
QUALIDADE DA ÁGUA SUBTERRÂNEA E PERCEPÇÃO DOS CONSUMIDORES EM PROPRIEDADES RURAIS

NUNES, Ana Paula¹
LOPES, Laudicéia Giacometti²
PINTO, Fernanda de Rezende³
AMARAL, Luiz Augusto do⁴

Recebido em: 2010.05.08 Aprovado em: 2010.08.13

ISSUE DOI: 10.3738/1982.2278-356

RESUMO: O objetivo do estudo foi avaliar a água subterrânea das fontes de abastecimento utilizadas para consumo humano localizadas em propriedades rurais sob os aspectos microbiológicos e físico-químicos e a percepção dos consumidores quanto sua qualidade. Para isso, foram coletadas amostras de água de 35 poços utilizados como fonte de abastecimento em 35 propriedades rurais da região de Jaboticabal - SP. Paralelamente foi aplicado um questionário para levantamento de aspectos qualitativos e realizadas análises físico-químicas (nitrato, turbidez e pH) e microbiológicas (coliformes totais, *Escherichia coli*, enterococos e microrganismos heterotróficos mesófilos). Os resultados mostraram que 45,7% das amostras estavam fora dos padrões de potabilidade quanto a turbidez, 51,4% quanto ao pH e 42,8% quanto aos parâmetros microbiológicos. A totalidade dos consumidores considerava a água dos poços de boa qualidade, baseado nas características organolépticas, e nenhum realizava algum processo de desinfecção, apesar de amostras estarem impróprias para consumo humano. Conclui-se que a água dos poços das propriedades estudadas representa risco à saúde dos consumidores e ações de educação sanitária nessas populações são necessárias para garantir melhorias na qualidade da água consumida.

Palavras-chave: Água potável. Água subterrânea. Microbiologia. Zona rural.

GROUNDWATER QUALITY AND CONSUMERS' AWARENESS ON FARMS

SUMMARY: The aim of this study was evaluate supply groundwater sources, consumed by humans, on farms from the microbiological, physical and chemical aspects, coupled to the consumers' perception with regard to their quality. Water samples from 35 wells used as supply sources on 35 farms in the region of Jaboticabal SP Brazil were analysed. A questionnaire was also undertaken to assess the quality aspects; physical, chemical (nitrate, turbidity, pH) and microbiological (total coliform; *Escherichia coli*; enterococcus and mesophylic heterotrophic microorganisms) analyses were carried out. Results show that 45,7% of samples were not according to drinkability standards with regard to turbidity; 51.4% with regard to pH; 42.8% with regard to microbiological parameters. Basing their opinion on organoleptic features, all consumers stated that well water was good; none notes any disinfection process even though samples were not fit for human consumption. It may be concluded that well water of farms under analysis fail in health tests. Population should be instructed in sanitary educational measures to warrant improvement in the water quality.

Keywords: Potable water. Groundwater. Microbiology. Rural areas.

INTRODUÇÃO

A água é o recurso natural mais importante, porém, quando se encontra contaminada, constitui fator de risco relevante para toda a sociedade (GERMANO; GERMANO, 2001) e

¹ Mestre em Aquicultura (CAUNESP - Jaboticabal)

² Química responsável pelo tratamento de água do Serviço autônomo de água e esgoto de Jaboticabal (SAAEJ)

³ Doutorando em Med. Veterinária Preventiva (FCAV - UNESP - Jaboticabal)

⁴ Médico Veterinário (FCAV - UNESP - Jaboticabal). Doutorado em Saúde Pública (USP)
Docente do departamento de Medicina Veterinária Preventiva da FCAV - UNESP - Jaboticabal

torna-se causa de um número alarmante de doenças (MORAES; JORDÃO, 2002). No meio rural, o risco da ocorrência de surtos de doenças veiculadas pela água é alto, já que a população possui menor acesso às medidas de saneamento e principalmente pela possibilidade de contaminação bacteriana dessas águas, que são captadas em poços muitas vezes velhos, inadequadamente vedados e próximos de fontes de contaminação, como fossas e áreas de pastagens de animais (AMARAL et al., 2003).

