

ANÁLISE FÍSICO-QUÍMICA E MICROBIOLÓGICA DA ÁGUA DE POÇO DA ÁREA AGRÍCOLA DO IFSP/BARRETOS

PHYSICOCHEMICAL AND MICROBIOLOGICAL ANALYSIS OF A WELL WATER IN AN AGRICULTURAL AREA OF IFSP/BARRETOS

Rodrigo Rodrigues Franco ¹
Juliana Aparecida Leite ²
Emanuel Carlos Rodrigues ³
Marcos de Lucca Junior ⁴

Data de entrega dos originais à redação em: 05/11/2015
e recebido para diagramação em: 19/02/2016.

A água subterrânea geralmente apresenta excelente qualidade, sendo adequada para o consumo humano muitas vezes sem que haja necessidade de tratamento prévio. Entretanto a qualidade desta água está relacionada ao tipo de uso, pois pode ser contaminada de diferentes formas, como por exemplo, em atividades agropecuárias, que podem contaminar os aquíferos com uma série de substâncias e/ou microrganismos presentes em insumos agrícolas. Assim o controle da qualidade da água é fundamental para a utilização deste recurso. O objetivo deste trabalho foi verificar a qualidade da água de poço da área agrícola do IFSP – Campus Barretos, seguindo parâmetros físico-químicos e microbiológicos presentes na legislação brasileira. Os resultados físico-químicos obtidos se enquadram dentro dos valores permitidos pela legislação, entretanto, os resultados das análises microbiológicas indicam que a água está imprópria para o consumo.

Palavras-chave: Parâmetros Físico-Químicos. Análises Microbiológicas. Água de Poço. Qualidade da Água. Contaminação do Aquífero.

Groundwater usually has excellent quality and is often suitable for human consumption without the need for prior treatment. However the quality of this water is related to the type of use, because it can be contaminated in different ways, for example, in agricultural activities, which may contaminate the aquifer with a range of substances and/or microorganisms present in agricultural inputs. Thus the control of water quality is critical to the use of water. The objective of this study was to determine the well water quality in an agricultural area of IFSP/Barretos, following physicochemical and microbiological parameters present in the Brazilian legislation. The physicochemical results fall within the range allowed by the law, however, the results of microbiological analyzes show that the water is unfit for consumption.

Keywords: Physical and Chemical Parameters. Microbiological Analyzes. Well Water. Water Quality. Aquifer Contamination.

1 INTRODUÇÃO

A água é fundamental para a vida, pois é o solvente universal de diversas substâncias como sais e moléculas orgânicas, muitas das quais são essenciais para o desenvolvimento e manutenção do organismo (ALBERTS et al., 2010; ATKINS e JONES, 2012). O ciclo da água é dinâmico; inicia-se graças à incidência de raios solares na superfície terrestre, pela qual a energia cinética das moléculas de água aumenta, provocando sua evaporação (ATKINS e JONES, 2012); em seguida as correntes de ar as distribuem ao redor do globo, que ao precipitarem, preencherão os reservatórios nos continentes ou cairão sobre os oceanos (BEGON; COLIN; HARPER, 2007; TOWNSEND; BEGON; HARPER, 2010).

Encontra-se presente em abundância na crosta terrestre, preenchendo cerca de 75% da área, sendo as principais fontes os oceanos (96,5%), as calotas polares (1,74%), águas subterrâneas (1,7%) e mananciais superficiais (0,06%) (BEGON; COLIN; HARPER, 2007; HIRATA

et al., 2009). O Brasil é um país com grandes extensões hidrográficas, detentor de 40% da água doce disponível no mundo, sendo a bacia do Amazonas e o aquífero Guarani os maiores reservatórios de água superficial e subterrânea do país respectivamente (FERREIRA; SILVA; PINHEIRO, 2008; HIRATA et al., 2009). Esses dados demonstram que a distribuição da água é desigual, além disso, o aumento das modificações no meio ambiente tem alterado significativamente a qualidade e a disponibilidade das águas superficiais, tornando-as impróprias para o consumo, justificando o aumento da exploração de reservatórios subterrâneos em nosso país (HIRATA; ZOBY; OLIVEIRA, 2010). Tais reservatórios estão presentes em camadas permeáveis de rochas sedimentares e/ou em fissuras de rochas basálticas abaixo de uma determinada região, que por ação da gravidade e por ligações aos minerais da rocha, ali se fixam formando grandes bolsões (IRITANI e EZAKI, 2008; HIRATA et al., 2009).

