

Solução alternativa coletiva de abastecimento de água (SAC): avaliação da qualidade bacteriológica e da cloração

Alternative collective resolution for public water supply: bacteriological and chlorination quality evaluation

RIALA6/1498

Inara Siqueira de Carvalho TEIXEIRA, Jacqueline Tanury Macruz PERESI*, Sonia Izaura de Lima e SILVA, Aparecida Klai RIBEIRO, Rejane Alexandre Silva GRACIANO, Rodrigo Friozi POVINELLI, Cecília Cristina Marques dos SANTOS

*Endereço para correspondência: Centro de Laboratório Regional de São José do Rio Preto (CLR X), Instituto Adolfo Lutz. Rua Alberto Sufredine Bertoni, 2.325, São José do Rio Preto, SP, CEP: 15060-020. Tel: 17- 32242602. E-mail: jtperesi@ial.sp.gov.br
Recebido: 30.01.2012- Aceito para publicação: 21.08.2012

RESUMO

As águas de soluções alternativas coletivas de abastecimento (SAC) nos municípios situados no noroeste do estado de São Paulo foram avaliadas quanto à qualidade bacteriológica e ao teor de cloro residual livre (CRL), de acordo com a Portaria nº 518 do Ministério da Saúde. Entre 2004 e 2010, foram analisadas 3.564 amostras de 66 municípios da área de abrangência do Grupo de Vigilância Sanitária 29 – São José do Rio Preto (GVS 29 – SJRP-SP) e de 26 municípios do GVS 30-Jales. Das amostras em desacordo (1.775) da região de abrangência do GVS 29 – SJRP-SP, observou-se que 1.201 (67,7 %), 1.107 (62,4 %) e 256 (14,4 %) foram não conformes, respectivamente, em pelo menos um dos seguintes parâmetros: CRL, coliformes totais e *C. termotolerantes/Escherichia coli*. Quanto às amostras em desacordo da região do GVS 30-Jales (317), os números foram: 104 (32,8%), 257 (81,0%) e 82 (25,9%). Considerando-se a identificação de indicadores de contaminação das águas dos SAC, este estudo fornece subsídios aos serviços de abastecimento de água e de vigilância em saúde para implementar o controle e a prevenção de doenças de transmissão e de origem hídrica e para melhoria das condições e qualidade de vida das comunidades abrangidas.

Palavras-chave. qualidade da água, abastecimento de água, cloração, vigilância sanitária, prevenção e controle, critérios de qualidade da água.

ABSTRACT

The water from alternative public supply (APS) in the northwestern municipalities of São Paulo state were evaluated on the bacteriological quality and on the free residual chlorine (FRC) contents, by following the guidelines established by Decree nº 518 of the Ministry of Health. During the period from 2004 to 2010, 3,564 samples were analyzed, which were collected from 66 municipalities in the area covered by Health Surveillance Group (GVS) 29-São José do Rio Preto (GVS 29 – SJRP-SP) and from 26 municipalities of GVS 30-Jales. Among the non-complying samples from GVS 29 – SJRP-SP area (1,775), 1,201 (67.7 %), 1,107 (62.4 %) and 256 (14.4 %) showed noncompliant values at least in one of the following parameters: FRC, total coliforms and thermotolerant coliforms/*Escherichia coli*, respectively. The noncompliant samples collected from the region covered by the GVS-30 – Jales were of 104 (32.8%), 257 (81.0%) e 82 (25.9%). As the contamination indicators for drinking water from SAC were identified, this study provides support to the water supply services and to the health surveillance for implementing the control and the prevention of waterborne diseases transmission, and for improving the life conditions and quality of the covered communities.

Keywords. water quality, water supply, chlorination, health surveillance, prevention and control, water quality criteria.

INTRODUÇÃO

A água, indispensável para a vida humana, pode atuar como um reservatório de diversos tipos de patógenos como parasitas, fungos, vírus e bactérias, e está diretamente relacionada com doenças de origem hídrica¹.