Chai et al. (1996) em estudos realizados na Coreia, verificaram que a infecção em humanos por *Cryptosporidium parvum* apresentou alta prevalência nas zonas rurais onde a água estava poluída por fezes bovinas. Rocha et al. (2006), estudando a água de consumo em propriedades rurais, situadas na sub-bacia Água Limpa do município de Lavras-MG, constataram que todas as amostras de água apresentaram número de coliformes fecais acima do padrão de potabilidade da norma vigente.

Outro problema que vem afetando a qualidade da água consiste na presença de substâncias nocivas ao ser humano e aos animais, como a presença de nitratos, pois a adubação das culturas com fertilizantes químicos e orgânicos pode levar a contaminação da água de abastecimento por esses compostos químicos. Segundo Bouchard; Willians; Surampalli (1992) 75,0% do nitrato encontrado na água provêm de práticas agrícolas.

As águas que exibem concentrações de nitrato superiores a 10 mg L^{-1} , na forma N-NO_3 , são impróprias ao consumo humano (BRASIL, 2004), pois o nitrato, ingerido por recém-nascidos, pode ser reduzido a nitrito, que por sua vez oxida o ferro da hemoglobina, formando a metaemoglobina, que é incapaz de transportar oxigênio às células. Existe ainda a possibilidade de o nitrito ligar-se a amins e formar nitrosaminas, que são potencialmente cancerígenas (FIGUEIREDO, 1990).

Bouchard; Willians; Surampalli (1992) consideram que concentrações de N-NO_3 na água, superiores a $3,0 \text{ mg L}^{-1}$, são indicadoras de contaminação por atividades antropogênicas, o que, com certeza, já serve de alerta para o monitoramento dessas águas.

Este estudo objetivou estudar a qualidade da água físico-química e microbiológica da água das fontes de abastecimentos de propriedades rurais situadas no município de Jaboticabal, SP, e verificar a percepção que os proprietários possuem a respeito da água que utilizam.

MÉTODOS

Caracterização da área de estudo

A área de estudo está inserida na Microbacia do Córrego Rico, Jaboticabal, SP.

Foram estudados 35 poços em 35 propriedades rurais. As coletas de amostras de água foram realizadas entre os meses de março a junho de 2004, e durante as visitas foi aplicado um questionário aos moradores para obter informações sobre a opinião e utilização da água consumida.

As amostras de água foram coletadas em frascos esterilizados e transportadas ao Laboratório de Biomassa da Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinária – UNESP, onde foram processadas para as determinações microbiológicas. As quantificações físico-químicas foram realizadas no Laboratório do Serviço Autônomo de Água e Esgoto de Jaboticabal.

Processamento das amostras de água

As amostras de água foram submetidas às determinações dos números mais prováveis (NMP) de coliformes totais, *Escherichia coli* e enterococos, e às contagens de microrganismos heterotróficos mesófilos. As quantificações de coliformes totais e de *Escherichia coli* foram determinadas pelo método do substrato cromogênico-fluorogênico hidrolisável (Colilert - Idexx Laboratories) (AMERICAN PUBLIC HEALTH ASSOCIATION, 1998). As detecções de enterococos foram realizadas segundo o método dos tubos múltiplos (AMERICAN PUBLIC HEALTH ASSOCIATION, 1998). As contagens de microrganismos mesófilos foram efetuadas segundo o método de plaqueamento em profundidade (AMERICAN PUBLIC HEALTH ASSOCIATION, 1998).

A determinação da concentração de nitrato foi realizada pelo método da redução do cádmio e a turbidez das amostras de água foi determinada por turbidimetria ambas utilizando o aparelho espectrofotômetro da marca HACH (HACH, 1996). As medidas de pH foram realizadas por medição direta em pHmetro Orion 310.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Na área estudada, prevaleceram pequenas propriedades, principalmente entre um e 10 alqueires (34,3%) e de 10,5 a 40 alqueires (37,1%). O número de animais por propriedade era de 0 a 200, sendo que 80% apresentavam até 50 animais. Já o número de pessoas residentes variou entre 0 a 20 por propriedade, e na maioria (51,4%) era de até cinco moradores. Em relação às atividades agropecuárias, prevaleceu como atividade pecuária, a bovinocultura e, como atividade agrícola, o cultivo de cana-de-açúcar (Tabela 1).

