as nações e a natureza, com o fito de garantir a sustentabilidade e, dessa forma, o desenvolvimento econômico, social, científico e cultural das sociedades, garantindo uma melhor qualidade de vida sem, para isso, exaurir os recursos naturais do planeta.

De acordo com Mendonça (2012, p.86), "diante de tantas questões, surge o ambientalismo moderno, que tem suas práticas voltadas para a proteção da natureza e a promoção da qualidade de vida nos ambientes em que se percebe a alta intervenção humana".

2. METODOLOGIA

A realização desta pesquisa foi feita em parceria com alunos de uma escola pública estadual do Estado do Ceará. Para a análise qualitativa da água, foi pedido a esses alunos que preparassem uma solução bastante diluída de permanganato de potássio (KMnO_4), usando um balão volumétrico.

Depois de tampado, o balão volumétrico foi agitado vigorosamente e, em seguida, a solução foi despejada em um béquer. Dando continuidade ao experimento, foram sugados 10 mL da solução de KMnO_4 com uma pipeta graduada e esvaziada em um outro balão volumétrico. Em seguida, adicionou-se água destilada até a marca de 100 mL.

Montou-se uma bureta no suporte universal, que foi preenchida com a solução diluída de permanganato de potássio. Os alunos foram orientados a lavar, no mínimo três vezes, 5 unidades de erlenmeyer já limpos com as amostras de água em análise. Foram despejados 50 mL da amostra em cada erlenmeyer e adicionado a cada um colheres de hidrógeno sulfato de sódio ($\text{NaHSO}_4 \cdot \text{H}_2\text{O}$). Usando o tripé com a tela de amianto e o bico de bunsen, o frasco foi aquecido até que o líquido fervesse. A titulação foi realizada gotejando-se lentamente, com o auxílio de uma bureta, a solução de permanganato de potássio, agitando-se o frasco após cada adição da solução. O experimento terminou quando a solução apresentou uma distinta cor rosa.

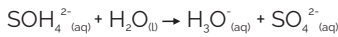
Ao se fazer algumas considerações sobre os processos físicos e químicos ocorridos, têm-se que:

- 1) O Hidrogenossulfato de Sódio ($\text{NaHSO}_4 \cdot \text{H}_2\text{O}$) foi dissolvido na amostra de água a ser analisada, ocorrendo

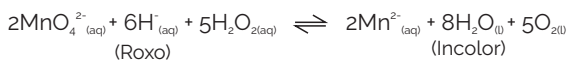
o processo físico de dissociação:



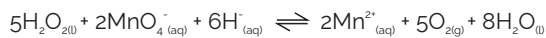
2) O $\text{HSO}_4^-_{(aq)}$ é capaz de protonar a água através de um mecanismo ácido-base de Bronsted-Lowry, acidificando então a água em análise:



3) Em seguida, essa amostra foi titulada com uma solução diluída de KMnO_4 e observava-se descoloração da solução quando a amostra tinha grandes quantidades de impurezas orgânicas. Para que ocorra essa descoloração, é necessário que o Nox do Manganês na fórmula do KMnO_4 passe de +7 (roxo) para +2 no Mn^{2+} (incolor).



Com a realização desse experimento, os alunos constataram que a mudança de coloração ocorre porque há uma reação de oxi-redução, na qual o número de oxidação do manganês, na fórmula do MnO_4^- que é +7 passa para +2 no produto, conforme explicado anteriormente. A reação ocorrida é representada abaixo:



Assim, as soluções das amostras foram aquecidas e o procedimento de titulação foi realizado com solução diluída de permanganato de potássio a 10%. Abaixo, estão os resultados obtidos no laboratório escolar. A solução diluída de permanganato de potássio se justifica pelo fato de o objeto da análise se tratar de água originária de poços artesanais e, dessa forma, ser uma água mais limpa.

Tabela 1: Resultados qualitativos da análise de impurezas orgânicas, pH e temperatura obtidos no laboratório de química

Localidades	pH* (antes da filtração)	pH* (depois da filtração)	No de gotas gastas de KMnO_4 na titulação* (antes da filtração)	No de gotas gastas de KMnO_4 na titulação* (depois da filtração)	T°C
Pajuçara	6,4	6,8	4	1	28
Conjunto Industrial	6,2	7	5	1	—

A partir da análise disposta na tabela acima, observa-se

que a água das três localidades apresentava-se levemente ácida e com alto índice de impureza. Após a água passar pelo filtro feito a partir do carvão ativado do coco verde, percebe-se a melhora da qualidade da mesma, tanto no que se refere ao pH, como à quantidade de impurezas presentes na água. Como forma de amparar os resultados obtidos no laboratório escolar, a amostra do Conjunto Industrial foi encaminhada ao Laboratório particular e, a partir do laudo, fica comprovada que a água de poço após passar pelo filtro obedece aos padrões físico – químicos como pode ser visualizado na tabela 02.

