

## QUALIDADE DA ÁGUA EM PROPRIEDADES RURAIS SITUADAS NA BACIA HIDROGRÁFICA DO CÓRREGO RICO, JABOTICABAL – SP

(*WATER QUALITY OF THE RURAL PROPERTIES SITUATED IN CORREGO RICO  
WATERSHED, JABOTICABAL - SP*)

F. M. SATAKE<sup>1</sup>, A. W. A. ASSUNÇÃO<sup>2</sup>, L. G. LOPES<sup>3</sup>, L. A. AMARAL<sup>1\*</sup>

### RESUMO

A água é um importante veículo de transmissão de doenças, dessa forma, populações, como da zona rural, que não possuem acesso ao saneamento público estão mais susceptíveis ao consumo de água contaminada. Sendo assim, o objetivo desse trabalho foi caracterizar a qualidade de água consumida em propriedades rurais situadas na região de Jaboticabal-SP durante os períodos de chuva e seca. Foram visitadas 29 propriedades rurais e colhidas amostras da água de consumo humano e animal e água usada na irrigação, nas amostras foram analisadas presença de *Escherichia coli*, populações de microrganismos mesófilos heterotróficos, turbidez e concentração de nitrato. De acordo com a legislação brasileira, verificou-se que os pontos de maior comprometimento devido à contaminação da água foram a fonte de abastecimento e consumo humano, aproximadamente metade das propriedades apresentaram água imprópria para o consumo humano principalmente devido à presença de *Escherichia coli*. Não foi verificada diferença nos níveis de contaminação entre os períodos de chuva e estiagem.

**PALAVRAS-CHAVE:** *Escherichia coli*. Propriedades rurais. Qualidade de água. Saúde pública.

### SUMMARY

Water is an important vehicle of diseases, thus populations such as rural, with no access to public sanitation are more susceptible to consumption of contaminated water. Since the objective was to characterize the quality of water consumed on farms located in the region of Jaboticabal-SP during the rainy and dry periods. We visited 29 farms and collected human and animal drinking water and water used in irrigation, from the samples were analyzed *Escherichia coli*, heterotrophic mesophilic microorganism, nitrate and turbidity. Under Brazilian legislation, it was found that the points of greater impairment due to water contamination were the source of water supply and drinking water, about half the properties had water unfit for human consumption, mainly due to the presence of *Escherichia coli*. There was no difference in contamination levels between the rainy and dry seasons.

**KEY-WORDS:** *Escherichia coli*. Rural properties. Public health. Water quality.

---

<sup>1</sup>Departamento de Medicina Veterinária Preventiva., Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias – FCAV/ UNESP, Jaboticabal. \* Autor para correspondência: [lamaral@fcav.unesp.br](mailto:lamaral@fcav.unesp.br)

<sup>2</sup>Departamento de Hidrobiologia, Centro de Ciências Biológicas e da Saúde da Universidade Federal de São Carlos – UFSCar.

<sup>3</sup> Serviço Autônomo de Água e Esgoto de Jaboticabal.

## INTRODUÇÃO

A água é o mais importante recurso natural do mundo, sua utilização para o consumo humano a torna um fator de risco relevante para toda a sociedade devido à veiculação de patógenos e substâncias nocivas (GERMANO & GERMANO, 2001).

Doenças transmitidas pela água e infecções relacionadas com a falta de saneamento são importantes contribuintes para causa de surtos de doenças e morte no mundo todo (PRÜSS & HAVELLAR, 2001; SOBSEY, 2006) representando causa de elevada taxa de mortalidade em indivíduos com baixa resistência, especialmente idosos e crianças menores de cinco anos (OPS, 2000). Essas doenças, além da consequência na saúde da população, apresentam custos econômicos em decorrência do tratamento dos pacientes e da perda de força de trabalho (ELIMELEC, 2006; KARANIS, 2006).

Nos Estados Unidos durante o período de 1991 a 1998 foram reportados 230 epidemias transmitidas pela água, afetando aproximadamente 443 mil pessoas (CRAUN et al., 2002). Ainda nos EUA, um trabalho identificou a ocorrência de 31 surtos de doenças veiculadas pela água, em 19 estados, atingindo 1.020 pessoas, causando sete mortes (BLACKBURN et al., 2004).

