

XI SIMPÓSIO DE RECURSOS HÍDRICOS DO NORDESTE

AVALIAÇÃO PRELIMINAR DA QUALIDADE DE ÁGUA DE FONTE SUBTERRÂNEA UTILIZADA EM INSTITUIÇÕES LOCALIZADAS NA ZONA URBANA DO MUNICÍPIO DE LAVRAS - MG

Ivani PoseMartins¹; Roberta Hilsdorf Piccoli², Daniel Brasil Ferreira Pinto³;Shaiana Jaciara Silva⁴; Fernando Neris Rodrigues⁴⁵ & Luiz Henrique Siqueira⁶

RESUMO – Para verificar a qualidade da água alternativa utilizada em instituições localizadas no município de Lavras, Minas, foram avaliados parâmetros físicos, químicos e microbiológicos de potabilidade, estabelecidos pela Portaria 518/2004. As amostras de água foram coletadas diretamente de poços artesianos localizados em diferentes instituições, perfazendo um total de 4 pontos. Determinou-se, pH, cloro residual livre, fluoreto, cor, turbidez, presença de coliformes totais, coliformes termotolerantes e o número de organismos heterotróficos, de acordo com o preconizado pela Standart of Methods of Water and Wastewater. Considerando a água de poços artesianos como água potável e o padrão de potabilidade estabelecido, todas as amostras de água analisadas estão em desconformidade com a Portaria 518/04, para pelo menos um dos parâmetros analisados. Conclui-se que se faz necessária a adoção de medidas preventivas, visando à preservação da água alternativa utilizada nas instituições.

ABSTRACT–To check the water quality used for alternative institutions located at the Lavras city, Minas Gerais, were evaluated physical, chemical and microbiological potability established by Ordinance 518/2004. Water samples were collected directly from wells located in different institutions, for a total of 4 points. It was determined, pH, free residual chlorine, fluoride, color, turbidity, total coliforms, fecal coliforms and the number of heterotrophic organisms, according to the criteria of the Standard Methods of Water and Wastewater. Considering the water wells for drinking water and potability standards established, all water samples analyzed are inconsistent with Administrative Rule 518/04, for at least one of the parameters analyzed. It is necessary that the adoption of preventive measures aimed at the preservation of the water used in alternative institutions.

Palavras-Chave – água de abastecimento público; análise de água; potabilidade.

INTRODUÇÃO

A forma pouco racional do consumo de água e a precariedade dos sistemas de saneamento básico tem tornado cada vez mais problemático o uso das águas superficiais. Assim, a água subterrânea tem se mostrado uma importante fonte de recursos hídricos pra o abastecimento

¹ Profª. Titular no UNIFOR-MG, Campus Universitário Av. Dr. Arnaldo Sena, nº 328, B. Água Vermelha, Formiga-MG, CEP: 35.570-000, Fone: (37) 3329 1400, e-mail: ivanipose@gmail.com Profª. Titular no UNIFOR-MG, Campus Universitário Av. Dr. Arnaldo Sena, nº 328, B. Água Vermelha, Formiga-MG, CEP: 35.570-000, Fone: (37) 3329 1400, e-mail: ivanipose@gmail.com

² Profª. Associada na UFLA. Campus Universitário da UFLA, Cx. Postal 3037, Lavras-MG, CEP: 37200-000, Fone: (35) 3829-1656, e-mail: rhpiccoli@dca.ufla.br

³ Prof. Titular no UNIFOR-MG, Campus Universitário, e-mail: danielbrasil@unifor-mg.edu.br

⁴ Graduanda em Engenharia Ambiental e Sanitária no UNIFOR-MG, Campus Universitário, e-mail: shaianapta@gmail.com

⁵ Graduando em Engenharia Ambiental e Sanitária no UNIFOR-MG, Campus Universitário, e-mail: fernandoneris99@hotmail.com

público. A razão disso é sua boa qualidade pelo poder filtrante do solo, que tem a capacidade de depurar e imobilizar grande parte das impurezas nele depositadas (Oliveira e Loureiro, 1998; Cetesb, 2001). Além disso, avanços no desenvolvimento tecnológico possibilitaram a captação de águas a grandes profundidades (Albuquerque e Oliveira, 1999).

Apesar da ausência de dados completos sobre as dimensões de sua utilização estima-se que 51% da água potável do Brasil provêm dos aquíferos subterrâneos (CPRN, 1996; Gomes, 2000).

