

ANÁLISE DA VIABILIDADE DO REAPROVEITAMENTO DA ÁGUA DOS BEBEDOUROS NO CENTRO UNIVERSITÁRIO TIRADENTES

Isabelle Fonseca Ferreira¹

Letícia Alves de Araújo²

Pedro Henrique Barcellos França³

Thaywanne Novaes de Almeida⁴

Victor Hugo Cardoso da Costa⁵

Sandovanio Ferreira de Lima⁶

Engenharia Ambiental



ISSN IMPRESSO 1980-1777

ISSN ELETRÔNICO 2316-3135

RESUMO

Devido as constantes mudanças de hábitos e a necessidade de explorar novos âmbitos, a sociedade passa a vivenciar a futura/presente escassez da água. E, para que esta situação seja mudada, pequenos detalhes fazem a diferença, portanto, este trabalho visa o reaproveitamento da água dos bebedouros do Centro Universitário Tiradentes (Unit). Para qualificar a potabilidade da água e contribuir para um desenvolvimento hídrico sustentável, foram realizadas análises qualitativas dos principais parâmetros químicos, a fim de identificar o grau de potabilidade e assegurar os possíveis fins desta reutilização.

PALAVRAS-CHAVE

Sustentabilidade Hídrica. Reuso da Água. Qualidade da Água.

ABSTRACT

Due to the constant habit changes and the necessity of exploring new areas, the society started experiencing the future/present water scarcity. And, to change this situation, small things can make difference, than, this article focuses on the wastewater reuse from drinking fountains belonging to Centro Universitário Tiradenes (Unit). To qualify the water potability and to contribute for a sustainable water development, qualitative analyses of the major chemical parameters were performed to identify the degree of potability and to assure the possible uses of this wastewater.

KEYWORDS

Water Sustainability. Reuse of Water. Water Quality

1 INTRODUÇÃO

A água é um recurso natural de extrema importância não só para as atividades humanas como também para a vida. Embora denominem a água como um recurso inesgotável, a cada dia se evidencia o contrário, seja em consequência da degradação ambiental ou das mudanças climáticas provocadas pelas ações antrópicas.

O Brasil contém 13% das reservas de água doce do planeta, mas apenas 2,5% dessa água são próprias para o consumo. Conforme a despreocupação e falta de conscientização das pessoas, a taxa de desperdício de água no Brasil aumentou em 70% (ANA, 2009).

No cotidiano, são diversos os exemplos de despreocupação com os recursos hídricos, por exemplo, escovar os dentes com a torneira aberta, lavar ruas e calçadas com jatos d'água, entre outros. Para reverter essa situação, muitas empresas, indústrias e até as residências estão utilizando o método de reuso para gerar economia e evitar desperdícios.

"O reuso da água, pode ser considerado como parte de uma atividade mais abrangente que é o uso racional ou eficiente, o qual compreende também o controle de desperdícios e a minimização da produção de efluentes e do consumo de água" (KLAUTAU; GONÇALVES, 2007, p. 6).

Entre as formas de se reaproveitar a água, destaca-se o aproveitamento da água dos bebedouros por ser uma água com grande potencial de reutilização. Existem diversas maneiras, não potáveis, para reaproveitar esta água, como por exemplo, a regas das plantas, descargas sanitárias, lavagem de pisos, entre outros.

Assim, o objetivo do presente trabalho é analisar os parâmetros físico-químicos da água descartada pelos bebedouros, para posteriormente, desenvolver um sistema automático para quantificar a água total desperdiçada nos bebedouros do Centro Universitário Tiradentes.

2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

2.1 ESCASSEZ HÍDRICA

Com uma área de 8.512.000 km² e cerca de 157 milhões de habitantes, o Brasil é hoje o quinto país do mundo em extensão territorial e em população. Com grandes dimensões continentais e com um imenso contraste quanto ao clima, à distribuição populacional, ao desenvolvimento econômico e social, é possível perceber um país com os mais variados cenários (LIMA, 2001).