No Reino Unido, foi verificado que 100% dos poços e 63% das nascentes estavam fora dos padrões microbiológicos de potabilidade humana (FEWTRELL & GODFREE, 1998). Em propriedades na região nordeste do Estado de São Paulo, verificou-se que 90% das amostras de água utilizadas na produção de leite estavam fora dos padrões microbiológicos de potabilidade (AMARAL et al., 1995).

Em regiões tropicais a contaminação das águas aumenta nos períodos de chuva, existindo diversas evidências que a alta taxa de precipitação e seu escoamento representam eventos significativos que contribuem para o aumento do risco de epidemias de doenças transmitidas pela água (CURRIERO et al., 2001; NAUMOVA, 2006).

Em vista que a população rural está mais sujeita ao consumo de água contaminada devido a falta de acesso ao abastecimento público, o objetivo desse trabalho foi caracterizar a qualidade das águas de diversos usos consumida nas propriedades rurais situadas na microbacia do Córrego Rico em Jaboticabal / SP.

## MATERIAL E MÉTODOS

A área de desenvolvimento deste projeto está vinculada ao Comitê de Bacias do Rio Mogi Guaçu, constituindo-se em parte da bacia hidrográfica do Córrego Rico (das nascentes do Tijuco e do Rico em Monte Alto até a confluência destes em Jaboticabal - SP). Foram visitadas 29 propriedades rurais sorteadas ao acaso e feita amostragem de água nos períodos de chuva e estiagem.

Os pontos de amostragem foram a fonte de abastecimento (poço ou mina), consumo humano, consumo animal e água utilizada para a irrigação quando presentes. Foram analisadas um total de 146 amostras, sendo que em cada período foram analisadas 29 amostras da fonte de abastecimento, 29 do ponto de consumo humano, 5 de irrigação de hortaliças que podem ser consumidas cruas e 10 de água utilizada para dessedentação animal. Foram realizadas as análises microbiológicas de determinação de número mais provável (NMP) de *Escherichia coli* em 100 mL de amostra (método do substrato cromogênio/fluorogênico hidrolisável) e contagens de microrganismos mesófilos heterotróficos (método da contagem padrão em placas) com resultados expressados em unidades formadoras de colônias (UFC) (APHA, 1992). Além das análises microbiológicas foram realizadas as análises de determinação de turbidez (APHA, 1992) utilizando Turbidimeter Hach Model 2100 A com resultados expressados em Unidade Nefelométrica de Turbidez (UNT) e análise de determinação da concentração de nitrato pelo método da redução do cádmio utilizando Spectrophotometer DR 2010 com resultados expressados em miligrama por litro (HACH, 1991).

Como padrão de qualidade da água foi adotado a Portaria N°518 Ministério da Saúde de 25/03/2004 para água de consumo humano (BRASIL, 2004) e a resolução n° 357 de 17/03/2005 do Conselho Nacional do Meio Ambiente – CONAMA para irrigação de hortaliças que podem ser consumidas cruas e dessedentação animal (BRASIL, 2005). Os padrões para os diferentes usos da água estão expressos na tabela 1.

A verificação de diferença significativa entre os períodos de chuva e estiagem foi realizada por meio da análise ANOVA, quando atendidos os pressupostos de normalidade e homocedasticidade. Quando as premissas não foram atendidas utilizou-se o teste não-paramétrico de Kruskal-Wallis.

## RESULTADOS

Aproximadamente 50% das amostras estavam fora dos padrões de potabilidade devido à presença de *Escherichia coli* nos períodos de chuva e seca. Os organismos mesófilos heterotróficos apresentaram populações acima dos padrões de potabilidade em menores porcentagens (Tabela 2).

A presença de *E. coli* no ponto de consumo humano ocorreu principalmente devido à captação de água em fonte de abastecimento já contaminada, dez propriedades no período de chuva e nove no período de seca apresentaram tanto a fonte de abastecimento quanto o ponto de consumo contaminados. Contudo, foi observado que nem sempre a contaminação ocorre na fonte de abastecimento, podendo ocorrer durante o trajeto da água até o ponto de consumo humano conforme verificado em quatro propriedades no período de chuva e duas durante a estiagem (Tabela 3).