1 - Licenciando em Ciências Biológicas.

2 - Licencianda em Ciências Biológicas

3 - Docente do Curso de Licenciatura em Ciências Biológicas.

4 - Docente do Curso de Licenciatura em Ciências Biológicas.

A captação de água para o consumo humano é proveniente de duas fontes principais: 1) aquíferos artesianos, que se encontram entre duas camadas relativamente impermeáveis e profundas, o que dificulta a sua contaminação por resíduos de atividade antrópica; 2) ou aquíferos freáticos, que ficam próximos à superfície, e estão, portanto, mais suscetíveis à contaminação (IRITANI e EZAKI, 2008). A captação de água do aquífero livre é a mais utilizada no Brasil, devido ao baixo custo e facilidade de perfuração (FOSTER, 1993). Controlar o uso desse recurso é difícil, por não existirem métodos eficientes de fiscalização, e, portanto, a construção de poços clandestinos é comum em áreas rurais, o que pode ser comprovado pela diferença entre o número de poços cadastrados e o número de poços perfurados (HIRATA; ZOBY; OLIVEIRA, 2010).

Dentre os principais responsáveis pela contaminação das águas subterrâneas podem ser citados os insumos agrícolas e os aterros sanitários. As atividades agrícolas podem contaminar os aquíferos com uma série de substâncias como, por exemplo, inseticidas, fungicidas, herbicidas e fertilizantes, geralmente utilizados para aumentar a produtividade de cultivares (HIRATA, 2009; TUNDISI; TUNDISI, 2008). Os aterros sanitários podem contaminar poços por conter metais pesados, provenientes de resíduos industriais, que podem percolar pelo solo.

Assim como os insumos agrícolas, os metais pesados são acumulativos nas cadeias tróficas, extremamente perigosos à vida, pois podem interferir em última instância no processo de divisão celular dos organismos, podendo gerar consequências deletérias, tais como tumores e doenças genéticas (CELERE, 2007; HIRATA, 2009; MORAIS, 2001; WANG et al., 2014). Neste contexto, conhecer a qualidade da água disponível em fontes subterrâneas é fundamental para a gestão destes recursos hídricos, a fim de oferecer água potável para a população (HIRATA; ZOBY; OLIVEIRA, 2010).

Por outro lado, a água apresenta uma série de microrganismos que na maior parte das vezes são naturais dos ecossistemas aquáticos e outros são oriundos do solo e da ação antropogênica. O controle dos microrganismos em água é indispensável, pois estes frequentemente comprometem sua qualidade, gerando alterações sensoriais como odor, alteração do sabor e transmissão de doenças (MACEDO, 2005). Para que a água seja considerada potável pelo ponto de vista microbiológico, deve ser atendida a Portaria nº 2914/2011 do Ministério da Saúde que estabelece os parâmetros pelas quais indicam a sua qualidade. A água deve estar isenta de *Escherichia coli* e coliformes totais a cada 100 mL (BRASIL, 2011). Estes microrganismos são bactérias classificadas como bacilos Gram negativos não esporulados e facultativos; habitam o trato intestinal dos seres humanos e de outros animais homeotérmicos (PELCZAR JR; CHAN; KRIEG, 1997; MADIGAN et al., 2010). Outras bactérias de importância para a saúde pública são a *Pseudomonas aeruginosa* e bactérias mesófilas.

