



Analyze the quality of rain water stored in tanks made of polyethylene of rural communities belonging to the municipality of São Domingos (located in the Semiárida da Bahia)

Thamires de Oliveira Moura¹, Iara Brandão de Oliveira², Yvonilde Dantas Pinto Medeiros³, Vânia Palmeira Campos⁴

¹Mestranda em Engenharia Ambiental e Urbana: Universidade Federal da Bahia (UFBA). Salvador -BA. Fone: (77) 99165-3983.

²Professor Associado IV, Universidade Federal da Bahia (UFBA). Salvador -BA.

³Professor Associado, Universidade Federal da Bahia (UFBA). Salvador -BA.

⁴Professor titular, Universidade Federal da Bahia (UFBA). Salvador -BA.

Email: Thamiresmoura.esa@gmail.com, oliveira@ufba.brAfiliação, yvonilde.medeiros@gmail.com, vpalmeiracampos@gmail.com

ABSTRACT

Generally rural communities of semiárid region are not served by mains system, or are close to safe water sources, making access to quality water for these communities a very complex task. The intention to improve the quality of life of the Brazilian semi-arid rural population uses rain water storage techniques, alternative this that reached major proportions with the implementation of the program one million tanks, which aims to ensure tanks for supply of water for one million households. To give speed to this program the Brazilian government decided to adopt the polyethylene tanks. However, the large-scale use in the Brazilian semiárid region is recent and little has been discussed about the tank of polyethylene with respect to its quality storage function of the stored water. In the semi-arid Bahia this scenario is no different, only recently has deployed polyethylene tanks for reserve water for human consumption to replace the conventional tanks (plate and screen-cement). Despite the short implementation period, it is important to further study, making sure that this type of tank ensures adequate water storage for human consumption. This was the objective of this work and, for this, they rose up data in the field, through questionnaires, and quality analysis of stored water in thirty-six polyethylene tanks rural communities of São Domingos - Bahia semi-arid. It was found high, temperatures typical of semi-arid regions, can affect the solubilization of substances influencing the water quality. Preliminary results for nine water samples collected in Ouro Verde locality also indicated concentrations of carbonyl compounds such as formaldehyde and acetaldehyde, substances with toxicity that may impair water quality.

Keywords: Polyethylene Tank, water quality, Semiárid of Bahia.

Análise da qualidade da água de chuva armazenada em cisternas de polietileno das comunidades rurais pertencentes ao Município de São Domingos, semiárido Baiano

RESUMO

Geralmente as comunidades rurais do Semiárido não são servidas por sistema de adutoras, nem estão próximas a fontes seguras de água, tornando o acesso à água de qualidade para essas comunidades uma tarefa bastante complexa. Na intenção melhorar a qualidade de vida da população rural do Semiárido brasileiro utiliza-se técnicas de armazenamento de água de chuva, alternativa esta que alcançou maiores proporções com a implantação do programa um milhão de cisternas, o qual tem o objetivo de garantir cisternas para abastecimento de água para um milhão de famílias. Para dar celeridade a esse programa o governo brasileiro decidiu adotar as cisternas de polietileno. Entretanto, o uso em larga escala na região semiárida brasileira é recente e pouco se tem discutido sobre a cisterna de polietileno no que tange à sua função de armazenamento de qualidade da água armazenada. No Semiárido da Bahia esse cenário não é diferente, só recentemente tem-se implantado cisternas de polietileno para reservar água para consumo humano em substituição às cisternas convencionais (placa e tela-cimento). Apesar do curto período de implantação, é importante aprofundar os estudos, verificando se esse tipo de cisterna garante o armazenamento de água adequada para consumo humano. Esse foi o objetivo do presente trabalho e, para isto, levantaram-se dados em campo, através de questionários, e análises de qualidade da água armazenada em trinta e seis cisternas de polietileno de comunidades rurais de São Domingos - Semiárido baiano. Encontrou-se temperaturas elevadas, típicas das regiões semiáridas, podem afetar a solubilização de substâncias influenciando na qualidade da água. Resultados preliminares para nove amostras de água coletadas na localidade de Ouro Verde, também indicaram concentrações de compostos carbonílicos como formaldeídos e acetaldeídos, substâncias com toxicidade que pode comprometer a qualidade da água.