Tradicionalmente, esse tipo de fonte de abastecimento é considerado seguro para o consumo *in natura* (Yates *et al.*, 1985). Sworobucket *et al.* (1987) citam que dependendo da capacidade filtrante do solo as águas subterrâneas podem se apresentar livres de contaminação, sendo, portanto, seguras como fonte de água para o consumo.

No entanto, a capacidade de depuração do solo é limitada, podendo ocorrer alteração da sua qualidade devido ao efeito cumulativo de poluentes atmosféricos, e a disposição de resíduos sólidos industriais, urbanos, materiais tóxicos e radioativos (Cetesb, 2001). Sworobucket *et al.* (1987) afirmam que aquíferos de pouca profundidade são influenciados pela água que percola da superfície e, portanto sujeitos à contaminação.

O uso de água subterrânea contaminada, não tratada ou inadequadamente desinfetada foi responsável por 44% dos surtos de doenças de veiculação hídrica nos Estados Unidos, entre 1981 e 1988 (Craun, 1991), no Reino Unido (Fewtrell *et al.*, 1998), nas Filipinas (Jackson *et al.*, 1998), na Inglaterra (Bridgman *et al.*, 1995), no Canadá (Jackson *et al.*, 1998) e no Brasil (Carvalho, 1983; Guillemin *et al.*, 1991).

Esse dado é revelador das distâncias sanitárias entre os mundos e em grande parte explica a preocupação das autoridades sanitárias dos países com as doenças de transmissão hídrica. Um dos maiores problemas das fontes particulares é a ausência de monitoramento da qualidade da água consumida (Misra, 1975).

Em estudo realizado no Reino Unido, verificou-se que muitas fontes particulares tinham suas águas analisadas anualmente ou com menor frequência, apesar de serem fontes expostas a grandes riscos de contaminação. Também foi verificado que o risco de se contrair doenças de veiculação hídrica pelo consumo de água de fontes particulares era 22 vezes maior que pelo consumo da água do sistema público de abastecimento (Shepherd e Wyn-Jones, 1997).

Baseado no exposto, o objetivo da presente pesquisa foi verificar o papel da água alternativa utilizada em algumas instituições que prestam serviços para a população de Lavras, Minas Gerais, como fator de risco à saúde dos consumidores.

MATERIAL E MÉTODOS

⁶ Graduando em Engenharia Ambiental e Sanitária no UNIFOR-MG, Campus Universitário, e-mail: uiz_henrique_siqueira@hotmail.com

Amostragem

Em instituições localizadas em Lavras abastecidas por poços artesianos procedeu-se a coleta de amostras de água alternativa diretamente do poço ou na caixa d'água mais próxima ao consumo quando este era completamente vedado.

Coleta

Para as análises microbiológicas, as amostras de água foram coletadas em sacos de polietileno estéreis, preenchidos com aproximadamente 100 mL de água. Para as análises físico-químicas, foram coletados aproximadamente 500 mL de água em frascos plásticos as quais foram devidamente identificadas, sendo, em seguida, acondicionadas em caixa isotérmica e conduzidas ao laboratório distrital da COPASA localizado em Lavras, Minas Gerais onde foram processadas no mesmo dia.

Análises

A avaliação da qualidade da água alternativa utilizada em instituições localizadas no município de Lavras, Minas Gerais, foi determinada por análise laboratorial de rotina utilizada pela COPASA de acordo com APHA (1998) e respeitando os parâmetros de rotina estabelecidos pela Portaria 518/2004 (Brasil, 2004).

Análises físicas e químicas

As amostras de água foram submetidas às determinações do valor do pH (método eletrométrico – n. 4500H+B), fluoreto (método eletrométrico – n. 4500F-C), cloro residual livre, dosado no ato da coleta (método colorométrico – n. 4500-CIG.DPD) turbidez (método nefelométrico – n. 2130B) e cor (método de comparação visual – n. 2120B) como preconizado pela APHA (1998).

Análises microbiológicas

Foram realizadas análises para a detecção de coliformes totais e fecais e enumeração de bactérias heterotróficas.