A *Pseudomonas aeruginosa* é um bacilo gram-negativo, aeróbio e facultativo, que suporta variações de temperatura, tendo preferência por ambientes úmidos, sendo encontrada na água, no solo e em vegetais. Produzem em meios de cultura diferentes

pigmentos que lhe conferem diferentes cores, tais como a pioverdina (amarelo-esverdeado), a piomelina (marrom) e a aeruginosina (avermelhada) (PELCZAR JR; CHAN; KRIEG, 1997; MADIGAN et al., 2010).

As bactérias mesófilas são aquelas que apresentam crescimento ideal entre 20°C e 45°C, distribuídas amplamente na natureza, podendo ser encontradas em animais de sangue quente, bem como em ecossistemas terrestres e aquáticos, de biomas temperados a tropicais (APHA, 2005; FARMACOPÉIA, 2010). Esta pesquisa visou caracterizar a água de um manancial situada em uma instituição de ensino de acordo com alguns parâmetros físico-químicos: pH, teor de oxigênio dissolvido, condutividade elétrica, turbidez, temperatura, sólidos totais, dureza, teores de nitrato e fósforo, além de realizar análises microbiológicas de coliformes totais, coliformes fecais, bactérias mesófilas e *Pseudomonas sp.*

2 MATERIAIS E MÉTODOS

O poço de água do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de São Paulo – *Campus* Barretos, está localizado na zona rural do Município de Barretos, sob coordenadas de latitude 20°30'6.51"S e longitude: 48°34'11.91"O. O poço é do tipo cacimba, construído em alvenaria, mas em mau estado de conservação e destampado, estando suscetível à contaminação por agentes externos. Foram utilizadas as metodologias descritas no *Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater* (APHA, 1998) para as análises físico-químicas. Os procedimentos para coleta das amostras foram baseados nas instruções da Fundação Nacional de Saúde (FUNASA, 2009) e da Companhia Ambiental do Estado de São Paulo (CETESB, 2011); coletadas uma vez ao mês, de maio até novembro. As amostras foram colhidas por meio de um frasco de polipropileno (5L) e colocadas em balão volumétrico (1L), sendo estes devidamente pré-lavados com água destilada e ambientalizados com água do local. Os parâmetros temperatura e oxigênio dissolvido foram medidos *in loco*, utilizando-se termômetro de mercúrio e oxímetro.

Após a coleta, mantiveram-se as amostras sob refrigeração, a uma temperatura de aproximadamente 15°C, para conservar suas propriedades físico-químicas durante os testes. Para as leituras de turbidez, condutividade, nitrato e fosfato utilizaram-se equipamentos como: turbidímetro, condutivímetro e espectrofotômetro na região do ultravioleta e visível. Para as análises de dureza fora utilizado o método de volumetria de complexação com solução de ácido etilenodiaminotetracético (EDTA), enquanto que para as de sólidos totais, o método gravimétrico padrão.

Para a realização das análises microbiológicas, aplicaram-se os métodos da Farmacopéia Brasileira. Os materiais para coleta e amostragem foram devidamente esterilizados. Usaram-se diferentes meios de cultura, específicos para cada microrganismo pesquisado, sendo eles: ágar Eosina Azul de Metileno Modificado Levine (EMB), usado para identificação de *Escherichia Coli*; ágar EndoLes Membrana, meio para técnica da membrana filtrante para enumeração de microrganismos coliformes em água; ágar Base Pseudomonas (Ágar Cetrimida), meio utilizado para isolamento seletivo de *Pseudomonas* spp; e ágar

Soja Triptona (TSA), meio para o cultivo de uma grande variedade de microrganismos, incluindo bactérias mesófilas.

3 RESULTADOS E DISCUSSÕES

Os resultados das análises para os parâmetros avaliados, bem como os últimos dados oficiais da análise de água subterrânea para a zona rural do município de Barretos e os valores máximos permitidos dos parâmetros analisados segundo a legislação brasileira são apresentados na tabela 1.