Tabela. 1. Características das propriedades rurais nas quais foram colhidas as amostras de água. Jaboticabal-SP, 2004.

Característica	Distribuição (%)
Área (alqueires*)	
1 a 10	34,3
10,5 a 40	37,1
41 a 100	22,9
101 a 300	5,7
Número de animais	
0 a 50	80,0
51 a 100	14,3
> 100	5,7
Número de pessoas residentes	
0 a 5	51,4
6 a 10	31,4
11 a 15	8,6
16 a 25	8,6
Atividades agrícolas	
Cana-de-açúcar	57,1
Fruticultura	14,3
Horticultura	5,7
Pastagem	5,7
Cana-de-açúcar/pastagem	2,7
Cana-de-açúcar/amendoim	5,7
Macadâmia	2,9
Milho	2,9

* Alqueire paulista = 2,42 hectare.

Segundo resultados do questionário, 241 pessoas residiam nas propriedades em estudo e, conseqüentemente, utilizavam diariamente as águas dos poços para atender a suas necessidades. Todavia, muitas propriedades, em questão, contratavam mão-de-obra temporária para realizar as atividades rurais, aumentando consideravelmente o número de pessoas que utilizam as águas dos poços (Tabela 1).

Em relação à opinião dos moradores quanto à qualidade da água consumida nas propriedades, as pessoas consideraram, na totalidade, a água utilizada de boa qualidade e, embora em nenhuma propriedade fosse feita a desinfecção da água, somente em seis não eram realizadas a limpeza e a desinfecção do reservatório (Tabela 2). A desinfecção da água consumida, seja por meio de filtração ou cloração, é importante para garantir a qualidade microbiológica da água quando ela se encontra contaminada desde sua captação. Já a limpeza e desinfecção dos reservatórios garantem que o armazenamento e distribuição da água não interfiram de modo negativo na água, quando ela é obtida em boas condições sanitárias desde a fonte de abastecimento.

Tabela 2. Opinião dos moradores quanto à qualidade de água, cuidados com a preservação das fontes e amostras fora dos padrões de potabilidade nos poços estudados em Jaboticabal-SP, 2004.

Características	Distribuição (%)
Consideram a qualidade da água boa	100,0
Têm conhecimento de doenças de veiculação hídrica	77,2
Realizam limpeza e desinfecção	82,8
Amostras de água fora do padrão	42,8

Além disso, os entrevistados ressaltaram que a água consumida apresentava qualidade melhor do que a de abastecimento público municipal. Respostas semelhantes quanto à qualidade da água de poços utilizada para consumo humano foram verificadas nos trabalhos de Amaral et al. (2003), Polegato (2003) e Silva et al. (2005). Isto pode estar relacionado ao fato de os consumidores atribuírem o conceito “qualidade” apenas ao aspecto visual e ao paladar da água consumida, fato também observado por Rocha et al. (2006) em estudo sobre a percepção higiênico-sanitária da água consumida na área rural de Lavras, MG.

Sobre o questionamento sobre o conhecimento de doenças de veiculação hídrica, 77,2% dos entrevistados possuíam algum conhecimento sobre o assunto (Tabela 2). Essas respostas corroboram as encontradas por Polegato (2003), em propriedades rurais do município de Marília-SP, em que a maioria dos entrevistados relacionava a água à transmissão de doenças.

Nas 35 propriedades rurais visitadas, em 100% a fonte de abastecimento era poço. A Portaria 518/04 (BRASIL, 2004) considera como solução alternativa de abastecimento de água para consumo humano toda modalidade de abastecimento coletivo de água distinta do sistema de abastecimento de água, incluindo, entre outras, poços comunitários. Segundo essa Resolução, em amostras individuais procedentes de poços, tolera-se a presença de coliformes totais, na ausência de *Escherichia coli* e/ou coliformes termotolerantes.