Tabela 02 – Laudo de Análise Físico-Química Nº 2305_15 EMPRESA ENGENHARIA AMBIENTAL. Resultado Amparado na portaria nº 2914 de 12 de dezembro de 2011 – Ministério da Saúde

Parâmetros Água Poço	Método	Valor de Referência	Resultado após passar pelo filtro Qualiágua
pH	SM 4500 HB	6,0 – 9,5	500,07,2
Cor	SM 2120C	15,0	0,0
Turbidez	SM 2130B	5,0	0,87
Odor	SM 2150B	—	INODORA
Sólidos Totais Dissolvidos	SM 4500 CL G	1000	330,0
Cloretos	SM 2340C	250,0	166,3
Dureza Total	SM 2120C	500,0	10,8

Fonte: Empresa Engenharia Ambiental (2014).

Diante da necessidade de fazer a análise microbiológica das águas, foi criado um acoplamento (Filtro UV - C) com lâmpada germicida. Após diversas análises, observou-se a eliminação de E. Coli (Tabela 03).

Tabela 03 – Laudo de Análise Microbiológica Nº 2308_15 EMPRESA ENGENHARIA AMBIENTAL. Resultado Amparado na portaria nº 2914 de 12 de dezembro de 2011 – Ministério da Saúde.

Parâmetros Água Poço	Método	Valor Referência	Resultado após passar pelo filtro Qualiágua
Coliformes Termotolerantes (E. COLI) – QUALI	SM 9222 E	AUSÊNCIA	AUSÊNCIA

Fonte: Empresa Engenharia Ambiental (2015).

3. ANÁLISE E DISCUSSÕES

Como explicitado, esta pesquisa visa incentivar a parceria entre a Embrapa e o Governo do Estado do Ceará, tendo em vista a confecção e distribuição do filtro "Qualiágua: filtro ecológico do coco", feito a partir do carvão ativado do coco verde com o acoplamento de filtro UV para ser distribuído nas comunidades de baixa renda, funcionando como um Programa da Saúde Preventivo.

Analisando os dados apresentados, pode-se observar a melhora da qualidade da água após passar pelo filtro proposto pela pesquisa. Por ser o Ceará um estado com uma vasta região litorânea e, assim, possuir coco verde em abundância, e considerando ainda o fato de a palha do coco verde ser um resíduo, torna-se economicamente atrativo e ecologicamente correto o uso desse material para a confecção de carvão ativado.

Devido ao fato do carvão ativado proveniente desse fruto apresentar propriedade de adsorção do cloro (remoção da cor, o sabor e os odores estranhos à água e outros produtos químicos), é que este trabalho propõe o uso dessa matéria-prima para a melhoria da qualidade de

água. Segundo Schmidt (2011, p.16), "os filtros produzidos a partir do carvão ativado incluem a estabilização da água, uma vez que esse apresenta estrutura porosa e densidade homogênea". A associação do carvão ativo do coco verde com o filtro UV tem como objetivo garantir a melhoria da qualidade físico-química e microbiológica da água, conferindo potabilidade a ela.

Outro fator positivo consiste no fato da população utilizar o fruto, descartando esse material, que acaba se acumulando pelas praias e vias, promovendo o acúmulo de lixo e a veiculação de doenças. Ainda segundo Schmidt (2011, p.14), "Doenças decorrentes da ingestão de patógenos na água contaminada têm um grande impacto na saúde mundial, onde cerca de 80% de todas as doenças e mais de um terço das mortes nos países em desenvolvimento são causadas pelo consumo de água contaminada (...)". Assim, os alunos da unidade escolar fizeram três protótipos do filtro, como pode ser visualizado abaixo:

A princípio, os primeiros experimentos foram feitos com um instrumental feito a partir de uma garrafa PET, utilizando 25g de carvão ativado do coco verde. Como a

Figura 2 – Primeiro modelo de filtro



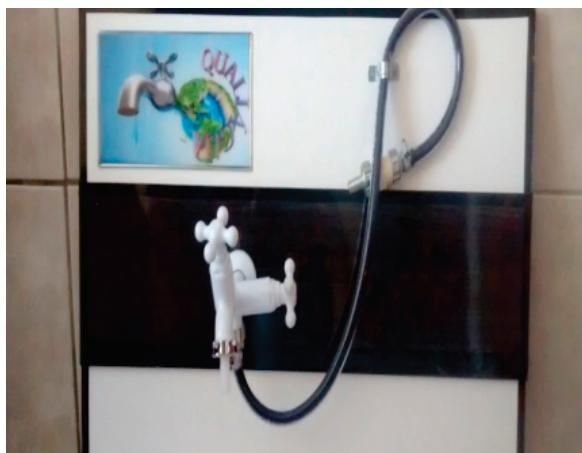
Fonte: Pesquisa direta, 2015.