O potencial Hidrogeniônico (pH) é um parâmetro indicativo do grau de acidez ou alcalinidade do meio. O pH da água depende da dissolução do ácido carbônico (H_2CO_3) proveniente da reação do dióxido de carbono (CO_2) do ar com a água, da reação de hidrólise de cátions e ânions presentes nas rochas que estão em contato com a água, da decomposição da matéria orgânica e da ação de substâncias utilizadas pelo homem próximo ao manancial. Por sua vez a vida aquática depende do pH e alterações bruscas deste podem acarretar no desaparecimento dos seres vivos presentes na água. A Portaria 518 do Ministério da Saúde (BRASIL, 2005), que estabelece as diretrizes para a qualidade da água para consumo humano indica uma faixa de pH recomendável de 6 a 9,5. O valores resultantes das análises de pH, apresentados na tabela 1, foram bem próximos ao limite inferior permitido para os padrões de potabilidade, indicando a necessidade de um acompanhamento contínuo deste parâmetro para se justificar o uso desta água para fins de consumo humano.

O gás oxigênio (O_2) pode ser dissolvido na água por meio do contato desta com a atmosfera ou pela fotossíntese de alguns seres presentes nela. A presença do gás pode ser considerada um indicador positivo de sua qualidade, já que as perdas de oxigênio na água podem estar relacionadas com o seu consumo pela decomposição de matéria orgânica e/ou oxidação de íons metálicos. Quanto ao Oxigênio Dissolvido,

observou-se variação de 4,80 mg/L (agosto) a 8,70 mg/L (setembro). Apesar da legislação não estabelecer índices para este parâmetro, pode-se observar que estes valores são aceitáveis uma vez que a solubilidade máxima do oxigênio na água é de 8,6 mg/L à 25°C (FIORUCCI, BENEDETTI FILHO, 2005).

A Condutividade Elétrica indica a capacidade que a água possui de conduzir corrente elétrica devido à presença de íons dissolvidos. Quanto maior for a quantidade de íons dissolvidos na água maior a sua condutividade. Assim, a medida deste parâmetro pode ser relacionada com os sólidos totais dissolvidos. Pode-se observar que os valores de condutividade elétrica foram desde 0,996 (novembro) a 1,132 mS/cm (junho) e estão em concordância com os valores de sólidos totais. A legislação não apresenta valores permitidos para a condutividade elétrica mas por sua vez estabelece um limite de 1000 mg/L para os sólidos o que permite afirmar que para este parâmetro a água analisada é potável.

O parâmetro turbidez está relacionado com a intensidade da luz espalhada pela água e pode ser indicativo da presença de sólidos dissolvidos ou em suspensão, em especial de material em estado coloidal, sejam eles orgânicos ou inorgânicos, bem como de micro-organismos. Quanto maior a intensidade da luz dispersa maior a turbidez, o que afeta aparência visual da água e também a qualidade sanitária, pois alguns vírus e bactérias podem se alojar nas partículas em suspensão. O valor máximo permitido para turbidez é de cinco unidades nefelométricas de turbidez (5 NTU) e as amostras analisadas (tabela 1) apresentaram valores abaixo deste limite: 0,23 (julho) a 3,67 (novembro).

A temperatura da água subterrânea é um fator importante de análise, pois influencia e é influenciada por diversos fatores ambientais, tais como luz solar incidente no poço, profundidade, reações químicas, atividades de micro-organismos ou desintegrações radioativas. A temperatura média para o período de análise foi de 27,88 °C. A legislação não estipula valores permitidos deste parâmetro.

Tabela 1 - Resultados das análises de maio a novembro de 2013, dados oficiais e valores máximos permitidos pela legislação dos parâmetros analisados