As águas superficiais e as de aquíferos subterrâneos contêm uma série de substâncias presentes naturalmente no meio ambiente, tais como sais dissolvidos, partículas em suspensão e micro-organismos e, para serem destinadas ao consumo, necessitam de tratamento que melhore suas características organolépticas, físicas, químicas e bacteriológicas².

A utilização de águas subterrâneas tem aumentado muito nos últimos anos e, em algumas cidades, é crescente o número de comunidades que têm optado pelo uso exclusivo desse recurso em substituição à captação de água superficial, cujo aproveitamento requer formas progressivamente mais onerosas de tratamento³.

No Brasil, a qualidade da água potável é normatizada pela Agência Nacional de Vigilância Sanitária do Ministério da Saúde (Anvisa-MS), que define os parâmetros organolépticos, físicos, químicos e bacteriológicos⁴.

A partir do ano de 2004, com a implantação no cronograma do Programa de Vigilância da Qualidade da Água para Consumo Humano – SP (Proágua), de coletas de amostras de águas das soluções alternativas coletivas de abastecimento (SAC) (toda modalidade de abastecimento distinta do sistema público incluindo, entre outras, fonte, poços ou chafarizes comunitários, distribuição por veículo transportador, instalações condominiais horizontais e verticais, clubes e hotéis), tornou-se necessária a avaliação dos padrões de qualidade da água para verificar a adequação dos serviços de abastecimento ao longo dos anos, sendo essencial à proteção da saúde e das condições de vida de uma comunidade, principalmente no que se refere ao controle e prevenção de doenças de veiculação hídrica⁵.

A evidenciação de agentes patogênicos na água ocorre por métodos indiretos de investigação da presença ou ausência de bactérias de origem fecal, pesquisando-se bactérias indicadoras do grupo coliforme⁶.

Alguns elementos químicos podem estar presentes nas águas intencionalmente, como o cloro, por exemplo, que é o produto mais utilizado na etapa de desinfecção da água. Quando o cloro é adicionado à água, produz diferentes reações químicas, e há também o imediato consumo deste cloro pela matéria orgânica presente na água. E, assim, maiores quantidades de cloro deverão ser adicionadas para

garantir a permanência de cloro residual livre (CRL) na água de consumo⁷, sendo muito importante que exista CRL em todos os pontos da rede de distribuição, constituindo um indicador eficaz, imediato e barato que permite monitorar e assegurar a qualidade bacteriológica da água.

A cloração, aliada a outras etapas do processo de tratamento da água, é eficiente na inativação de bactérias, e a água resultante atinge a especificação de potabilidade quanto ao parâmetro microbiológico⁸. Para garantir tal condição, faz-se necessário o controle externo por diferentes grupos, como instituições públicas, uma vez que só o controle interno, realizado pela empresa responsável pelo sistema de abastecimento de água, pode ser insuficiente. E, assim, o heterocontrole, que é o princípio segundo o qual, se um bem ou serviço qualquer implica risco ou representa fator de proteção para a saúde pública, deve ser executado em seu benefício⁹.

Este estudo teve por objetivo avaliar a qualidade bacteriológica e o teor de CRL em amostras de água oriundas de SAC de municípios situados no noroeste do Estado de São Paulo, no período de 2004 a 2010. Tal estudo contribui para a identificação de indicadores de contaminação das águas dos SAC, fornecendo subsídios aos serviços de abastecimento e órgãos de vigilância em saúde para controle e prevenção de doenças de transmissão e de origem hídrica, para melhoria das condições e qualidade de vida das comunidades em questão.

MATERIAL E MÉTODOS

Foram analisadas 3.564 amostras de água de SAC provenientes de 66 municípios pertencentes à área de abrangência do Grupo de Vigilância Sanitária (GVS) 29 – São José do Rio Preto (GVS 29 – SJRP-SP) e de 26 do GVS 30- Jales-SP, no período de 2004 a 2010.