É o país mais rico em água potável, com 8% das reservas mundiais, concentrando 18% do potencial de água de superfície do planeta. Apesar da situação aparentemente favorável observa-se, no Brasil, uma enorme desigualdade regional na distribuição dos recursos hídricos. Quando se comparam essas situações com a abundância de água da Bacia Amazônica, que qual corresponde às regiões Norte e Centro-Oeste, contrapondo-se a problemas de escassez no Nordeste e conflitos de uso nas regiões Sul e Sudeste, a situação se agrava (PAZ; TEODORO; MENDONÇA, 2000).

O Brasil tem o impressionante volume de 111 trilhões e 661 milhões de metros cúbicos de água em suas reservas subterrâneas, inclusive detendo o maior aquífero do mundo, o Botucatu ou Gigante do Mercosul. Muitas cidades já são abastecidas, em grande parte, por águas de poços profundos (PAZ; TEODORO; MENDONÇA, 2000).

A questão crucial do uso da água subterrânea, inclusive para a agricultura, reside no elevado custo de exploração, além de exigir tecnologia avançada para investigação hidrogeológica. Na região Nordeste, caracterizada por reduzidas precipitações, elevada evaporação e pouca disponibilidade de águas superficiais, as reservas hídricas subterrâneas constituem uma alternativa para abastecimento e produção agrícola irrigada (PAZ; TEODORO; MENDONÇA, 2000).

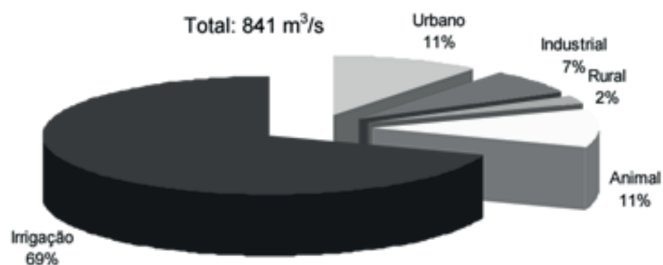
Segundo Lima (2001), os principais problemas de escassez hídrica no Brasil, como, por exemplo, as combinações do crescimento exagerado das demandas e da degradação ambiental da qualidade das águas, são em consequência do aumento desordenado dos processos de urbanização, industrialização e expansão agrícola.

A degradação ambiental, nas suas mais diferentes formas de manifestação, é um poderoso elemento gerador ou acentuador da escassez, afetando em larga escala as águas doces, tanto as estocadas no próprio meio natural quanto as represadas

por objetos espaciais como barragens. Este tem sido um dos motivos do problema da escassez qualitativa de água para consumo urbano em muitas grandes cidades brasileiras, devendo ainda ser ressaltado o impacto negativo para a saúde pública, a economia e ao ambiente em geral (WALDMAN, 2002 APUD REBOUÇAS, 1999, p. 25)

Cerca de 46% das vazões de retirada no país são destinadas à irrigação, como mostra o Gráfico a seguir. 26% são destinados para abastecimento urbano, 18% para indústria, 7% para animal e apenas 3% para abastecimento rural (AGÊNCIA..., 2005).

Gráfico 1 – Vazões de retirada para os diferentes usos no país



Fonte: Agência Nacional de Águas (2005)

2.2 ÁGUAS RESIDUÁRIAS: CONCEITO

Braga (2005) define as águas residuárias como efluentes oriundos das mais diversas atividades humanas, que já tiveram suas propriedades químicas, físicas e biológicas alteradas. Em alguns casos como nas indústrias, essas águas podem estar constituídas com os mais diversos poluentes tóxicos.

Para o manejo destas águas residuárias, vê-se necessário um conhecimento prévio sobre suas características qualitativas e quantitativas visto que, são fundamentais para a implantação do sistema de gerenciamento mais adequado (MALHEIROS; PHILIPPI JR., 2005).