**Tabela 1** - Padrões de qualidade para os diferentes usos da água.

	Uso da água		
	Consumo Humano	Irrigação de hortaliças	Dessedentação de animais
Fonte na legislação	Portaria 518 Ministério da Saúde	Resolução CONAMA 357	Resolução CONAMA 357
Classe de enquadramento	-	1	3
<b>Valor máximo permitido</b>			
<i>Escherichia coli</i> (NMP.100 mL <sup>-1</sup> )	Ausência	200	1.000
Microrganismos mesófilos (UFC)	500	-	-
Turbidez (UNT)	5	40	100
Nitrato - N-NO <sub>3</sub> (mg.L <sup>-1</sup> )	10	10	10

**Tabela 2** – Número e porcentagem de propriedades rurais com amostras de água fora dos padrões microbiológicos de potabilidade estabelecidos pela portaria 518/04 do Ministério da Saúde (BRASIL, 2004).

	<i>Escherichia coli</i> *		Mesófilos**	
	Chuva	Seca	Chuva	Seca
<b>Fonte de Abastecimento</b>	15 (51,7%)	14 (48,3%)	3 (10,3%)	5 (17,2%)
<b>Consumo Humano</b>	14 (48,3%)	11 (37,9%)	3 (10,3%)	4 (13,8%)

Padrão microbiológico: \*Ausência em 100 mL, \*\* Máximo de 500 UFC.mL<sup>-1</sup>

**Tabela 3** – Quantidade de propriedades rurais com água contaminada devido à presença de *Escherichia coli* em 100 mL de amostras da fonte de abastecimento, consumo humano ou em ambos pontos de amostragem.

Ponto de amostragem	Nº. de Propriedades	
	Chuva	Seca
Abastecimento	5	5
Consumo Humano	4	2
Abastecimento e Consumo Humano	10	9

O valor máximo permitido para turbidez é de cinco unidades nefelométricas de turbidez (5 UNT) (BRASIL, 2004). Somente três amostras estavam em desacordo com a legislação vigente, todas na fonte de abastecimento. A propriedade 6 apresentou 33,7 UNT no período de chuvas e 41,0 durante a estiagem, e na propriedade 28 verificou-se 11,9 UNT no período de seca.

Quanto a concentração de nitrato, todas as propriedades apresentaram os valores nas amostras de água das fontes de abastecimento e de consumo humano dentro do permitido (abaixo de 10 mg.L<sup>-1</sup>) pela legislação vigente (BRASIL, 2004).

Das 29 propriedades visitadas somente cinco praticavam irrigação de hortaliças que podem ser consumidas cruas. Uma propriedade apresentou a água com população de *E. coli* com valor superior ao permitido na legislação e em uma propriedade a turbidez da água estava com valor superior ao permitido durante a época de chuva. Todas as outras amostras estavam de acordo com a legislação vigente (BRASIL, 2005) (Tabela 4).

Somente dez propriedades criavam animais e quanto à qualidade da água utilizada para dessedentação desses, verificou-se que todas as amostras apresentaram valores dentro dos padrões estabelecidos pela legislação vigente, exceto a propriedade 15 que apresentou 1100 NMP.100mL<sup>-1</sup> de *E. coli* durante a estiagem (Tabela 5).

Para avaliação da ocorrência de diferença significativa entre os períodos de chuva e estiagem foram aplicados os testes estatísticos ANOVA para a concentração de nitrato na água nas amostras de consumo humano, para as demais variáveis foi utilizado o teste de Kruskal-Wallis, devido à necessidade de um teste não-paramétrico. Verificou-se diferença entre os dois períodos somente em relação à turbidez das amostras de consumo humano que foi significativamente maior durante a época de chuva (p = 0,03). Para as demais variáveis não foi observada diferença estatística entre os períodos de chuva e

estiagem com relação à contaminação da água nas propriedades estudadas.

## DISCUSSÃO

O presente estudo demonstrou que, de acordo com a legislação brasileira, ocorreu maior frequência de desqualificação da água consumida principalmente nas fontes de abastecimento e água de consumo humano. Diversos trabalhos indicam a vulnerabilidade das propriedades rurais com relação à qualidade de água (QUEIROZ et al., 2002; ROCHA et al., 2006; SOTO et al., 2006), no meio rural, o risco da ocorrência de surtos de doenças veiculadas pela água é ainda mais alto, principalmente pela contaminação bacteriana dessas águas, que muitas vezes são captadas em poços antigos, inadequadamente vedados e próximos de fontes de poluição, como fossas e pastagens de animais (AMARAL et al., 2003).