Palavras Chaves: Cisterna de polietileno, qualidade de água, Semiárido baiano.

Received: March 14th, 2017

Accepted: May 17th, 2017

Published: June 30th, 2017

Copyright ©2016 by authors and Institute of Technology Galileo of Amazon (ITEGAM). This work is licensed under the Creative Commons Attribution International License (CC BY 4.0).

<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>



I. INTRODUÇÃO

Como regra geral, as comunidades rurais localizadas no Semiárido não são servidas por sistemas de adutoras, nem estão próximas a fontes seguras de água, tornando o acesso à água de qualidade para essas comunidades uma tarefa bastante complexa. Segundo [1] a coleta e armazenamento de água de chuva é uma técnica utilizada em várias regiões áridas ou semiáridas do mundo e no Semiárido brasileiro essa técnica tem sido muito utilizada, principalmente com a implantação do Programa um milhão de cisternas, com o objetivo de garantir o abastecimento de água para um milhão de famílias.

A fim de dar celeridade a esse Programa o governo brasileiro decidiu adotar as cisternas de polietileno, uma tecnologia que tem sido utilizada em regiões e países com temperaturas semelhantes ou até mais críticas que as encontradas no Semiárido brasileiro [2].

O uso de tanques de polietileno para armazenamento de água potável é comum em áreas da zona rural do Arizona que apresentam recursos hídricos limitados. Os proprietários vivem em áreas remotas com baixa produtividade e utilizam esse modelo de cisternas como forma de armazenamento de água de chuva. Os tanques são fabricados essencialmente para o transporte e armazenamento de água potável sendo muitas vezes fabricados com um polietileno transparente com uma coloração branca, onde é possível verificar o nível da água através das paredes do tanque [3].

Entretanto, o uso em larga escala na região semiárida brasileira é recente e pouco se tem discutido sobre o desempenho da cisterna de polietileno no que tange à sua função de armazenamento e garantia de fornecimento de água de qualidade para consumo humano. Estudos relatam questionamentos e polêmicas sobre a eficiência e insatisfação dos usuários frente ao armazenamento de água em cisternas de polietileno: o trabalho de [2] comparou a variação do pH e temperatura em cisternas de Placas e Polietileno, encontrando que as cisternas de polietileno apresentam temperaturas mais altas internamente do que as cisternas de placa.

Para [4] descrevem o grau de satisfação dos moradores com relação a cisterna de polietileno e a cisterna de placa. Os autores apontaram que apesar do pequeno número de entrevistados, houve uma leve vantagem da qualidade da água armazenada em cisternas de placas em relação às águas armazenadas em cisternas de polietileno em relação às características organolépticas sabor, odor e cor e principalmente em relação à temperatura.

Também no Semiárido da Bahia tem-se implantado, recentemente, cisternas de polietileno, em grande escala em substituição às cisternas convencionais (placa e tela-cimento). Apesar do curto período de implantação, há polêmicas referentes a possível processo de migração de espécies químicas do plástico para a água armazenada.

Verifica-se a importância de se aprofundar estudos que verifiquem se as cisternas de polietileno garantem o armazenamento de água adequado para consumo humano. O presente trabalho tem este objetivo e para isso, vem realizando análises de qualidade de água armazenada em cisternas de

polietileno de comunidades rurais do município de São Domingos, na região semiárida da Bahia.

II. MATERIAIS E MÉTODOS

A pesquisa foi realizada no município de São Domingos-Ba localizado na zona sisaleira da região semiárida da Bahia, para analisar o processo de captação de água de chuva em cisternas, predominante no município. As duas comunidades selecionadas para o estudo: Ouro Verde e Sítio Novo satisfizeram aos critérios quanto às condições de abastecimento, existência e uso de cisternas de polietileno para captação e armazenamento de água para consumo humano, além de denotarem condições críticas para abastecimento de água.

Foram feitas visitas a campo para coleta de dados sobre a quantidade de cisternas de polietileno existente e o uso predominante da água armazenada.

Registros fotográficos e levantamento de informações nos órgãos públicos do município, como a Secretaria de Agricultura e Meio Ambiente, serviram para identificar, preliminarmente, o cenário referente às condições de abastecimento de água e utilização das cisternas de polietileno.