Quadro 1 – Parâmetros físicos, químicos e biológicos das águas residuárias, origem e efeito poluidor

Parâmetros	Origem	Efeito Poluidor
Físicos		
Cor	Decomposição de matéria orgânica; efluentes industriais; esgotos domésticos.	Coloração da água principalmente por sólidos dissolvidos: restringe o uso, causa impacto visual e, conforme o efluente, pode apresentar toxicidade.

Turbidez	Carreação de material do solo da bacia hidrográfica por erosão; esgotos domésticos e efluentes industriais.	Dificulta a entrada de luz na água, podendo impactar a fauna e a flora aquática.
Sabor e odor	Matéria orgânica em decomposição, algas, gases dissolvidos, esgotos domésticos e efluentes industriais.	Causado por sólidos em suspensão, sólidos dissolvidos e gases dissolvidos, restringindo o uso do recurso sem adequado tratamento.
Químicos		
Compostos orgânicos biodegradáveis	Esgotos domésticos, industriais.	Impacto na diminuição do oxigênio dissolvido.
Outros compostos orgânicos, como pesticidas, solventes, fenóis	Esgotos Industriais	Efeitos tóxicos, degradação estética e problemas de bioacumulação.
Dureza	Dissolução de minerais contendo cálcio e magnésio; despejos industriais.	Redução da formação de espuma, exigindo maior consumo de sabão; incômodo aos consumidores; causa problema de incrustação nas tubulações de caleiras e aquecedores.
Ferro e Manganês	Dissolução de compostos do solo; despejos industriais.	Problemas de cor na água que restringem o uso sem tratamento adequado.
Fósforo, Nitrogênio	Esgotos domésticos; efluentes industriais; fertilizantes químicos; esgoto de locais de confinamento de animais.	Excesso de nutrientes pode levar ao processo de eutrofização do corpo d'água, impactando o uso para fins de consumo e lazer.
Biológicas		
Bactérias coliformes	Esgotos domésticos; efluentes industriais; esgoto de locais de confinamento de animais.	Aumento do risco de doenças de veiculação hídrica.
Algas	Crescimento excessivo em função de maior disponibilidade de nutrientes	Causa problemas de odor, gosto e sabor, impacta negativamente o potencial de uso do recurso.

Fontes: Von Sperling (1996); Metcalf e Eddy (1991); Ramalho (1991); Henze e outros autores (1995 APUD MALHEIROS; PHILIPPI JR., 2005).

Com base nas características das águas residuárias, cabe as legislações competentes as utilizarem como forma de satisfazer as demandas por águas potáveis e não potáveis, assegurando, desta maneira, sua disponibilidade em parâmetros de qualidade aceitáveis para as atuais e futuras gerações como prevê a Política Nacional de Recursos Hídricos.

2.3 NORMAS PARA O REUSO DA ÁGUA

Ao se falar em reuso de águas, primeiramente é necessário levar em consideração os aspectos de saúde pública já que, estas águas podem estar contaminadas com diversos microorganismos patogênicos e substâncias nocivas aos seres humanos (BLUM, 2003).

Com o objetivo de diferenciar as possíveis aplicações que as águas de reuso possam ter, a Organização Mundial da Saúde (1973) dividiu-as em três tipos: Reuso Indireto: o reuso indireto de águas residuárias ocorre quando a água que já foi usada uma ou mais vezes para propósitos industriais ou domésticos, é despejada na superfície da água ou no subterrâneo em sua forma diluída; Reuso Direto: é o uso planejado e deliberado de águas residuárias tratadas para algum propósito benéfico, como a irrigação, recreação, industrial, o reabastecimento dos aquíferos subterrâneos e consumo; Reciclagem Interna: é o reuso de água dentro das plantas industriais com o intuito de conservação e controle de poluição.