A bactéria *Escherichia coli* é considerada o indicador de contaminação fecal mais específico dentre os microrganismos (BAUDISOVA, 1997; DAWSON & SARTORY, 2000). Apesar de o sistema digestório de endotérmicos ser seu habitat natural, elas possuem capacidade de sobrevivência e multiplicação em ecossistemas tropicais devido às elevadas concentrações de nutrientes, temperatura do solo, da água e do ar (WINFIELD & GROISMAN, 2003), sendo observado transporte de microrganismos entre fazendas de criação animal por meio da água de superfície ou subterrânea (YATES & OUYANG, 1992; WALKER & STEDINGER, 1999). Este estudo mostrou que a contaminação fecal da água é um problema relevante nas propriedades rurais da bacia hidrográfica do Córrego Rico, Jaboticabal-SP, em que aproximadamente metade das propriedades amostradas teve presença de *E. coli* confirmada na água da fonte de abastecimento e ponto de consumo humano.

**Tabela 4** – Resultados das análises das amostras de água das propriedades que praticavam irrigação de hortaliças que podem ser consumidas cruas.

Propriedades	<i>E. coli</i> (NMP.100mL <sup>-1</sup> )		Turbidez (UNT)		Nitrato (mg.L <sup>-1</sup> )	
	Chuva	Seca	Chuva	Seca	Chuva	Seca
3	200,0	191,0	7,62	5,9	7,9	3,1
8	107,1	31,0	<b>63,9</b>	22,3	2,3	2,1
24	0,0	0,0	0,3	0,9	3,6	1,2
27	0,0	0,0	0,9	0,4	2,8	2,2
29	<b>305,0</b>	195,6	0,9	0,5	4,4	3,3

Valores em negrito estão acima do permitido pela Resolução 357 de 2005 do CONAMA (BRASIL, 2005).

**Tabela 5** – Resultados das análises das amostras de água de dessedentação animal das propriedades que possuíam criação animal.

Propriedades	<i>E. coli</i> (NMP.100mL <sup>-1</sup> )		Turbidez (UNT)		Nitrato (mg.L <sup>-1</sup> )	
	Chuva	Seca	Chuva	Seca	Chuva	Seca
1	410,0	20,0	48,0	61,0	0,9	2,1
4	3,1	0,0	0,4	0,2	3,4	2,2
5	13,4	0,0	0,9	1,2	3,4	2,1
7	0,0	17,3	0,5	0,6	2,7	1,2
13	6,2	121,0	0,3	7,6	3,9	1,4
16	609,0	<b>1.100,0</b>	18,2	12,0	1,2	2,1
23	45,0	13,2	0,4	0,9	0,8	2,1
25	254,0	0,0	7,9	6,4	3,4	1,4
27	0,0	0,0	0,3	0,3	2,5	2,6
28	23,3	16,1	0,7	0,2	3,1	1,3

Valores em negrito estão acima do permitido pela Resolução 357 de 2005 do CONAMA (BRASIL, 2005).

Contudo, a ausência de *E. coli* não significa a não existência de outros patógenos intestinais (VASCONCELLOS et al., 2006), a presença de bactérias heterotróficas mesófilas é também indicadora da qualidade bacteriológica da água (TRYLAND & FIKSDAL, 1998) e deve-se considerar ainda que a água com elevados números de microrganismos mesófilos pode apresentar a contaminação por bactérias do grupo coliforme subestimada (LECHEVALLIER & MCFETERS, 1985). No presente estudo, uma propriedade durante a época de chuva e duas durante a época de seca apresentaram a água imprópria para o consumo devido à presença de microrganismos heterotróficos mesófilos com populações acima da permitida, mesmo indicando ausência de *E. coli*.