Segundo o número de amostras de água dos poços fora dos padrões microbiológicos de potabilidade (BRASIL, 2004), 42,8% das amostras de água estavam impróprias para consumo humano. Os resultados da Tabela 2 indicam que a opinião dos moradores a respeito da qualidade da água contrasta com a porcentagem de amostras de água que estava fora dos padrões microbiológicos de potabilidade, relacionando a falta de preocupação com a água consumida devido às características físicas e organolépticas. Esses resultados são semelhantes aos de diversos autores que verificaram altas porcentagens de água subterrânea fora dos padrões de potabilidade. Fewtrell; Kay; Godfree (1998), em trabalho realizado no Reino

Unido, verificaram que 100,0% dos poços e 63,0% das nascentes estudados estavam fora dos padrões microbiológicos de potabilidade humana.

Rocha et al. (2006) na região rural de Lavras observaram que 93,0% e 100,0% das amostras de água de uso doméstico e agropecuário nas sub-bacias de Santa Cruz e Água Limpa, respectivamente, estavam impróprias para consumo.

Tabela 3. Médias geométricas dos números mais prováveis (NMP) de coliformes totais, *Escherichia coli*, enterococos e contagens de microrganismos mesófilos nas amostras de água dos poços estudados em Jaboticabal-SP, 2004.

Microrganismos	Média Geométrica
Coliformes totais	$1,7 \times 10^3$ *
<i>Escherichia coli</i>	$2,1 \times 10^2$ *
Enterococos	$1,6 \times 10^1$ *
Microrganismos mesófilos	$1,9 \times 10^2$ **

* NMP 100 mL⁻¹, ** UFC mL⁻¹

Considerando as 35 amostras de água colhidas nos poços, 15 (42,8%) apresentavam poluição fecal decorrente da presença de *Escherichia coli*, com média igual a $2,1 \times 10^2$ NMP 100 mL⁻¹, e a ausência ocorreu em 20 amostras. *Escherichia coli* é um microrganismo considerado como o mais importante indicador de poluição fecal das águas (DAWSON; SARTORY, 2000) e, portanto, de risco à saúde quando se consome água em que ele está presente (Tabela 3).

A utilização de fontes alternativas de água pela população rural a expõe a doenças de veiculação hídrica, pois existe o desconhecimento dessas populações sobre a falta de qualidade sanitária da água consumida sem nenhum tipo de tratamento associado à idéia falsa de que a água subterrânea seja potável, além da falta de condições sanitárias satisfatórias na zona rural (QUEIROZ et al., 2002).

Os microrganismos mesófilos estavam presentes em todas as amostras de água, todavia a média foi de $1,9 \times 10^2$ UFC mL⁻¹, e três amostras excederam o valor permitido para consumo humano pela Portaria n° 518 de 500 UFC mL⁻¹ (BRASIL, 2004) (Tabela 3). Esse número esteve abaixo do estudo realizado em poços da região metropolitana do Recife, onde 45,0% das amostras de água excederam o limite de 500 UFC mL⁻¹ (SILVA; SALGUEIRO, 2001).

Em relação à presença de coliformes totais e enterococos, a média geométrica para coliformes totais foi de $1,7 \times 10^3$ NMP 100 mL⁻¹ e, para enterococos, $1,6 \times 10^1$ NMP 100 mL⁻¹. Os coliformes totais estavam ausentes em sete amostras (20,0%) e o enterococos em 23

(65,7%). Para enterococos, a média de $1,6 \times 10^1$ NMP 100 mL^{-1} refere-se a 12 amostras de água, o que representa 34,1% (Tabela 3). Enterococos estão estreitamente associadas aos dejetos humanos, muito embora possam também ser encontrados em fezes de animais ou mesmo no meio ambiente como organismos de vida livre, indicando, também poluição fecal na água (BRASIL, 2006).

Quanto aos parâmetros físico-químicos analisados, verifica-se que os valores de nitrato variaram de 0 a $6,4 \text{ mg N-NO}_3 \text{ L}^{-1}$, de pH entre 4,7 a 7,6 e da turbidez entre 0 a 21 NTU (Tabela 4).