Para o estudo retrospectivo sobre o teor de CRL, bem como para obtenção de outras informações gerais sobre as amostras de água, foram avaliadas as fichas de coleta enviadas pelas vigilâncias sanitárias municipais - VISAs, semanalmente, com os resultados das dosagens do CRL obtidos, expressos em mg/L de cloro, no período estudado.

A dosagem do teor de CRL foi realizada em campo pelos profissionais das VISAs, pelo método colorimétrico com o reagente DPD (dietilfenileno diamina). Tal reação ocorre entre as p-diaminas aromáticas incolores e os oxidantes, como o cloro, formando as semi-quinonas de coloração violeta-avermelhada¹⁰.

Foram consideradas, nas fichas de coletas, informações como: data da entrada da amostra (dia, mês e ano), sazonalidade, endereço da coleta da amostra (rua, bairro e região) e teor de cloro medido.

As amostras avaliadas foram classificadas, segundo o teor de cloro, em satisfatórias (teor de cloro mínimo de 0,2 mg/L) ou insatisfatórias (teores de cloro menores de 0,2 mg/L).

Os parâmetros CLR, coliformes totais e coliformes termotolerantes/*Escherichia coli* (*C. term/E. coli*) foram avaliados segundo os padrões fixados pela Portaria 518/2004 – Anvisa-MS⁴, que estabelecia, no período estudado, os procedimentos e responsabilidades relativas ao controle e vigilância da qualidade da água para consumo humano e seus padrões de potabilidade.

Os ensaios bacteriológicos foram executados segundo o método recomendado pelo Standard Methods for Examination of Water and Wastewater⁶, sendo empregados, conforme disponibilidade, as técnicas de membrana filtrante ou substrato cromogênico definido ONPG-MUG^{6,11}.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

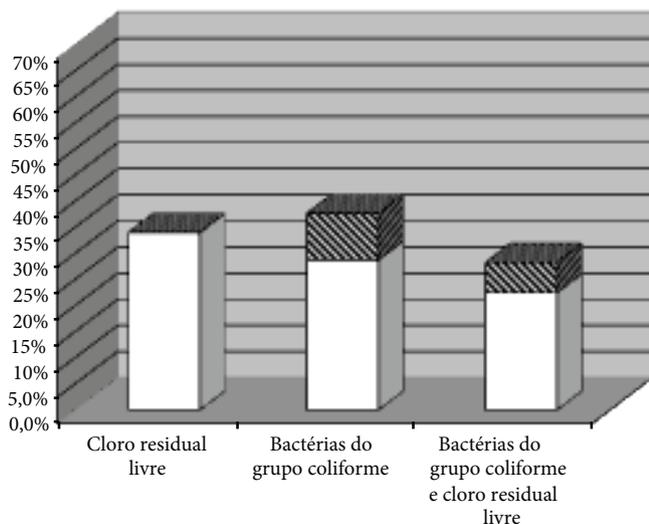
Das 2.334 e 563 amostras analisadas da região de abrangência do GVS 29 – SJRP-SP (exceto município de São José do Rio Preto – SJRP-SP) e GVS 30 – Jales, 1.326

(56,8%) e 317 (56,3%), respectivamente, apresentaram-se em desacordo com a legislação vigente⁴. Os resultados do município de SJRP-SP (município sede do GVS 29 – SJRP-SP) foram apresentados separadamente, devido ao grande número de SAC cadastrado na VISA municipal em comparação aos demais municípios.

As Figuras 1 e 2 apresentam a distribuição percentual das amostras em desacordo, por parâmetro(s)⁴ referentes à região de abrangência do GVS 29 – SJRP-SP e do GVS 30 – Jales-SP, respectivamente.