A ausência ou presença de coliformes total e termotolerantes, foi realizada pelo método de substrato enzimático (n. 9223B) e o número de unidades formadoras de colônias (UFC/mL) de bactérias heterotróficas por plaqueamento em profundidade (n. 9610B).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados das análises para verificação preliminar da qualidade microbiológica da água das instituições abastecidas por poços profundos no período de estiagem (abril a setembro), em relação aos parâmetros físicos, químicos e microbiológicos de potabilidade, estão demonstrados na Tabela 1, evidenciando as análises de rotina nos sistemas de distribuição de água, preconizado pelo Ministério da Saúde (Brasil, 2004). Aborda também a presença e ausência de coliformes totais e termotolerantes, bem como os números de unidades formadoras de colônias (UFC) de organismos heterotróficos por mililitro (mL) de água.

Tabela 1 - Valores obtidos nas análises físico-químicas e microbiológicas de amostras de água coletadas junto aos poços artesanais das diferentes instituições

Ponto	CRL*	Cor	Fluoreto	pH	Turbidez	CT*	E. coli*	Het.*
1	0	<5,0	0,00	6,1	0,14	P	P	4
2	0,2	<5,0	0,16	6,5	0,13	A	A	136
3	0	<5,0	0,20	6,4	1,20	P	P	92
4	0	<5,0	0,13	6,6	0,31	P	A	5
Média	0,05	<0,5	0,1225	6,4	0,445	-	-	59,25
Desvio Padrão	0,100	-	0,087	0,216	0,510	-	-	65,724

* CRL – cloro residual livre; CT – coliformes totais; E. coli – coliformes termotolerantes; Het – organismos heterotróficos.

De acordo com o Artigo 2º, Capítulo I da Norma de Qualidade estabelecida pela Portaria 518/04, o qual dispõe que “toda a água destinada ao consumo humano deve obedecer ao padrão de potabilidade e está sujeita à vigilância da qualidade da água”, assim como, o inciso III, Artigo 4º, Capítulo II, que “define 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, fonte, poço comunitário, distribuição por veículo transportador, instalações condominiais horizontal e vertical”, o abastecimento de água por meio de poços profundos domiciliares, se enquadra como uma “solução alternativa de abastecimento”, devendo, pois, seguir as normas de controle e vigilância da qualidade da água, ditadas pela Portaria 518/04.

Na Tabela 1, observa-se que os parâmetros em desacordo com a legislação vigente foram, o pH e a presença de organismos coliformes.

Uma característica geral do pH médio nos pontos estudados foi a ligeira acidez. Os resultados encontrados na Tabela 1 mostram que 50% das amostras apresentaram pH inferior a 6,5 estando, portanto, em desacordo com o recomendado pela Portaria, que estabelece o intervalo de 6,5 a 8,5 como o recomendado. A média encontrada de 6,4, oscilou entre 6,1 a 6,6. O menor valor de pH foi observado no Ponto 1 (6,1) e o máximo de 6,6, no ponto 4.

No total, 3 das amostras (75%) apresentaram contaminação por organismos coliformes. A confirmação da presença de coliformes termotolerantes somente ocorreu em duas das amostras positivas para coliformes totais. Quanto aos padrões microbiológicos de potabilidade estabelecidos no Capítulo IV, a Portaria 518/04 não faz distinção entre os padrões para o sistema de abastecimento de água e para a solução alternativa de abastecimento, devendo, em ambos os casos, atender à Norma. Os resultados encontrados estão em desacordo com o padrão da Portaria do Ministério da Saúde 518/2004 (Brasil, 2004), que é ausência em 100 mL de água. A presença de coliformes na maioria das amostras indica que os poços precisam de limpeza seguida de desinfecção.

Na Tabela 2 encontra-se um resumo dos padrões bacteriológicos de potabilidade vigentes no Brasil (Portaria 518, 2004).

Tabela 2 - Padrão microbiológico de potabilidade para consumo humano

Parâmetro	VMP ⁽¹⁾
Água para consumo humano ⁽²⁾	
<i>Escherichia coli</i> ou coliformes termotolerantes ⁽³⁾	Ausência em 100mL
Água na saída do tratamento	
Coliformes totais	Ausência em 100mL
Água tratada no sistema de distribuição (reservatórios e rede)	
<i>Escherichia coli</i> ou coliformes termotolerantes	Ausência em 100mL
Coliformes totais	Sistemas que analisam 40 ou mais amostras por mês: Ausência em 100mL em 95% das amostras examinadas no mês. Sistemas que analisam menos de 40 amostras por mês: Apenas uma amostra poderá apresentar mensalmente resultado positivo em 100mL Ausência em 100mL em 95% das amostras examinadas no mês.