Um dos mecanismos de regulamentação mais importante no que se refere às águas de reuso é a resolução nº 357 do Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA) de 2005, responsável por classificar os tipos de água existentes em território nacional, destinando-as aos usos e reusos que estejam em acordo com seus parâmetros de qualidade, além de também estabelecer as condições e padrões para o lançamento de águas residuárias.

Outro importante instrumento na avaliação e distribuição das águas de reuso é a NBR 13.969 de 1997, que tem como principal propósito instruir quais os tipos de águas residuárias podem ser utilizadas em determinados processos.

2.4 REAPROVEITAMENTO DA ÁGUA

A escassez da água vem sendo um tema tratado cotidianamente e, por sua vez, tentativas para amenizar seus desperdícios são analisadas por diversas áreas. Conforme os estudos realizados pelo Instituto Nacional de Metrologia, Qualidade e Tecnologia (INMETRO, 2002), em poucas décadas a água doce do planeta não será suficiente para suprir as necessidades humanas caso não haja um controle no uso deste recurso.

Dentro desta visão, as palavras do autor Dias (1992, p. 88) completam os estudos realizados pelo Inmetro, pois, segundo ele:

As cidades precisam urgentemente evoluir para novos sistemas sustentáveis que imitem a natureza. Em vez de devorar recursos naturais e devolver poluição ao ambiente, deve controlar seu apetite e reaproveitar seus detritos.

Segundo o artigo 225 da constituição de 1988:

Todos têm direito ao meio ambiente ecologicamente equilibrado, bem de uso comum do povo e essencial à sadia qualidade de vida, cabendo ao poder público o dever de defendê-lo e à coletividade o dever de preservá-lo para as presentes e futuras gerações.

Como a água é um fator limitante para o desenvolvimento urbano, industrial e agrícola, Brega Filho e Mancuso (2003) relatam que o reaproveitamento das águas provenientes das mais diversas atividades humanas surgiu como um meio de auxiliar os corpos hídricos que vêm sofrendo com a escassez.

Partindo de políticas públicas, sociais, econômicas e ambientais far-se-á preservação do meio ambiente, o reaproveitamento da água e sua melhor utilização necessária. Portanto, o enfoque deste trabalho, dá-se por âmbitos ecologicamente sustentáveis, uma vez que os bebedouros são os objetos mais encontrados em setores públicos e privados.

3 MATERIAIS E MÉTODOS

Para o presente trabalho foi realizada uma pesquisa bibliográfica, para posteriormente, realizar a caracterização das amostras coletadas. Inicialmente houve um levantamento em artigos, livros e revistas, sobre os principais parâmetros a serem observados em uma amostra.

Foram realizadas 15 coletas no mês de novembro de 2015, e foram realizadas análises químicas em todas as amostras coletadas. Os parâmetros físico-químicos analisados foram: pH, Temperatura, Amônia Indotest, Sulfato, Potássio, Sílica, Nitrito NTD, Nitrato NTD, Ortofosfato, Sulfeto, Ferro e Cloro.

Para realizar as análises foi necessário filtrar as amostras, utilizando um funil de vidro e papel de filtro, despejando em um Becker de 50 mL. Com a amostra filtrada, foi coletado 5mL de cada amostra e transferido para cubetas de vidro.

O instrumento utilizado para a realização das análises foi o Fotocolorímetro AT 10P Microprocessado, com precisão de 2%, e para calibrá-lo foi utilizada uma amostra de 5mL de água destilada. Por fim, para medir a temperatura e o pH, foi utilizado um termômetro e fitas indicadoras universais.

Os dados obtidos foram tratados estatisticamente, utilizando o software Microsoft Office Excel, obtendo valores da média, desvio padrão, variância e gerando gráficos estatísticos.