Também foi aplicado um questionário nas comunidades em estudo e a partir das informações coletadas em campo verificou-se a importância em aprofundar os estudos sobre as cisternas de polietileno, pois existem muitas incertezas referentes à garantia da qualidade da água para consumo humano.

Portanto, buscou-se analisar a qualidade da água armazenada nas cisternas de polietileno, que foram coletadas no fim de período seco nas duas comunidades em estudo, utilizando procedimentos indicados no *Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater* (APHA) [5]. Foram analisados em campo, na água de trinta e seis cisternas, com um medidor multiparamétrico, da marca HACH, os parâmetros: temperatura, pH, condutividade elétrica, sólidos totais dissolvidos, oxigênio dissolvido, salinidade e potencial redox ou potencial eletroquímico.

Também foram analisados, utilizando cromatografia líquida de alta eficiência (HPLC) em nove amostras, compostos carbonílicos como formaldeído, acetaldeído e acroleína, a fim de investigar possível processo de migração da matriz polimérica para água. Os resultados foram comparados com limites estabelecidos/recomendados no Brasil e/ou outros países.

III. RESULTADOS E DISCUSSÕES

No município de São Domingos-Ba o setor público municipal informou que há 1357 cisternas (placa, polietileno, tela-cimento) distribuídas nas 17 comunidades rurais pertencentes ao município. Do total de cisternas, 447 são de polietileno e foram implantadas pela CAR (Companhia de Desenvolvimento e Ação Regional), conforme a Figura 1.

Figura 1: Distribuição do tipo de cisternas no município de São Domingos.

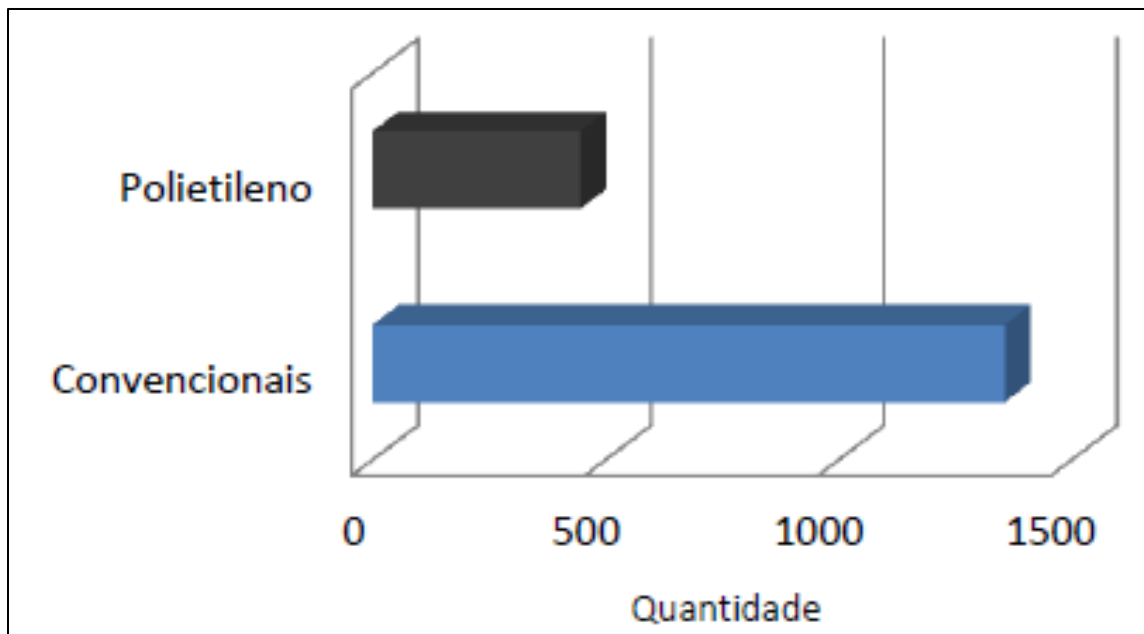


Figura 1: Distribuição do tipo de cisternas no município de São Domingos.
Fonte: Autores, (2015).

Através dos dados do questionário aplicado às comunidades, foi identificado que menos da metade dos moradores de Sítio Novo utiliza a água armazenada em cisternas de polietileno

para beber (Figura 2). Os moradores não se sentem seguros em beber a água armazenada nessas cisternas, devido ao gosto e temperaturas desagradáveis.