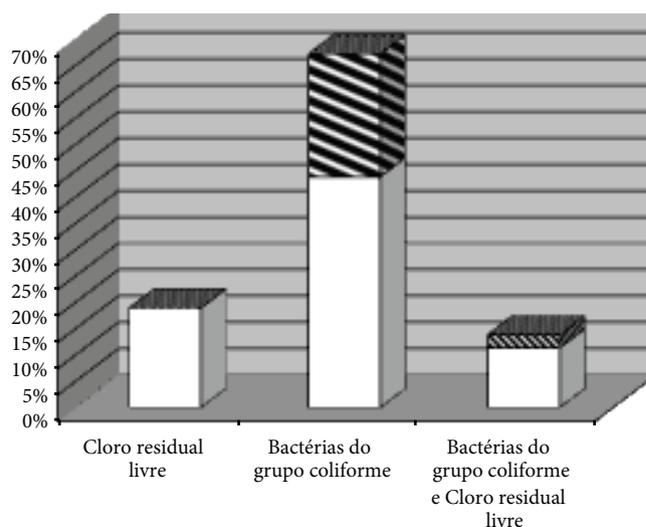
Com relação ao total de amostras em desacordo (1.326) da região de abrangência do GVS 29 – SJRP-SP, observou-se que 826 (62,3%), 875 (66,0%) e 196 (14,8%) apresentaram-se em desacordo por pelo menos um dos seguintes parâmetros: CRL, coliformes totais e *C. term/E. coli*, respectivamente. Quanto às amostras em desacordo da região de abrangência do GVS 30 – Jales-SP (317), os números foram: 104 (32,8%), 257 (81,0%) e 82 (25,9%).

Com o índice expressivo de amostras não cloradas efetivamente pode-se concluir que a situação dos SAC nas regiões e período estudados (2004-2010) revelou-se vulnerável à contaminação bacteriológica, onde, das 826 amostras da região de abrangência do GVS 29 – SJRP-SP em desacordo quanto ao teor de CRL, 298 (36,1%) apresentaram simultaneamente contaminação por coliformes totais e 77 (8,3%) também por *C. term/E. coli*. A situação da região de abrangência do GVS 30 – Jales-SP mostrou-se semelhante



■ Coliformes termotolerantes / *E. coli*

Figura 1. Distribuição percentual, por parâmetro, das amostras de SAC em desacordo dos 65 municípios da área de abrangência do GVS 29 – SJRP, 2004-2010



■ Coliformes termotolerantes / *E. coli*

Figura 2. Distribuição percentual, por parâmetro, das amostras de SAC em desacordo dos 26 municípios da área de abrangência do GVS 30, 2004-2010

com a mesma ordem de grandeza, onde 36 (34,6%) amostras apresentaram simultaneamente contaminação por coliformes totais e 8 (7,7%) também por *C. term/E. coli*.

Embora a cloração não seja a medida universal para a descontaminação, tal técnica deve ser empregada para solucionar problemas com a qualidade da água causados por micro-organismos^{7,8,10}. Há comprovação científica de que países que adotam a cloração da água como medida de prevenção às doenças infecciosas observam taxas de incidência destas doenças em níveis muito baixos, quando comparadas aos países que não a utilizam⁸.

Quanto ao município de SJRP-SP, as 667 amostras analisadas, referentes a 14 regiões administrativas, acrescida da zona zero (zona rural), referiam-se a 501 diferentes localidades, sendo 98 pontos coletados pelo menos duas vezes, o que representou um bom mapeamento do município sede, responsável pelo maior número de SAC avaliado.

Do total de amostras analisadas, 449 (67,3%) apresentaram-se em desacordo com a legislação vigente, sendo 375 (83,5%), 232 (51,7%) e 60 (13,4%), pelo menos, quanto ao CRL; coliformes totais e *C. term/E. coli*, respectivamente. Das 375 amostras em desacordo por apresentarem níveis de CRL inadequados, 124 (33,1%) encontravam-se, ainda, contaminadas por coliformes totais e 34 (9,1%) por *C. term/E. coli*, evidenciando a direta relação entre a deficiente cloração e a contaminação bacteriológica (Figura 3).