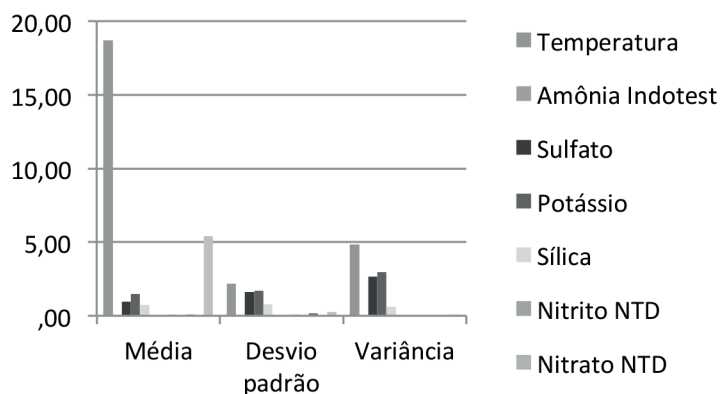
4 RESULTADOS E DISCUSSÕES

Os valores dos parâmetros obtidos na análise da água foram observados e tratados estatisticamente como mostra o Gráfico 2. Foi possível perceber que a água descartada pelos bebedouros atende aos padrões de reuso e também alguns de potabilidade, aumentando ainda mais as possibilidades de seu reaproveitamento, como mostra a Tabela 1.

Entre os parâmetros observados os únicos que não atenderam o padrão de potabilidade do CONAMA foram: pH, Ferro e Cloro. E alguns não estão sendo especificados nas normas como: Temperatura, Ortófosfato, Sílica e Potássio.

O pH mede a concentração dos íons de hidrogênio, ou seja, a partir de sua medição é possível definir se a água é alcalina ou ácida. Foi encontrada

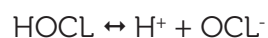
Gráfico 2 – Resultados estatísticos dos dados encontrados



Fonte: Própria.

Uma água ácida ($\text{pH} < 7$) na amostra coletada, o que segundo Gomes e outros autores (2012) “pode resultar na inibição parcial ou completa dos processos metabólicos (naturais) dos microorganismos envolvidos na estabilização da matéria orgânica, especialmente pelo processo anaeróbio”.

O Cloro é uma substância bastante utilizada para a desinfetar a água, e segundo Meyer (1994) essa ação é controlada pelo ácido hipocloroso, que é um ácido fraco. Em solução aquosa e com valores de pH inferiores a 6, o que ocorreu na amostra analisada, a dissociação do ácido hipocloroso, como mostra a equação abaixo, pode ser considerada fraca, predominando a forma não dissociada (HOCl). Quando os valores de pH variam entre 5-10, predominam os ácidos hipocloroso (HOCl) e o íon hipoclorito (OCl^-).



Apesar de baixo, foi encontrado um teor acima do permitido pelos padrões de potabilidade do parâmetro Ferro. De acordo com Oliveira (2003, p. 2): “a presença de ferro na água pode implicar na sua precipitação nos filtros e/ou no pré-filtro de poços, reduzindo a eficiência destes. Assim, é importante que a água de consumo humano apresente baixos teores de ferro”.

Tabela 1 – Média encontrada x Padrão de Potabilidade

	Média	Padrão de Potabilidade - Classe 1*
Temperatura	18,7°	-
Amônia Indotest	0,01 mg/L	até 0,05 mg/L
Sulfato	0,972 mg/L	até 250 mg/L
Potássio	1,477 mg/L	-
Sílica	0,716 mg/L	-
Nitrito NTD	0,00 mg/L	até 1,00 mg/L
Nitrato NTD	0,016 mg/L	até 10,00 mg/L
Ortofosfato	0,064 mg/L	-
Sulfeto	0,0006 mg/L	até 0,002 mg/L
Ferro	0,064 mg/L	até 0,03 mg/L
Cloro	0,03 mg/L	0,01 mg/L
pH	5,40	de 6,0 á 9,0

* - Resolução do CONAMA nº 357.