Tabela 4. Intervalos observados para nitrato, turbidez e pH nas amostras de água dos poços estudados em Jaboticabal-SP, 2004.

Parâmetro	Distribuição (%)
Nitrato ($\text{mg N-NO}_3 \text{ L}^{-1}$)	
0 a 3	71,4
3 a 6	22,9
6 a 10	5,7
Turbidez (UNT)	
0 a 1,0	54,3
1,1 a 3,0	11,4
3,1 a 21,0	34,3
pH	
4,0 a 5,9	51,4
6,0 a 9,5	48,6

As concentrações de nitrato estavam abaixo do máximo permitido pela legislação vigente, o qual é de $10 \text{ mg N-NO}_3 \text{ L}^{-1}$ (BRASIL, 2004). O valor médio da concentração de nitrato correspondeu a $2,17 \text{ mg N-NO}_3 \text{ L}^{-1}$, sendo o valor máximo de $6,5 \text{ mg N-NO}_3 \text{ L}^{-1}$ e o valor mínimo de $0 \text{ mg N-NO}_3 \text{ L}^{-1}$. Destaca-se que 28,6% (22,9% entre 3 e $6 \text{ mg N-NO}_3 \text{ L}^{-1}$ e 5,5% entre 6 e $10 \text{ mg N-NO}_3 \text{ L}^{-1}$) das amostras de água apresentaram concentração de nitrato acima de $3 \text{ mg N-NO}_3 \text{ L}^{-1}$ o que é um indicativo de contaminação por atividades antropogênicas (BOUCHARD; WILLIANS; SURAMPALLI, 1992) (Tabela 4).

Em relação ao pH, a Portaria nº 518 recomenda valores entre 6,0 e 9,5 (BRASIL, 2004). Pelos resultados da Tabela 4, 48,6% das amostras apresentaram os valores estabelecidos pela Portaria. Ressalva-se que, apesar de os 51,4% restantes apresentarem valores inferiores ao da Portaria, a variação foi de 4,7 a 5,8, e a média obtida foi de 5,7, valor esse muito próximo do permitido.

No que se refere a turbidez, o valor máximo permitido pela Portaria nº 518 (BRASIL, 2004) para água na saída do tratamento, ou seja, na saída do poço, é de $1,0 \text{ NTU}$. Verifica-se

que 45,7% das amostras estavam fora do padrão de potabilidade (Tabela 4). Ressalta-se que, para garantir a qualidade microbiológica da água, deve ser observado o padrão de turbidez, pois a presença de patógenos, como, por exemplo, *Cryptosporidium spp*, tem sido associada a turbidez, de forma que, quanto maior a turbidez da água, maior a possibilidade de se encontrar o parasita (MEDEMA; SCHETS; TEUNIS, 1998).

Os resultados obtidos no presente trabalho levam a considerar a água utilizada nas propriedades rurais como um fator de risco à saúde dos seres humanos. A educação sanitária da população do meio rural, a adoção de medidas preventivas visando à preservação das fontes de água, o tratamento das águas já comprometidas aliados às técnicas de tratamento de dejetos, são as ferramentas para que se possa diminuir ao máximo o risco de ocorrência de enfermidades de veiculação hídrica no meio rural em nosso país.

CONCLUSÃO

A água dos poços das propriedades estudadas representa risco à saúde dos consumidores, pois elevada porcentagem estava fora dos padrões de potabilidade físico-química e microbiológica, indicando contaminação fecal das fontes de água. Além disso, o desconhecimento da população sobre a percepção da qualidade microbiológica da água indica necessidade de ações de educação sanitária nessas populações.

AGRADECIMENTOS

À Coordenadoria de Assistência Técnica - CATI – Jaboticabal, SP, pelo apoio logístico.

REFERÊNCIAS

AMARAL, L. A. et al. Água de consumo humano como fator de risco à saúde em propriedades rurais. **Revista de Saúde Pública**. São Paulo, v. 37, p. 510-514, 2003.