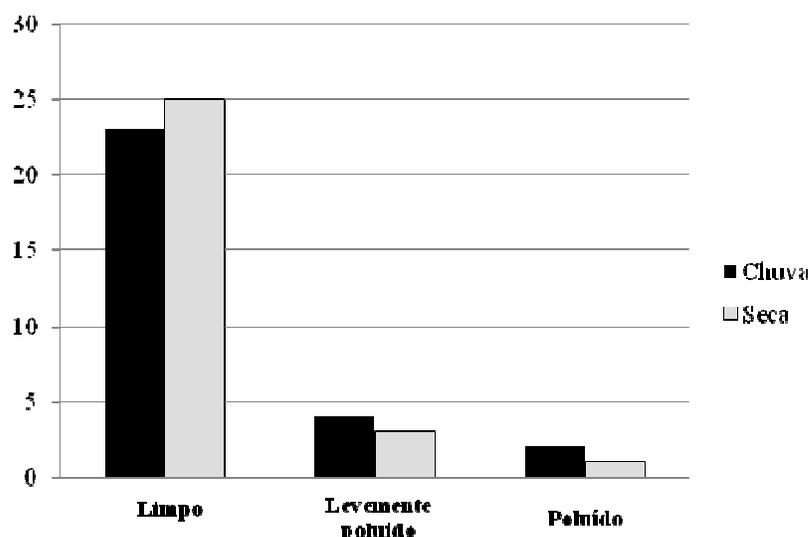
Outro parâmetro que é relacionado com a ocorrência de doenças de veiculação hídrica e é sugerido como indicador de qualidade é a turbidez da água (PAYMENT & HUNTER, 2001), sendo verificada associação entre valores de turbidez e admissão hospitalar por doenças gastrointestinais, entre a população de idosos na Filadélfia, Estados Unidos, no período 1992-1993 (SCHWARTZ et al., 2000). O presente estudo demonstrou que a turbidez foi fator de desqualificação de três amostras da fonte de abastecimento e uma amostra de água utilizada para irrigação. Isso demonstra que a análise de diversas variáveis é importante para avaliar a qualidade da água consumida, pois apesar da contaminação por *E. coli* em aproximadamente metade das amostras relacionadas com o consumo humano, a boa condição da turbidez, verificada na maioria das amostras, pode transmitir a sensação de limpidez da água, fazendo com que os moradores da área de estudo negligenciassem o tratamento adequado para água por acreditar que ela está em boas condições de consumo.

Além da contaminação microbiológica a água pode ser poluída com produtos químicos. Entre os constituintes inorgânicos nocivos à saúde que podem ser encontrados na água, o nitrato é aquele que apresenta ocorrência mais generalizada e problemática, devido a sua alta mobilidade e estabilidade nos sistemas aeróbios de águas subterrâneas (FOSTER & HIRATA, 1993). Atividades agrárias são as maiores fontes de contaminação difusa de nitrato em água subterrânea devido ao grande uso de fertilizantes nas culturas e à tendência de intensificação da criação animal (SPALDING & EXNER, 1993).

Apesar das amostras estudadas não apresentarem concentração de nitrato acima do estipulado pela legislação, níveis superiores a 3,0 mg.L<sup>-1</sup> são indicativos de contaminação por atividade antropogênica (BOUCHARD & WILLIAM, 1992), sendo que os níveis de concentração de nitrato podem ser classificados da seguinte forma: limpos (0-3 mg.L<sup>-1</sup>), levemente poluídos (3-6 mg.L<sup>-1</sup>), poluídos (6-10 mg.L<sup>-1</sup>) e seriamente poluídos (>10 mg.L<sup>-1</sup>) (LIU et al., 2005).

Nesse estudo foi observado que sete amostras (4 durante período de chuva e 3 durante estiagem) apresentaram concentrações de nitrato entre 3 e 6 mg.L<sup>-1</sup>, e três amostras (2 durante período de chuva e 1 durante estiagem) foram classificadas como poluídas, devido à concentrações de nitrato entre 6 e 10 mg.L<sup>-1</sup> (Figura 1).

O consumo de nitrato por meio das águas de abastecimento está associado a dois efeitos adversos à saúde: a indução à metahemoglobinemia, especialmente em crianças, e a formação potencial de nitrosaminas e nitrosamidas carcinogênicas (BOUCHARD & WILLIAM, 1992). Somando-se a esses fatos vale ressaltar o estudo realizado nos Estados Unidos, em que foi verificada associação com aborto espontâneo em mulheres que consumiam água de poços contaminada por nitrato (GRANT et al., 1996).