Fonte: Própria

A presença de ortofosfato na água, como dito por Guidolini e outros autores (2010) “provem das excreções humanas e de animais, como também de restos de alimentos. Quando os compostos orgânicos sofrem decomposição biológica, dão origem a ortofosfatos.”

A Sílica, outro parâmetro não apontado na resolução do CONAMA, de acordo com Lazzerini e Bonotto (2014, p. 163).

Estudos epidemiológicos, em diversas regiões dos EUA, indicaram a existência de correlação entre a potabilidade de águas com teores de 8-15 mg/L de Si e uma menor taxa de mortalidade devido a doenças coronárias e problemas de coração na população.

Por fim, foi possível encontrar um índice significativo de potássio, porém, segundo a Companhia de Tecnologia de Saneamento Ambiental (CESTEB, 2012, p. 2)

“não existe evidência de que os níveis de potássio encontrados na água potável, mesmo naquelas tratadas com permanganato de potássio, possam causar qualquer risco à saúde do consumidor”.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

No Centro Universitário Tiradentes, ambiente estudado para a reutilização, existem vários potenciais destinos para a água descartada dos bebedouros, como por exemplo, rega de plantas, lavagem de pisos dos restaurantes no mini shopping, descarga sanitária e entre outros.

Aliado a outros tipos de reaproveitamento, a água desperdiçada dos bebedouros pode ser uma alternativa para a crise hídrica enfrentada atualmente, como também, é capaz de gerar uma significativa economia financeira. Outro aspecto que será possível perceber, é a diminuição da pressão sob corpos hídricos que, nos últimos anos, vêm sofrendo com o crescimento rápido das demandas por água e das mudanças climáticas.

Por fim, para este projeto estima-se que o reuso da água de bebedouro seja uma solução significativa e sustentável, prevalecendo a necessidade de cuidar do meio ambiente, envolvendo fins ambientais, sociais e econômicos.

REFERÊNCIAS

AGÊNCIA Nacional de Águas – ANA. Disponibilidade e demanda de recursos hídricos no Brasil. **Caderno de Recursos Hídricos**. Brasília, 2005. p.123.

AGÊNCIA Nacional de Águas – ANA. Fatos e Tendências. **Caderno de Recursos Hídricos**. Brasília, 2009. p.36.

BLUM, J. R. C. Critérios e padrões de qualidade da água. In: MANUSCO, P. C. S.; DOS SANTOS, H. F. **Reuso de Água**, Barueri-SP: Manole, 2003.

BRAGA, B. *et al.* **Introdução à engenharia ambiental**: O desafio do desenvolvimento sustentável. 2.ed. São Paulo: Pearson Prentice Hall, 2005.

BRASIL. **Constituição da República Federativa do Brasil**. Brasília: Senado Federal: Centro Gráfico, 1998. 292p. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/constituicao/ConstituicaoCompilado.htm>
Acesso em: 26 novembro 2015.

BREGA FILHO, D.; MANUSCO, P. C. S. Conceito de reuso de água. In: MANUSCO, P. C. S.; DOS SANTOS, H. F. **Reuso de Água**. Barueri-SP: Manole, 2003.

COMPANHIA de Tecnologia Ambiental do Estado de São Paulo – CETESB. Ficha de Informação Toxicológica. São Paulo: CETESB, 2012.

DIAS, Genebaldo Freire. **Educação ambiental**: princípios e prática. São Paulo: Gaia, 1992.

GOMES, A. S. P. *et al.* Estudo qualitativo da água no município de Picuí-PB, enfocando os parâmetros cor, turbidez e pH. João Pessoa: Principia, v.1, 2012. p.38-104.

GUIDOLINI, J. F. *et al.* Ortofosfato como parâmetro indicador de qualidade da água em diferentes pontos da bacia do rio Uberaba. **III Seminário de Iniciação Científica e Inovação Tecnológica**, 2010, Uberaba - MG. Ciência para o Desenvolvimento Sustentável. Uberaba: Instituto Federal do Triângulo Mineiro - IFTM Campus Uberaba, 2010.