Parâmetro	Mai	Junho	Julho	Agosto	Setembro	Outubro	Novembro	Valor médio para o período de análise	Valor médio ano 2012***	Valores Permitidos (VP) *
pH	5,99	6,02	5,89	6,17	6,17	5,84	5,88	5,99	6,5	6,0 - 9,5
Oxigênio Dissolvido (mg/L)	8,0	7,50	6,60	4,80	8,70	7,20	7,60	7,2	-	-
Condutividade elétrica (mS/cm)	1,253	1,132	1,078	1,177	1,147	1,083	0,996	1,124	1,086	-
Turbidez (NTU)	0,71	0,27	0,23	1,15	1,45	0,80	3,67	1,18	-	5,0
Temperatura (°C)	26	24,5	23	24	23	25	25	27,88	24,5	-
Sólidos Totais (mg/L)	120,0	95,00	80,30	68,67	**	**	10,60	74,91	99	1000
Dureza (mg/L)	24,07	14,91	22,22	12,71	12,28	10,01	5,40	14,51	33	500
Nitrato NO_3 (mg/L)	**	0,38	0,34	0,64	0,38	0,41	1,33	0,58	3,52	10
Fósforo PO_4^{3-} (mg/L)	**	0,068	0,067	0,084	0,083	0,060	0,135	0,083	-	-

* Valores permitidos pela Portaria 518 do Ministério da Saúde (BRASIL, 2005).

** Análises não realizadas.

*** Valores para águas subterrâneas da zona rural de Barretos (CETESB, 2013).

A dureza da água é definida como a concentração total de íons alcalinos terrosos, em especial os íons cálcio (Ca^{2+}) e magnésio (Mg^{2+}). É expressa em miligramas de carbonato de cálcio (CaCO_3) por litro de água. Em teores elevados pode causar sabor desagradável, efeitos fisiológicos diversos, além de reduzir a formação da espuma do sabão e provocar incrustações em tubulações. O parâmetro para Dureza de acordo com a Portaria 518 (BRASIL, 2005) é de um valor máximo de 500 mg/L. Os resultados das análises foram de um mínimo de 5,40 mg/L (novembro) a 24,07 mg/L (junho).

A presença de compostos nitrogenados na água pode ser resultado da lixiviação do solo e das rochas, de processos biológicos ou da contaminação pelo homem, principalmente na adubação agrícola. As águas potáveis devem apresentar como limite de concentração 10,0 mg/L de nitrato. As amostras de água analisadas apresentaram concentrações com valores bem inferiores em relação ao limite, com um valor máximo de 1,33 mg/L de NO_3^- para o mês de novembro.

O fósforo é um nutriente essencial para os organismos vivos e sua presença em águas naturais depende das características das rochas da região ou da utilização de fertilizantes fosfatados. As análises médias de fósforo resultaram nas concentrações de 0,083 mg/L de fósforo expressos na forma de fosfato (PO_4^{3-}).

Destaca-se que os parâmetros analisados conforme a tabela 1 apresentaram relativa concordância com os dados oficiais do ano de 2012 da Companhia Ambiental do Estado de São Paulo (CETESB, 2013) e com a Portaria 518 do Ministério da Saúde (BRASIL, 2005). Ressalta-se também que as análises ambientais estão sujeitas às variações das condições climáticas e que outras análises serão necessárias para melhores conclusões. Este efeito pôde ser observado nos resultados das análises do mês de maio que apresentaram maiores valores em relação aos outros meses, uma vez que estas foram realizadas após período de chuvas na região.

As análises microbiológicas e seus resultados mensais permitiram verificar o crescimento dos microrganismos alvo da pesquisa. Pôde-se observar a presença de Coliformes Totais, de *Escherichia coli*, de *Pseudomonas*, bem como de bactérias mesófilas. Estes resultados também permitiram verificar que a água analisada se encontra fora dos padrões estabelecidos pela legislação brasileira para fins de potabilidade de água, uma vez que esta prevê a ausências dos microrganismos supracitados (BRASIL, 2011). A tabela 2

apresenta todos os resultados obtidos para a água bruta da área agrícola do Instituto federal de educação, Ciência e Tecnologia, *Campus* Barretos (IFSP/Barretos).