**Figura 1** – Classificação das amostras de água utilizada para consumo humano de acordo com a concentração de nitrato segundo Liu et al. (2005).

Esse estudo demonstrou que de acordo com os diferentes usos da água e seus respectivos padrões de qualidade, a água das fontes de abastecimento e pontos de consumo humano apresentaram elevado número de amostras em desacordo com a legislação vigente. Enquanto isso, dentre as amostras de água utilizada para irrigação de hortaliças e dessedentação de animais somente uma minoria foi desqualificada. Isso se deve à diferença entre os padrões de qualidade adotados de acordo com os diferentes usos da água, contudo a irrigação de hortaliças e dessedentação animal representam importantes vias de transmissão de doenças, por isso a avaliação da qualidade da água para esses fins não deve ser menosprezada.

Em um estudo em Istambul – Turquia foi observado que a água de escoamento superficial foi a principal causa de excesso de nutrientes dos reservatórios de água (BAYKAL et al., 2000), outros estudos verificaram que as áreas de pastagens de gado bovino, nas proximidades de um manancial, podem atuar como fontes de organismos indicadores de poluição fecal, após escoamento da água de chuvas (FISHER et al., 2000; SERVAIS et al., 2007). Porém, como não foi verificada influência dos períodos de chuva e seca nos níveis de contaminação da água consumida nas propriedades, um fator que poderia explicar a contaminação da água nos dois períodos seria a má qualidade das fontes de abastecimento ou uma fonte de poluição pontual e constante, por exemplo, o influxo de água residual do esgoto doméstico para um manancial causa o aumento de vários indicadores de poluição fecal que afetam tanto a água superficial quanto a subterrânea (FERNANDEZ-MOLINA, 2004).

## CONCLUSÃO

De acordo com a legislação vigente, os pontos com maior número de amostras de água contaminadas foram a fonte de abastecimento e consumo humano, que estavam imprópria para o consumo principalmente devido à presença de *Escherichia coli*. A qualidade da água não foi influenciada pelos períodos de chuva e seca, provavelmente devido à conservação inadequada das fontes de abastecimento ou a uma fonte constante de contaminação, como fossas com condições ou localização inadequadas. Em vista de que o consumo de água contaminada pode acarretar diversas doenças de importância significativa para saúde pública gerando assim problemas para a população, faz-se necessário o desenvolvimento de estratégias de prevenção, que informem população a respeito de medidas como preservação das fontes de abastecimento, destinação adequada e/ou tratamento de resíduos, tratamento da água comprometida e monitoramento de sua qualidade.

## AGRADECIMENTOS

- Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo – FAPESP.
- Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior – CAPES/CNPq.
- Coordenadoria de Assistência Técnica Integral – CATI / Jaboticabal-SP.
- Serviço Autônomo de Água e Esgoto de Jaboticabal – SAAEJ.