¹ Valor máximo permitido;

² Água para consumo humano em toda e qualquer situação, incluindo fontes individuais como poços, minas, nascentes entre outras.

³ A detecção de *Escherichia coli* deve ser preferencialmente adotada.

Percebe-se nos padrões estabelecidos uma tradução nítida do entendimento necessário ao emprego dos organismos indicadores. Neste contexto, a interpretação básica do emprego de organismos indicadores é que sua presença atesta poluição de origem fecal e, portanto, o risco de contaminação, ou seja, da presença de patógenos.

Para tanto, alguns requisitos, ou atributos dos organismos indicadores devem ser observados (Cabelli, 1978): serem de origem exclusivamente fecal; apresentarem maior resistência que os patogênicos aos efeitos adversos do meio ambiente; apresentarem-se em maior número que os patogênicos e não se reproduzirem no meio ambiente.

De fato, não há um único organismo que satisfaça simultaneamente todas estas condições. Assim, na ausência de um indicador ideal, deve-se trabalhar com o melhor indicador, que seria aquele que apresentasse melhor a correlação com os riscos de saúde associados com a contaminação de um determinado ambiente. Reafirmando o já exposto, os coliformes totais (CT) carecem de maior significado sanitário na avaliação da qualidade de águas naturais. O indicador mais preciso de contaminação fecal é a *E. coli*. Mesmo em mananciais bem protegidos não se pode desconsiderar a importância sanitária da detecção de *E. coli* (Lima *et al.*, 2000), pois, no mínimo, indicaria a contaminação de origem animal silvestre, os quais podem ser vetores de agentes patogênicos ao ser humano. Não obstante, pelo fato de que a presença de coliformes termotolerantes, na maioria das vezes, guarda melhor relação com a presença de *E. coli*, aliado a simplicidade das técnicas laboratoriais de detecção, seu emprego ainda é aceitável (OMS, 1995).

Rametekeet *al.* (1992), na Índia, encontraram que a quase totalidade dos coliformes termotolerantes isolados de águas superficiais eram *E. coli*, mas apenas aproximadamente a metade em águas subterrâneas. O grau de contaminação das águas é usualmente aferido com base na densidade de organismos indicadores, no pressuposto de que há uma relação semi-quantitativa entre estas e a presença de patógenos.

Barcelos *et al.* (1998) cita que o efeito da mistura de água de diferentes fontes, tais como uma combinação de poços, fontes superficiais ou ambos, pode influenciar muito a qualidade da água na rede. Este fato é importante, uma vez que em muitas instituições água proveniente de poços artesianos e água distribuída pela Companhia de Saneamento local é armazenada na mesma caixa d'água. Isto certamente poderia ocasionar uma série variações químicas e biológicas, podendo ocasionar grandes prejuízos em termos de saúde pública.

Os resultados obtidos concordam com estudos realizados para verificação da qualidade higiênico-sanitária da água de poços rasos localizados em área urbana onde 92% das amostras contaminadas por coliformes de origem fecal e, consideradas em desacordo com os padrões de potabilidade estabelecidos pelo Ministério da Saúde-Brasil (Amaral *et al.*, 1995). E também estão de acordo com os resultados obtidos por Souza Melo (2000) que verificou a presença de coliformes

totais em 50% das amostras de água dos poços analisados, no campus da Universidade Federal do Rio Grande do Norte, em Natal.

No que diz respeito aos “deveres e as responsabilidades”, o Capítulo III traz na Seção IV, os deveres e as obrigações do responsável pela operação de sistema e/ou solução alternativa, que em seu Artigo 10º, nos termos do inciso XII do Artigo 7º, Seção III, traz como dever e obrigação do poder municipal “definir o responsável pelo controle de qualidade da água de solução alternativa”, encarrega o responsável pela operação da solução alternativa de abastecimento, entre outros, dos seguintes deveres e obrigações: inciso I: requerer, junto à autoridade de saúde pública, autorização para o fornecimento de água apresentando laudo sobre a análise da água a ser fornecida; inciso III: manter e controlar a qualidade da água produzida e distribuída, por meio de análises laboratoriais, nos termos da Portaria e a critério da autoridade de saúde pública; inciso IV: encaminhar à autoridade de saúde pública, para fins de comprovação, relatórios com informações sobre o controle da qualidade da água, segundo modelo e periodicidade estabelecidos pela referida autoridade, sendo no mínimo trimestral; inciso V: efetuar controle das características da água da fonte de abastecimento, que, no caso de manancial superficial, este controle deve ser semestral; inciso VI: manter registros atualizados sobre as características da água distribuída.