4 CONCLUSÃO

A utilização de águas subterrâneas é uma alternativa de abastecimento. Para tal se faz necessário a verificação da qualidade destas águas. A legislação federal prescreve os parâmetros a serem analisados bem como seus valores permitidos. Foram realizadas análises de alguns parâmetros físico-químicos preconizados nesta legislação federal. Os resultados destas análises permitiram verificar que a água do poço do IFSP/Barretos apresenta qualidade para o consumo humano em relação aos parâmetros analíticos avaliados, entretanto, os resultados das análises microbiológicas indicaram a presença dos microrganismos: Coliformes Totais, *Escherichia coli*, *Pseudomonas* e bactérias mesófilas. Desta forma, a água analisada demonstrou ser imprópria para o consumo humano, uma vez que a presença destes microrganismos está em desacordo com a legislação vigente. A utilização desta água pode se tornar possível mediante a reestruturação do poço.

REFERÊNCIAS

- ALBERTS, B.; JOHNSON, A.; LEWIS, J.; RAFF, M.; ROBERTS, K.; WALTER, P. **Biologia Molecular da Célula**. 5. ed. Porto Alegre: Artmed, 2010. 1396p.
- AMERICAN PUBLIC HEALTH ASSOCIATION (APHA). 1998. **Standard methods for the examination of water and wastewater (Standard Methods)**. 20th ed. Washington: APHA, 1998.
- ATKINS, P.; JONES, L. **Princípios de química: questionando a vida moderna e o meio ambiente**. 5. ed. Porto Alegre: Bookman, 2012. 1026p.
- BEGON, M.; COLIN, R. T.; HARPER, J. L. **Ecologia: de indivíduos a ecossistemas**. 4. ed. Porto Alegre: Artmed, 2007. 752p.
- BRASIL. Fundação Nacional de Saúde. **Manual prático de análise de água**. 3ª ed. rev. - Brasília: Fundação Nacional de Saúde - FUNASA, 2009. 144p. Disponível em: <http://www.funasa.gov.br/site/wp-content/files_mf/eng_analAgua.pdf>. Acesso em: 6 Jun. 2015.

Tabela 2 - Resultados das análises microbiológicas da água bruta da área agrícola do IFSP/Barretos

Mês/Ano	Data da análise	Coliformes Totais	<i>Escherichia Coli</i>	<i>Pseudomonas sp.</i>	Bactérias Mesófilas (Max de 500 UFC/ml)	Data da leitura da placa
Maio/14	15/05/2014	Presente	Presente	Presente	> 500 UFC/mL	20/05/2014
Jun./14	17/06/2014	Presente	Presente	Presente	> 500 UFC/mL	22/06/2014
Jul./14	10/07/2014	Presente	Presente	Presente	> 500 UFC/mL	15/07/2014
Ago./14	15/08/2014	Presente	Presente	Presente	> 500 UFC/mL	20/08/2014
Set./14	18/09/2014	Presente	Presente	Presente	> 900 UFC/mL	23/09/2014
Out./14	17/10/2014	Presente	Presente	Presente	> 500 UFC/mL	22/10/2014
Nov./14	17/11/2014	Presente	Presente	Presente	> 500 UFC/mL	22/11/2014

BRASIL. Portaria nº 2914 de 12 de dezembro de 2011 do Ministério da Saúde. **Dispõe sobre os procedimentos de controle e de vigilância da qualidade da água para consumo humano e seu padrão de potabilidade.**

BRASIL. Ministério da Saúde. Secretaria de Vigilância em Saúde. Coordenação-Geral de Vigilância em Saúde Ambiental. **Portaria MS n.º 518/2004**/Ministério da Saúde, Secretaria de Vigilância em Saúde, Coordenação Geral de Vigilância em Saúde Ambiental – Brasília: Editora do Ministério da Saúde, 2005.

CELERE, M. S. et al. Metais presentes no chorume coletado no aterro sanitário de Ribeirão Preto, São Paulo, Brasil, e sua relevância para saúde pública. **Caderno de Saúde Pública**, Rio de Janeiro, v. 23, n. 4, p. 939-947, 2007. Disponível em: < http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0102-311X2007000400021&lng=en&nrm=iso >. Acesso em: 6 Jun. 2015.