## REFERÊNCIAS

- AMARAL, L. A.; NADER FILHO, A.; ROSSI JÚNIOR, O. D.; FERREIRA, F. L. A. & BARROS, L. S. S. Água de consumo humano como fator de risco à saúde em propriedades rurais. **Revista de Saúde Pública**, v.37, p.510-514, 2003.
- AMARAL, L. A.; NADER FILHO, A.; ROSSI JÚNIOR, O. D.; PENHA, L. H. C. Características microbiológicas da água utilizada no processo obtenção do leite. **Pesquisa Veterinária Brasileira**, v.15, n.2/3, p.85-88, 1995.
- AMERICAN PUBLIC HEALTH ASSOCIATION, **Standard methods for the examination of water and wastewater**, ed. 18<sup>th</sup> New York, 1992.
- BAUDISOVA D. Evaluation of *E.coli* as the main indicator of fecal pollution. **Water Science and Technology**, v.35, n.11/12, p.333-356, 1997.
- BAYKAL, B. B.; TANIK, A.; GONENC, I. E. Water quality in drinking water reservoirs of a Megacity, Istanbul. **Environmental Management**, v.26, n.6, p.607-614, 2000.
- BLACKBURN, B. G.; CRAUN, G. F.; YODER, J. S.; HILL, V.; RCALDERON, R. L.; CHEN, N.; LEE, S. H.; LEVY, D. A.; BEACH, M. J. Surveillance for Waterborne-Disease Outbreaks Associated with Drinking Water - United States, 2001-2002. **Morbidity and Mortality Weekly Report**, v.53, n.8, p.23-45, 2004.
- BOUCHARD, D. C.; WILLIAM S. M. K.. Nitrate contamination of groundwater; sources and potential health effects. **Journal of the American Water Works Association**, v. 84, n.9, p.85-90, 1992.
- BRASIL. MINISTÉRIO DA SAÚDE. Portaria nº 518 de de 25/03/2004..Normas e padrões potabilidade da água para consumo humano. **Publicada no Diário Oficial da União**, 2004.
- BRASIL. MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE. Resolução nº 357 de 17/03/2005. Dispõe sobre a classificação dos corpos de água e diretrizes ambientais para o seu enquadramento, bem como estabelece as condições e padrões de lançamento de efluentes, e dá outras providências. **Publicada no Diário Oficial da União**, 2005.
- CRAUN, G. F.; CALDERON, R. L.; NWACHUKU, N. Causes of waterborne outbreaks reported in the United States, 1991-98. In: **Drinking Water and Infectious Disease: Establishing the Link**, ed. Hunter, P.R., Waite, M. and Ronchi, E. p.105-117. Boca Raton: CRC Press, 2002.
- CURRIERO, F. C.; PATZ, J. A.; ROSE, J. B.; LELE, S. The Association between extreme precipitation and waterborne disease outbreaks. **American Journal of Public Health**, v.91, n.8, p.1194-1199, 2001.
- DAWSON, D. J.; SARTORY, D. P. Microbiological safety of water. **British Medical Bulletin**, v.56, n.1, p.74-83, 2000.
- ELIMELEC, M. The global challenge for adequate and safe water. **Journal of Water Supply: Research and Technology-AQUA**, v.55, n.1, p.3-10, 2006.
- FERNANDEZ-MOLINA, M. C.; ALVAREZ, A.; ESPIGARES, M. Presence of hepatitis A virus in water and its relationship with indicators of fecal contamination. **Water, Air, and Soil Pollution**, v.159, n.1, p.197-208, 2004.
- FEWTRELL, L.; KAY, D.; GODFREE, A. The microbiological quality of private water supplies. **Journal Ciwen**, v.12, p.98-100, 1998.
- FISHER, D. S.; STEINER J. L.; ENDALE D. M.; STUEDEMANN J. A.; SCHOMBERG H. H.; FRANZLUEBBERS A. J.; WILKINSON S. R. The relationship of land use practices to surface water quality in the Upper Oconee Watershed of Georgia. **Forest Ecology and Management**, v.128, n.1/2, p.39-48, 2000.
- FOSTER, S. & HIRATA, R. C. A. **Determinación del riesgo de contaminación de aguas subterráneas. Una metodología basada em datos existentes**. Lima: CEPIS, OPS/OMS. 2ªed. 1993.
- GERMANO P. M. L.; GERMANO M. I. S. A água: um problema de segurança nacional. **Revista Higiene Alimentar**, v.15, n.90/91, p.15-18, 2001.
- GRANT, W.; STEELE, G.; ISIORHO, S. A. Spontaneous abortions possibly related to ingestion of nitrate-contaminated well water, Indiana 1991-1994. **Morbidity and Mortality Weekly Report**, v.45, n.26, p.569-572, 1996.
- HACH COMPANY. **DR 2000 Spectrophotometer Handbook**. Procedures Section II, p.301-302, 1991.
- KARANIS, P. A review of an emerging waterborne medical important parasitic protozoan. **Japanese Journal of Protozoology**, v.39, n.1, p.5-19, 2006.
- LECHEVALLIER, M. W.; MCFETERS, G. A. Interations between heterotrophic plate count bacteria and coliforms organisms. **Applied and Environmental Microbiology**, v.49, n.5, p.1338-1341, 1985.
- LIU, G. D, WU, W. L., ZHANG, J. Regional differentiation of non-point source of pollution of agriculture derived nitrate nitrogen in groundwater in northern China. **Agriculture, Ecosystems and Environment**, v.107, p.211-220, 2005.