Sworobuckeet *al.* (1987) citam que dependendo da capacidade filtrante do solo as águas subterrâneas podem se apresentar livres de contaminação, sendo, portanto, seguras como fonte de água para o consumo. Por outro lado, os referidos autores afirmam que lençóis aquáticos de pouca profundidade são influenciados pela água que percola da superfície e, portanto sujeitos à contaminação.

A poluição fecal da água de poços rasos é facilitada pela pequena profundidade do lençol aquífero, fato este verificado por Crane e Moore (1984), que afirmam ser a contaminação bacteriana da água subterrânea localizada e restrita a poços que utilizam lençóis aquíferos próximos à superfície.

Lamkaet *al.* (1980) ressaltaram a importância do controle dos suprimentos de água subterrânea privados, na prevenção de possíveis agravos à saúde dos consumidores. Muitas vezes a presença de microrganismos patogênicos na água é decorrente da poluição por fezes humanas e de animais, provenientes de águas residuárias urbanas e rurais. A esse respeito, Craun e McCabe (1973) relatam que nos Estados Unidos, no período de 1946 a 1970, 71% dos surtos de doenças transmitidas pela água resultaram da contaminação de sistemas individuais de abastecimento, sendo que 57% desses surtos foram devido ao uso de água subterrânea não tratada.

O Artigo 18º, Capítulo V, o qual define os “planos de amostragem”, no qual dois pontos de amostragem são definidos: o ponto na saída do tratamento e o ponto de consumo. Aplicando-se o Artigo ao poço, tem-se que: o ponto na saída do tratamento não se aplica, pois é apenas para água

canalizada. Entretanto, deve ser feita “uma análise mensal, na referida fonte, de cor, turbidez, pH e coliformes totais”, ou outra amostragem determinada pela autoridade de saúde pública.

Considerando que a Portaria 518/2004 (Brasil, 2004) define a água de poço artesiano como solução alternativa de abastecimento de água para consumo humano e estabelece limites de potabilidade, das amostras analisadas 100% apresentaram algum tipo de contaminação sendo consideradas impróprias para o consumo humano.

CONCLUSÕES

Este trabalho mostrou que, a despeito dos problemas relativos ao número reduzido de amostras para avaliação de alguns parâmetros, os resultados obtidos fornecem um quadro da qualidade da água consumida nessas instituições. Considerando a amostragem realizada, houve elevado número de instituições com fontes de abastecimento de água alternativa fora dos padrões de potabilidade previstos na Portaria 518/2004 do Ministério da Saúde (Brasil, 2004).

Os resultados mostraram que em 75% das amostras analisadas, organismos do grupo coliformes estavam presentes e, que em 50% das amostras, os valores de pH foram inferiores a 6,5, o que pode demonstrar que os materiais das tubulações podem estar sendo afetados pela acidez das águas.

De posse destes resultados preliminares pode-se concluir que a maioria dos poços artesianos estudados (75%), apresenta características físico-químicas e bacteriológicas inaceitáveis. A contaminação por organismos coliformes sugere-se que seja mantido o controle do suprimento de água oriundo desses poços para atender a legislação vigente. Estes valores, acima do que se preconiza na Portaria 518/2004 (Brasil, 2004) colocam a população consumidora exposta a riscos à saúde.

Os achados demonstraram a necessidade de tratamento da água de consumo, assim como uma orientação técnica sobre a construção e manutenção dos poços, tendo com isto o objetivo de minimizar o alto índice de contaminação. Cabe à sociedade e ao poder público a consciência de associar às políticas de quantidade a política de qualidade de água, abrangendo tanto o fornecimento de água como, também, o controle e a vigilância para assegurar a qualidade da água. Para as instituições que fazem uso desta fonte de água alternativa, estas devem ser notificadas dos problemas de potabilidade de suas águas para consumo e algum tipo de tratamento ou substituição da fonte de suprimento deve ser providenciado.

BIBLIOGRAFIA

ALBUQUERQUE, H.JTR; OLIVEIRA, JEC. A importância das águas subterrâneas. *Rev. Abastece*. 1999; Ano I N° 4.