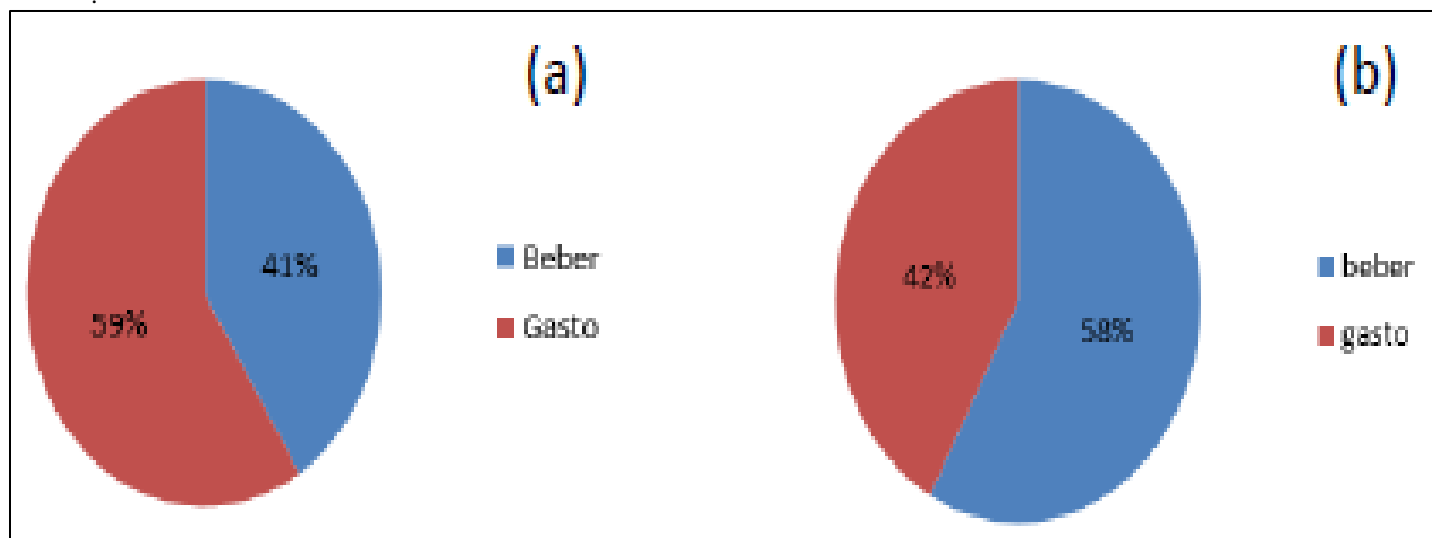


Figura 2: Uso da água armazenada em cisternas de polietileno. (a) Sítio Novo; (b) Ouro Verde. Semiárido baiano, 2015.
Fonte: Autores, (2015).

Em Ouro Verde esse cenário não é diferente, pois, pouco mais da metade dos moradores utilizam a água da cisterna para consumo humano (Figura 3). De acordo com informações disponibilizadas pela prefeitura municipal os moradores se sentem preocupados em consumir uma água armazenada em cisternas de polietileno; acreditam que essa água apresentam uma qualidade duvidosa por apresentarem gosto e temperatura diferentes da água armazenada em cisternas convencionais. A partir dessas informações verificou-se a importância de analisar a qualidade da água armazenada em cisternas de polietileno.

Análises de água foram feitas em campo com um medidor multiparamétrico, o que permitiu conhecer as condições da água armazenada nas cisternas das comunidades de Ouro Verde e de Sítio Novo em relação à Temperatura, Condutividade Elétrica (CE), Salinidade, Potencial Redox, pH, Oxigênio Dissolvido (OD) e Sólidos Totais Dissolvidos (STD). A tabela 1 apresenta as faixas e médias das medidas in loco de parâmetros de qualidade da água armazenada em cisternas das duas comunidades no Semiárido baiano.

Tabela: Faixas e médias de parâmetros de qualidade da água armazenada em cisternas de comunidades no Semiárido baiano: medidas *in loco*.