COMPANHIA AMBIENTAL DO ESTADO DE SÃO PAULO (CETESB). **Guia nacional de coleta e preservação de amostras:** água, sedimento, comunidades aquáticas e efluentes líquidos/ Companhia Ambiental do Estado de São Paulo; Organizadores: Carlos Jesus Brandão [et al.]. São Paulo: CETESB; Brasília: ANA, 2011, 326 p. Disponível em: < <http://www.cetesb.sp.gov.br/userfiles/file/laboratorios/publicacoes/guia-nacional-coleta-2012.pdf> >. Acesso em: 4 Jun. 2015.

COMPANHIA AMBIENTAL DO ESTADO DE SÃO PAULO (CETESB). **Qualidade das águas subterrâneas do estado de São Paulo 2010-2012** [recurso eletrônico]/CETESB; Equipe técnica Rosângela Pacini Modesto...[et al.]. - São Paulo: CETESB, 2013. Disponível em: < http://cetesb.sp.gov.br/wp-content/uploads/sites/42/2013/11/aguas_sub_2012.pdf >. Acesso em: 4 Jun. 2015.

FARMACOPÉIA BRASILEIRA. 5. ed. Brasília: **ANVISA**, p. 239, 240, 2010. 2 v.

FERREIRA, M. I. P.; SILVA, J. A. F.; PINHEIRO, M. R. C. Recursos hídricos: água no mundo, no Brasil e no Estado do Rio de Janeiro. In: **Boletim do Observatório Ambiental Alberto Ribeiro Lamengo**. Campos dos Goytacazes, RJ: v.2, n.2, p. 29-35, 2008. Disponível em: < <http://www.essentiaeditora.iff.edu.br/index.php/boletim/article/viewFile/2177-4560.2008.0008/222> >. Acesso em: 6 Jun. 2015.

FOSTER, S. **Determinação do risco de contaminação das águas subterrâneas:** um método baseado em dados existentes. São Paulo: Instituto Geológico, 1993.

HIRATA, R. et al. A água como recurso. In: Wilson Teixeira (Org.) **Decifrando a Terra**. 2ªed. São Paulo: Companhia Editora Nacional, 2009. 623 p.

HIRATA, R.; ZOBY, J. L.; OLIVEIRA, F. R. **Água subterrânea:** Reserva estratégica ou emergencial. In: Bicudo, C. E. M.; TUNDISI, J. G.; SCHEEUENSTUHL, M. C. B. **Águas do Brasil Análises estratégicas**. São Paulo: Instituto de Botânica, 2010.

IRITANI, M. A.; EZAKI, S. **As águas subterrâneas do Estado de São Paulo**. – São Paulo: Secretaria de Estado do Meio Ambiente – SMA, 2008. 104p.

MORAIS, S. M. T. **Efeito de poluentes químicos cumulativos e mutagênicos durante o desenvolvimento ontogenético de Poecilia vivipara** (Cyprinodontiformes, Poeciliidae). *Acta Scientiarum*. 2001. Disponível em: < <http://www.scielo.br/pdf/rsp/v36n3/10502.pdf> >. Acesso em: 07 Jun. 2015.

MADIGAN, M. T.; MARTINKO, J. M.; DUNLAP, P. V.; CLARK, D. P. **Microbiologia de Brock**. 12. ed. Porto Alegre: Artmed, 2010.

PELCZAR JR. M. J.; CHAN, E. C. S.; KRIEG, N. R. **Microbiologia**. 2. ed., v. 1 e 2. São Paulo: Pearson Education do Brasil, 1997.

TOWNSEND, C. R.; BEGON, M.; HARPER, J. L. **Fundamentos em Ecologia**. 3º ed. Porto Alegre: Artmed, 2010. 576 p.

TUNDISI, J. G.; TUNDISI, T. M. **Limnologia**. São Paulo: Oficina de Textos, 2008. 631p.

WANG, Q. L. et al. **Effects of cadmium on root growth, cell division and micronuclei formation in root tip cells of Allium cepa var. agrogarum L.** *Phyton* (Buenos Aires), VicenteLópez, v. 83, n. 2, dic. 2014. Disponível em:<http://www.scielo.org.ar/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1851-56572014000200009&lng=es&nrm=iso>. Acesso em: 5 Jun. 2015.