INSTITUTO Nacional de Metrologia, Qualidade e Tecnologia – INMETRO. **Meio Ambiente e Consumo** – Coleção Educação para o Consumo Responsável. Disponível em: <http://www2.fm.usp.br/gdc/docs/biblioteca_212_meioambiente.pdf>. Acesso em: 22 set. 2015.

LAUTAU, J. V. P.; GONÇALVES, M. F. Reuso de água: um projeto e sua viabilidade aplicada a lava-jatos. In: Congresso Brasileiro de Engenharia Sanitária e Ambiental, 24, 2007, Belo Horizonte. **Anais...** Belo Horizonte: ABES, 2007.

LAZZERINI, F. T.; BONOTTO, D. M. O silício em águas subterrâneas do Brasil. **Ciência e Natura**, v.36, 2014. p.159-168.

LIMA, J. E. F. W. **Recursos hídricos no Brasil e no mundo**. Planaltina: Embrapa Cerrados, 2001.

LIMA, R. M. A. **Gestão da água em edificações**: Utilização de Aparelhos Economizadores, Aproveitamento de Água Pluvial Reuso de Água Cinza. 2010. Monografia (Curso de Especialização em Construção Civil) – Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2010.

MALHEIROS, T. F.; PHILIPPI JR., A. Águas Residuárias: Visão de Saúde Pública e Ambiental. In: PHILIPPI JR., A. **Saneamento, saúde e ambiente**: Fundamentos para um desenvolvimento sustentável. Barueri-SP: Manole, 2005.

MEYER, S. T. Chlorine Use in Water Disinfection, Trihalomethane Formation, and Potential Risksto Public Health. **Cad. Saúde Públ.**, Rio de Janeiro, 10.ed. v.1, , Jan/Mar, 1994. p.99-110.

OLIVEIRA, D. A.; SCHMIDT, G.; FREITAS, D. M. **Avaliação do teor de ferro em águas subterrâneas de alguns poços tubulares no Plano Diretor de Palmas**. Palmas: UFT, 2003.

PAZ, V. P. S.; TEODORO, R. E. F.; MENDONÇA, F. C. Recursos hídricos, agricultura irrigada e meio ambiente. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v.4, n.3, Campina Grande, 2000. p.465-473.

WALDMAN, M. **Recursos hídricos e rede urbana mundial**: Dimensões Globais da Escassez. XIII^o Encontro Nacional de Geógrafos, 2002, João Pessoa-PB. **Anais...** Caderno de Resumos, v.1, São Paulo: AGB - Associação dos Geógrafos Brasileiros, 2002. p.122.

WHO (World Health Organization). **Reuse of effluents**: methods of waste water treatment and health safeguards. **Technical Report Series**, n.517. Geneva, 1973.

Data do recebimento: 12 de janeiro de 2016

Data de avaliação: 4 de fevereiro de 2016

Data de aceite: 21 de fevereiro de 2016

-
1. Acadêmica do Curso de Engenharia Ambiental do Centro Universitário Tiradentes – UNIT. E-mail: bebelle_96@hotmail.com
 2. Acadêmica do Curso de Engenharia Ambiental do Centro Universitário Tiradentes – UNIT. E-mail: arj.leticia@gmail.com
 3. Acadêmico do Curso de Engenharia Ambiental do Centro Universitário Tiradentes – UNIT. E-mail: Pedrinho_barcellos10@hotmail.com
 4. Acadêmica do Curso de Engenharia Ambiental do Centro Universitário Tiradentes – UNIT. E-mail: tha-wanne@hotmail.com
 5. Acadêmico do Curso de Engenharia Ambiental do Centro Universitário Tiradentes – UNIT. E-mail: vhvitinho@hotmail.com
 6. Docente do Curso de Engenharia Ambiental do Centro Universitário Tiradentes – UNIT. E-mail: sandovanio@msn.com