Figura 4 – Filtro de Carvão Ativado com acoplamento Luz UV - C



Fonte: Pesquisa direta, 2015.

Figura 3 – Filtro Carvão Ativado do Coco Verde



Fonte: Pesquisa direta, 2015.

Figura 5 – Filtro "Qualiágua" com o acoplamento Carvão Ativo do Coco Verde e Filtro UV



Fonte: Pesquisa direta, 2015.

proposta sugerida pelos alunos seria montar um instrumental que pudesse ser utilizado de forma prática, eles montaram o filtro (Figura 2) que apresenta uma torneira com duas saídas: uma destinada ao processo de filtração a partir do carvão ativado e uma com tela de polietileno própria para filtragem.

Mediante estudos e reflexão propostos a partir da leitura de artigos e dissertações sobre o assunto em questão, os mesmos propuseram a criação e confecção de um segundo filtro (Figura 3), pois compreenderam que, quanto mais tempo a água estivesse em contato com o carvão ativado, melhor seria a qualidade físico-química da água. Diante da necessidade de melhora do aspecto microbiológico da água, criou-se o filtro do Carvão Ativado do Coco verde com acoplamento filtro UV (Figura 4). A partir de laudo, é possível constatar a eliminação de *Escherichia coli* presente na água após passar pelo filtro.

Segundo os alunos, o filtro pode ser classificado como ecologicamente correto, pois incentiva a reciclagem da fibra do coco verde na confecção do carvão ativado, uma vez que esse material permanece amontoado pelas praias e vias, veiculando doenças. Além disso, é economicamente viável, pois o custo unitário do filtro foi de R\$ 70,00, podendo sair ainda mais barato se confeccionado em larga escala diante da parceria entre o Governo do Estado e a Embrapa.

Nesse sentido, a ideia é confeccionar uma cartilha que ensine a população a fazer a sua manutenção, de modo que seja consolidado um Programa de Saúde Preventivo. Ainda segundo as considerações dos educandos, o governo fará uma maior economia gastando com a prevenção do que com a cura de doenças, pois a prevenção sempre implica menores custos. A ideia deles consiste em continuar as pesquisas de forma a implantar o filtro na unidade escolar para filtrar a água que é utilizada na merenda escolar.

Dessa forma, considerando que o grande desafio da educação consiste em motivar o educando a refletir coletivamente e a criar mecanismos que possam auxiliar na melhoria da qualidade de vida da população, é nesse contexto que o filtro Qualiágua foi idealizado.

4. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Um dos maiores desafios do ensino de ciências consiste em aliar o conhecimento de sala de aula ao cotidiano do aluno. Os referenciais trazidos pelos Parâmetros Curriculares Nacionais (1999) procuram organizar o aprendizado do ensino de ciências no Ensino Médio, no sentido de produzir um conhecimento efetivo, de significado próprio. Assim, ao se restringir a Química ao aprendizado formal da sala de aula, o professor incorre no risco de não oportunizar ao aluno condições de desenvolver projetos que poderiam ser aplicados no cotidiano de sua comunidade. Nesse sentido, as atividades experimentais são fundamentais para o processo de ensino e aprendizagem e devem estar adequadas às competências e habilidades que se pretendem desenvolver nos educandos.

Diante do desafio de usar os recursos naturais de forma sustentável e tendo em vista a problemática da atual crise da demanda e disponibilidade de água potável, a pesquisa em questão e a sugestão de um filtro ecologicamente correto e economicamente viável permitem vislumbrar a aplicação do conhecimento químico com vistas à promoção de qualidade de vida. Diante dessa realidade, delineiam-se os desafios da atual sociedade, em busca de promover ações que possam garantir a sustentabilidade ambiental e contribuir para a diminuição de problemas relativos à falta de água apropriada para o consumo, especialmente entre populações mais carentes.