	Temperatura	CE	Salinidade	Pot. redox	pH	OD	STD
	°C	$\mu\text{S cm}^{-1}$	‰	mV		mg L^{-1}	
Comunidade: Ouro Verde							
Faixa	29,9 a 38,9	17,7 a 329	0,010 a 0,16	18 a 66	6,71 a 9,09	5,09 a 7,88	7,79 a 158
Média	34,3	169,0	0,070	41,7	7,10	7,32	48,2
Comunidade: Sítio Novo							
Faixa	31,9 a 37,2	9,72 a 253	0,0048 a 0,12	0,50 a 114	5,34 a 8,41	6,49 a 7,62	4,49 a 120
Média	33,1	45,6	0,019	56,0	6,72	6,89	46,3

Fonte: Autores, (2015).

Observa-se que não há praticamente nada a destacar em termos de diferenças entre a água armazenada nas cisternas das duas comunidades, à exceção da condutividade elétrica (CE) que apresenta valor médio mais elevado na água de Ouro Verde. Isso pode ser justificado pelo fato de que 37% das cisternas desta comunidade armazenam água de chuva misturada com água de represa. Isso no entanto não chega a comprometer a salinidade daquelas águas, com valores médios entre 0,019 e 0,070. Esse parâmetro (CE) se relaciona diretamente aos sólidos totais dissolvidos (STD) e à salinidade da água, os quais estão muito abaixo do limite máximo permitido para consumo humano (1000 mg L^{-1}) pela Portaria 2914/2011 do Ministério da Saúde [6]. Água com mais de 1000 mg L^{-1} de STD apresenta sabor e, acima de 2000 mg L^{-1} é demasiadamente salobra para ser bebida. Assim sendo, com relação à salinidade, a água armazenada nas cisternas das duas comunidades são águas doces.

Os valores elevados de temperatura são compatíveis com o período do ano em que as coletas foram feitas: dias quentes e ensolarados de final do verão. Também pelo fato das cisternas estarem colocadas em local aberto e totalmente expostas ao sol, agravado por serem de polietileno de cor escura (grafite), com grande capacidade de absorver calor. Vale lembrar que temperaturas elevadas podem afetar diretamente a migração de substâncias do plástico da cisterna para a água armazenada.

A análise dos dados individuais mostrou que quanto mais altas são as temperaturas, mais baixas são as concentrações de oxigênio dissolvido (OD), o que era esperado, em função da relação inversa entre a solubilidade dos gases e a temperatura. Além disso, também é confirmado o que [7] apontam sobre a quantidade de minerais ou a presença de elevadas concentrações de

sais dissolvidos influenciarem na capacidade da água em dissolver oxigênio; ou seja, o aumento da salinidade também diminui a solubilidade do oxigênio na água.

Da mesma forma, quanto mais alto o potencial redox da água, mais baixa é a concentração de OD. Com relação aos valores de pH, verifica-se que quando comparados à faixa limite permitida pela Portaria 2914/2011 do Ministério da Saúde [6] para água a ser usada para consumo humano, as águas das cisternas da comunidade Ouro Verde (pH 6,71 a 9,09) estão em conformidade com esta legislação e as de Sítio Novo (pH 5,34 a 8,41), que apresentaram 24% dos valores de pH < 6,0, mostram um certo nível de desconformidade.

Nesses casos, é importante salientar que aqueles valores mais baixos de pH (faixa ácida < 6,0) podem influenciar diretamente nos processos de lixiviação de elementos traço do material da cisterna e/ou presentes na área de captação, ou calha condutora, comprometendo a qualidade da água armazenada. A tabela 2 apresenta os dados parciais de análises laboratoriais de aldeídos nas águas armazenadas nas cisternas.

A partir de dúvidas levantadas sobre um possível processo de transferência de espécies químicas presentes matriz polimérica do plástico para a água armazenada, foram realizadas análises químicas da água para investigar a presença de compostos carbonílicos, utilizando-se cromatografia líquida de alta eficiência (HPLC) com detecção UV-Vis, sendo identificada a presença de formaldeído e acetaldeído, em nove amostras de água coletadas nas cisternas de polietileno mais antigas, localizadas na comunidade de Ouro Verde (tabela 2).

Tabela 2: Concentração de aldeídos em água armazenada nas cisternas de polietileno mais antigas, localizadas na comunidade de Ouro Verde, Semiárido baiano, 2015.