AMARAL, LA; NADER FILHO, A; ROSSI JR, OD; PENHA, LHC. (1995). *Características microbiológicas da água utilizada no processo de obtenção do leite*. Pesquisa Veterinária Brasileira, v. 15, n.2/3, p.85-88, abr./set.

AMERICAN PUBLIC HEALTH ASSOCIATION (APHA).(1998). *Microbiological examination of water*. In: AMERICAN PUBLIC HEALTH ASSOCIATION (eds). Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater.19ed. Washington: American Public Health Association, 1998.

BRASIL. Leis, decretos,etc. Portaria nº 518/GM do Ministério da Saúde de 25 de março de 2004. Aprova a norma de qualidade da água para consumo humano, que dispõe sobre procedimentos e responsabilidades inerentes ao controle e à vigilância da qualidade da água para consumo humano, estabelece o padrão de potabilidade da água para consumo humano, e dá outras providências. Diário Oficial, Brasília, 26 de março de 2004.

BRIDGMAN SA, ROBERTSON RMP, SYED Q, SPEED N, ANDREWS N. (1995). Outbreak of cryptosporidiosis associated with a disinfected groundwater supply. *Epidemiol Infect*;115:555-66.

CARVALHO, A.C.F.B. (1983). *Efeito dos doradores simplificados sobre a qualidade bacteriológica da água de poços rasos (cisternas) na comunidade de Bom Jardim, Ibité, M.G.*, Belo Horizonte. [Tese de Mestrado - Escola de Veterinária da UFMG].

CETESB. (2001). Relatório de estabelecimento de valores orientados para solos e águas subterrâneas no estado de São Paulo, São Paulo, SP, p.13.

CRANE, S.R.L.;MOORE, J.A. (1984). *Bacterial pollution of groundwater: a review*. Water, Air Soil Pollut, 22:67-83.

CRAUN, G.F.; McCABE, L. (1973).*Review of the causes of waterborne diseases outbreaks*. J. Am. Water Work. Assoc., 1:74-84.

FEWTRELL L, KAY D, GODFREE A. (1998). *The microbiological qualite of private water supplies*.J Ciwen. p. 98-100.

FORMAGGIA, D.M.E.; PERRONE, M.A.; MARINHO, M.J.F.; SOUZA, R.M.G.L. (1996).*Portaria 36 GM de 19/01/90 – Necessidade de revisão*. Engenharia Sanitária e Ambiental. Ano I. Vol.2.p.5-10.

MELO, J. L. S. ; DANTAS, J. M. ; CÉSAR, G. M. (2000). Avaliação preliminar da qualidade das águas dos poços artesianos do Campus Universitário da UFRN-Natal/RN. In: XXVII Congresso Interamericano de Ingenieria Sanitaria y Ambiental, PORTO ALEGRE. Las Americas y la Accion por el Medio Ambiente en el Milenio,.

GUILLEMIN, F.; PASCALLE, H.; UWECHUE, N.; MONJOUR, L.(1991).*Faecal contamination of rural water supply in the Sahelian area*. Water Res., 25:923-7.

JACKSON SG; GOODBRAND RB; JOHNSON RP; ODORICO VG; ALVES D; RAHN K et al. (1998). *Escherichia coli* 0157:H7 diarrhoea associated with well water and infected cattle on an Ontario farm. *Epidemiol Infect*;120:17-20.

LAMKA, K.G.; LeCHEVALLIER, M.W.; SEIDLER, R.J.(1980). *Bacterial contamination of drinking water supplies in a modern rural Neighborhood*. *Appl. Environ. Microbiol*, 39:734-8.

MISRA KK. (1975). *Safe water in rural áreas*. *Int J Health Educ*;18:53-9.

SHERPHERD KM; WYN-JONES P. (1997). *Private water supplies and the local authority role: results of UK national survey*. *Water Sci Technol*;35:41-5.

SWOROBUCK, J.F.; LAW, C.B.; BISSONNETTE, G.K. (1987). *Assessment of the bacteriological quality of rural groundwater supplies in Northern West Virginia*. *Water Air Soil Pollut.*, 36:163-70.

YATES, M.V.; GERBA, C.P.; KELLEY, L.M. Virus resistance in groundwater.

AGRADECIMENTOS

Os autores agradem a FAPEMIG pela bolsa de estudos e a FUOM/UNIFOR pelos recursos disponibilizados.