REFERÊNCIAS

ATKINS, Peter W. **Físico-Química**. 9ª ed. LTC, 2012.

BBC. **2,7 bilhões podem ficar sem água em 2015, diz ONU**. 2002. Disponível em: http://www.bbc.com/portuguese/noticias/2002/020322_secaml.shtml Acesso em: 26 nov. 2015.

BRASIL, 2000. **Parâmetros Curriculares Nacionais (Ensino Médio)**. Disponível em: <http://portal.mec.gov.br/seb/arquivos/pdf/blegais.pdf> Acesso em: 28 Ago. 2014.

BRASIL, Secretaria de Educação Fundamental. **Parâmetros curriculares nacionais: temas transversais**. Brasília: MEC/SEB, 1998.

BRASIL, Secretaria de Ensino Médio. **Parâmetros curriculares nacionais do ensino médio: química**. Brasília: MEC/SEB, 1999.

BRASIL, Secretaria de Ensino Médio. **Diretrizes curriculares nacionais do ensino médio**. Brasília: MEC/SEB, 1999.

CAMARGO, R. A possível futura escassez de água doce que existe na Terra. São Paulo: **Revista Sinergia**, vl. 3, n.1, 2003. Disponível em: <http://www.cefetsp.com.br>. Acesso em 26 nov. 2015.

COELHO, M. et al. Aproveitamento de resíduos agroindustriais: produção de enzimas a partir da casca do coco verde. **Boletim Ceppa**, Curitiba, vol. 19, n. 01, p. 33-42, 2001.

CHASSOT, A. **A educação no ensino da química**. 3. ed. Ijuí, RS: Ed. Unijuí, 1993.

DANTAS, T. **Falta de água já afeta 46 milhões de brasileiros**. O Globo, 2015. Disponível em: <http://oglobo.globo.com/brasil/falta-de-agua-ja-afeta-46-milhoes-de-brasileiros-15144980>. Acesso em: 26. nov. 2015.

LOPES, G. S. PARENTE, J. C. B. A Questão do Lixo Trabalhada em Aula de Educação Ambiental para Turmas de Ensino Fundamental em Fortaleza. In: Lima, I. B. **Didática, Educação Ambiental e Ensino de Ciências e Matemática: múltiplos olhares**. Ceará: UECE, 2013.

LOPES, U. TENÓRIO, R. **Educação como fundamento da sustentabilidade**. Salvador: EDUFBA, 2011.

MENDONÇA, R. **Meio Ambiente e Natureza**. São Paulo: Senac, 2012.

PELCZAR, M. J. CHAN, E. C. S. KRIEG, N. R. **Microbiologia: conceitos e aplicações**. 2. Ed. Vol. 1. Ed. Makron Books, 1996.

REDE BRASIL ATUAL. **Para Relatora da ONU, falta de água é culpa do governo de São Paulo**. RBA, 2014. Disponível em: <http://www.redebrasilatual.com.br/ambiente/2014/08/para-relatora-da-onu-falta-de-agua-e-culpa-do-governo-de-sao-paulo-7890.html>. Acesso em: 26 nov. 2015.

REBOUÇAS, A. Água na região Nordeste: desperdício e escassez. **Estudos Avançados**, 11 (29), 1997.

SILVA, E. ALVES, S. C. **O Ensino de Química e sua Relação com o Meio Ambiente**: a análise qualitativa da água como meio de investigação e reflexão. Disponível em: <http://www.ivenecienciasubmissao.uff.br/index.php/ivenecienciasubmissao/eneciencias/paper/download/89/66>. Acesso em: 26 nov. 2015.

SILVA, E. **História do direito ambiental brasileiro**. Disponível em: http://www.moraesjunior.edu.br/pesquisa/cade5/historia_direito.doc. Acesso em: 18 jun. 2014.

SCHMIDT, C. **Desenvolvimento de um Filtro de Carvão Ativado para Remoção de Cloro de Água Potável**. Mestrado. 2011. 233f. Dissertação (Mestrado em Engenharia) – Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Minas, Metalurgia e de Materiais, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2011.

TOMÉ SILVA, C. **Recursos Hídricos e Desenvolvimento Sustentável no Brasil**. 2014. Senado Federal. Núcleo de Estudos e Pesquisas. Disponível em: <http://www12.senado.gov.br/publicacoes/estudos-legislativos/tipos-de-estudos/outras-publicacoes/temas-e-agendas-para-o-desenvolvimento-sustentavel/recursos-hidricos-e-desenvolvimento-sustentavel-no-brasil>. Acesso em: 26 nov. 2015.