Amostra	Formaldeído	Acetaldeído
	$\mu\text{g L}^{-1}$	
A1	15,2	44,6
A2	8,10	8,74
A3	33,3	12,4
A4	13,4	8,74
A5	8,10	76,7
A6	8,69	48,8
A7	9,29	50,6
A8	17,3	27,8
A9	8,10	36,2

Fonte: Autores, (2015).

A concentração dessas espécies químicas, não se encontra limitada no Brasil por padrões de potabilidade de água. No entanto, a sua simples presença já pode significar risco à qualidade da água para uso de dessedentação humana, principalmente em relação ao formaldeído, conhecido por propriedades carcinogênicas. A possível transferência de espécies químicas como formaldeído e acetaldeído do material da cisterna para a água pode ser favorecida pelas temperaturas elevadas típicas da região semiárida.

IV. CONCLUSÃO

As águas armazenadas em cisternas de polietileno nas comunidades Ouro Verde e Sítio Novo, no município de São Domingos, Bahia, não apresentam diferenças significativas entre valores de parâmetros de qualidade, à exceção da condutividade elétrica (CE) que apresenta valor médio mais elevado na água de Ouro Verde, o que pode ser justificado pelo fato de 37% das cisternas desta comunidade armazenar água de chuva misturada com água de represa. Isso no entanto não chega a comprometer a salinidade daquelas águas, com valores médios entre 0,019 e 0,070. No entanto, para ambas as comunidades, a água armazenada nas cisternas tem baixa salinidade, sendo assim, águas doces. Com relação aos valores de pH, as águas das cisternas da comunidade Ouro estão em conformidade com limites legislados para potabilidade e as águas armazenadas em cisternas de Sítio Novo apresentam não conformidade em 24% dos casos (pH < 6,0), o que pode influenciar nos processos de lixiviação de elementos traço do material da cisterna e/ou presentes na área de captação, ou calha condutora, comprometendo a qualidade da água armazenada. Os valores elevados de temperatura, compatíveis com o período de verão das coletas, aliados ao fato das cisternas estarem colocadas em local aberto e totalmente expostas ao sol, agravado por serem de polietileno de cor escura, com grande capacidade de absorver calor, podem favorecer a migração de substâncias do plástico da cisterna para a água armazenada, como mostrado neste trabalho pela presença de formaldeído e acetaldeído nas águas armazenadas, substâncias essas que embora não estejam limitadas no Brasil por padrões de potabilidade de água, sua simples presença já pode significar risco à qualidade da mesma, principalmente em relação ao formaldeído, conhecido por propriedades carcinogênicas.

V. REFERÊNCIAS

- [1] Gnadlinger, J. **Colheita de água de chuva em áreas rurais**. Juazeiro – BA: IRPAA, 2000. 40p.
- [2] Santana, Marcos Vinícios Vidreira; Dantas, Omair; Henriques, Pedro; Amarantes, Emanuel Freitas. **Variação do PH e temperatura em cisternas de Placas e Polietileno em comunidades rurais do município de Petrolina-PE**. Revista de Extensão da UNIVASF - Volume 3, número 2. Edição Especial do Curso de Especialização Metodologias Participativas Aplicadas à Pesquisa, Assistência Técnica e Extensão Rural, jul. 2015 239.
- [3] Artiola, Janick F.; Rock, Channah; Hix, Gary L. **Water Storage Tank Disinfection, Testing, and Maintenance**. The University of Arizona Cooperative Extension, nov. 2012.
- [4] Dias, Jobson Targino; Machado, Taysa Tamara Viana; Silva, Tarciso Cabral; Barros, Maria Caroline Vitoriano. **Satisfação dos usuários de águas armazenadas em cisternas no semiárido**

paraibano. II Workshop Internacional sobre Água no Semiárido brasileiro. Campina Grande, novembro de 2015.

[5] APHA - American Public Health Association. **Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater**. Washington D.C, 2005.

[6] BRASIL. MINISTÉRIO DA SAÚDE. **Portaria nº 2914, de 12 de dezembro de 2011. Estabelece os procedimentos e responsabilidades relativos ao controle e vigilância da qualidade da água para consumo humano e seu padrão de potabilidade, e dá outras providências**. Brasília: Ministério da Saúde, 2011.

[7] Fiurucci, Antônio Rogerio; Benedetti, Edegar Filho. **A importância do Oxigênio Dissolvido em Ambiente Aquático**. Revista Química Nova. Nº. 22, 10-11, novembro, 2005.