AMERICAN PUBLIC HEALTH ASSOCIATION. **Standard methods for the examination of water and wastewater**. Washington, 1998.

BOUCHARD, D. C.; WILLIAMS, M. K.; SURAMPALLI, R. Y. Nitrate contamination of groundwater: sources and potential health effects. **Journal of American Water Works Association**, New York, v. 84, p. 85-90, 1992.

- BRASIL. Ministério da Saúde. Portaria nº 518 de 24 de março de 2004. 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. **Diário Oficial da União**. Brasília, v. 59, p. 266-270, 26 mar. 2004, Seção 1.
- BRASIL. Ministério da Saúde. Secretaria de Vigilância em Saúde. **Boas práticas no abastecimento de água**: procedimentos para a minimização de riscos à saúde. Brasília: Ministério da Saúde; 2006.
- CHAI, J. Y. et al. An epidemiological survey of *Cryptosporidium parvum* infection in randomly selected inhabitants of Seoul and Chollanon-do. **Japanese Journal of Parasitology**. Tokyo, v. 34, p. 113-119, 1996.
- DAWSON, D. J.; SARTORY, D. P. Microbiological safety of water. **Br Med Bull**. v.56, p.74-83, 2000.
- FEWTRELL, L.; KAY, D.; GODFREE, A. The microbiological quality of private water supplies. **Water and environmental management**. London, v. 12, p. 98-100, 1998.
- FIGUEIREDO, E. M. Análise da contaminação por nitrato no aquífero livre e semi-confinado na área urbana de Natal- RN. **Águas Subterrâneas**. São Paulo, v. 13, p. 75-85, 1990.
- GERMANO, P. M. L.; GERMANO, M. I. S. A água: um problema de segurança nacional. **Revista Higiene Alimentar**. São Paulo, v. 15, p. 15 -18, 2001.
- HACH COMPANY MANUAL. **Dr/2000 Spectrophotometer instrument manual for use software version 3**. Loveland, 1996. 58 p.
- MEDEMA, G. J.; SCHETS, F. M.; TEUNIS, P. F. M. Sedimentation of free and attached *Cryptosporidium* oocysts and *Giardia* cysts in water. **Applied and Environmental Microbiology**. Washington, v. 64, p. 4460-4466, 1998.
- MORAES, D. S. L.; JORDÃO, B. Q. Degradação de recursos hídricos e seus efeitos sobre a saúde humana. **Revista de Saúde Pública**. São Paulo, v. 36, p. 370-374, 2002.
- POLEGATO, E P S. **Água em propriedades leiteiras: qualidade higiênico-sanitária e proposta educacional como instrumento para melhorar sua qualidade de vida**. 2003. 110 f. Tese (Doutorado em Medicina Veterinária Preventiva) – Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Universidade Estadual Paulista. Jaboticabal.
- QUEIROZ, M. F. et al. A qualidade da água de consumo humano e as doenças diarreicas agudas no Município do Cabo de Santo Agostinho, PE. **Brazilian Journal of Epidemiology**. São Paulo, p. 456, 2002. (Suplemento Especial).
- ROCHA, C. M. B. M. et al. Avaliação da qualidade da água e percepção higiênico-sanitária na área rural de Lavras, Minas Gerais, 1999 -2000. **Caderno de Saúde Pública**. Rio de Janeiro, v. 22, p. 1967 -1978, 2006.
- SILVA, R. C. A.; ARAÚJO, T. M. Consumo humano da água do manancial subterrâneo em duas áreas urbanas de Feira de Santana-BA/2000. Perfil dos consumidores. **Revista Brasileira de Epidemiologia**. São Paulo, p. 452, 2002. (Suplemento especial).

SILVA, A. I. M. et al. Qualidade da água de poços destinada ao consumo humano, na cidade de Fortaleza, CE. **Revista Higiene Alimentar**. São Paulo, v. 19, p. 70-74, 2005.

SILVA, E. F.; SALGUEIRO, A. A. Avaliação da qualidade bacteriológica de água de poços na região metropolitana de Recife-PE. **Revista Higiene Alimentar**. São Paulo, v. 15, p. 73-78, 2001.