NAUMOVA, E. N. Mystery of seasonality: Getting the rhythm of nature. **Journal of Public Health Policy**, v.27, p.2-12, 2006.

OPS - ORGANIZACIÓN PANAMERICANA DE LA SALUD. **La salud y el ambiente en el desarrollo sostenible**. Washington, D.C., p.283, 2000.

PAYMENT, P.; HUNTER, P. R., editors. Endemic and epidemic infectious intestinal disease and its relationship to drinking water. In: **Water Quality: Guidelines, Standards and Health**, ed. Fewtrell, L. and Bartram, J. London: IWA Publishing, p.43-59, 2001.

PRÜSS, A.; HAVELAAR, A. The global burden of disease study and applications in water, sanitation and hygiene. In: **Water Quality: Guidelines, Standards and Health** ed. Fewtrell, L. and Bartram, J. London: IWA Publishing; p.43–59, 2001.

QUEIROZ, M. F., CARDOSO, M. C. S.; SANTANA, E. M.; GOMES, A. B.; RIQUE, S. M. N.; LOPES, C. M. A qualidade da água de consumo humano e as doenças diarreicas agudas no Município do Cabo de Santo Agostinho, PE. **Revista Brasileira de Epidemiologia** Suplemento Especial: 456, 2002.

ROCHA, C. M. B. M.; RODRIGUES, L. S.; COSTA, C. C.; OLIVEIRA, P. R.; SILVA, I. J.; JESUS, E. F. M.; ROLIM, R. Avaliação da qualidade de água e percepção higiênico-sanitária na área rural de Lavras, Minas Gerais, Brasil, 1999-2000. **Cadernos de Saúde Pública**, v.22, n.9, p.1967-1978, 2006.

SCHWARTZ, J.; LEVIN, R.; GOLDSTEIN, R. Drinking water turbidity and gastrointestinal illness in the elderly of Philadelphia. **Journal of Epidemiology & Community Health**, v.54, n.1, p.45-51, 2000.

SERVAIS, P.; GARCIA-ARMISEN, T.; GEORGE, I.; BILLEN, G. Fecal bacteria in the rivers of the Seine drainage network (France): Sources, fate and modelling. **Science of the Total Environment**, v.375, n.1/3, p.152–167, 2007.

SOBSEY, M. D. Drinking water and health research: a look to the future in the United States and globally. **Journal of Water and Health**, v.4, suppl.1, p.17-21, 2006.

SOTO, F. R. M.; FONSECA, Y. S. K.; RISSETO, M. R., AZEVEDO, S. S.; ARINI, M. L. B.; MOURA, C. R. V.; MARCHETTE, D. S. Monitoramento da qualidade de água de poços rasos de escolas públicas da zona rural do município de Ibiúna/SP: parâmetros microbiológicos, físico-químicos e fatores de risco ambiental. **Revista Instituto Adolfo Lutz**, v.65, n.2, p.106-111, 2006.

SPALDING, R. F.; EXNER, M. E. Occurrence of nitrate in groundwater— a review. **Journal of Environmental Quality**, v.22, n.3, p.392–402, 1993.

TRYLAND, I.; FIKSDAL, L. Rapid enzymatic detection of heterotrophic activity of environmental bacteria. **Water Science and Technology**, v.38, n.12, p.95-101, 1998.

VASCONCELLOS, F. C. S.; IGANCI, J. R. V.; RIBEIRO, G. A. Qualidade microbiológica da água do Rio São Lourenço, São Lourenço do Sul, Rio Grande do Sul. **Arquivos do Instituto Biológico**, v.73, n.2, p.177-181, 2006.

WALKER, F. R.; STEDINGER, J. R. Fate and transport model of *Cryptosporidium*. **Journal of Environmental Engineering-ASCE**, v.125, p.325-333, 1999.

WINFIELD, M. D.; GROISMAN, E. A. Role of Nonhost Environments in the Lifestyles of *Salmonella* and *Escherichia coli*. **Applied and Environmental Microbiology**, v.69, n.7, p.3687–3694, 2003.

YATES, M. V.; OUYANG, Y. Virtus, a model of virus transport in unsaturated soils. **Applied and Environmental Microbiology**, v.58, n.5, p.1609-1616, 1992.