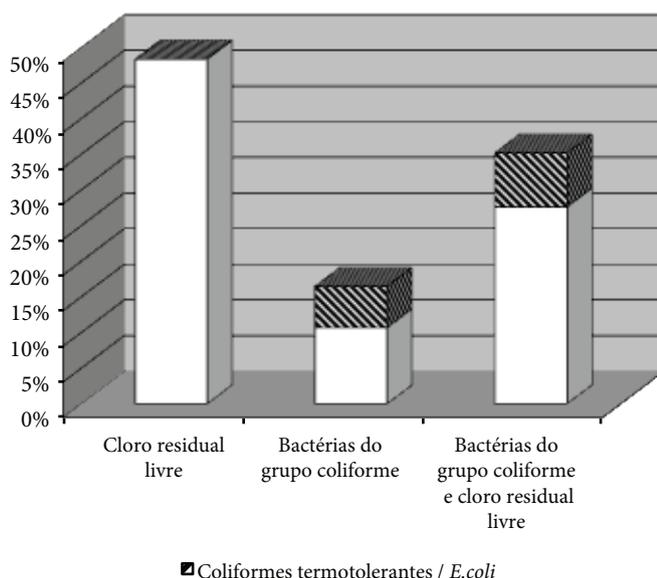


Figura 3. Distribuição percentual, por parâmetros avaliados, das amostras de SAC em desacordo do município de São José do Rio Preto, 2004-2010

Ainda em relação ao município de SJRP-SP, 74 (16,5%) das amostras em desacordo continham bactérias do grupo coliforme, incluindo coliformes termotolerantes/*E.coli*, embora o teor de CRL estivesse satisfatório. Esse parâmetro não foi considerado em quatro (5,4%) amostras, por terem sido coletadas diretamente dos poços (Figura 3).

A presença de micro-organismos, mesmo em face do teor de CRL satisfatório, é um fato comprovado pelas pesquisas científicas que pode ser atribuído à formação de biofilmes, que são caracterizados pela adesão dos micro-organismos aos suportes sólidos como, por exemplo, dentre outros, compostos orgânicos e inorgânicos, podendo ser formados por quase todos os tipos de agentes microbianos sob condições favoráveis. Porém, a redução do número desses agentes aderidos à superfície tem sido comprovada com o uso de sanitizantes químicos, como o hipoclorito de sódio, por ser uma fonte de cloro¹².

As regiões administrativas do município de SJRP-SP avaliadas apresentaram entre 25% e 100% das amostras em desacordo com a legislação vigente, ressaltando que 13 (86,7%) delas apresentaram frequências de amostras em desacordo superiores a 50%. As regiões denominadas 0, 11, 12, 13 e 14 permaneceram entre as mais necessitadas de atenção e de controle por parte da VISA, pois essas frequências foram superiores a 75%, conforme apresentado na Figura 4.

Com o objetivo de apresentar o panorama dos SAC do município sede da região, a Figura 5 demonstra a distribuição percentual de amostras em desacordo, por parâmetro avaliado e por região administrativa de São José do Rio Preto.

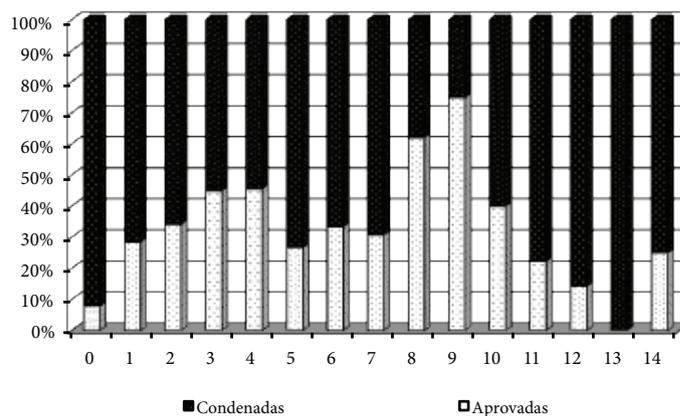


Figura 4. Distribuição percentual das amostras de SAC aprovadas e condenadas, por região administrativa do município de São José do Rio Preto-SP

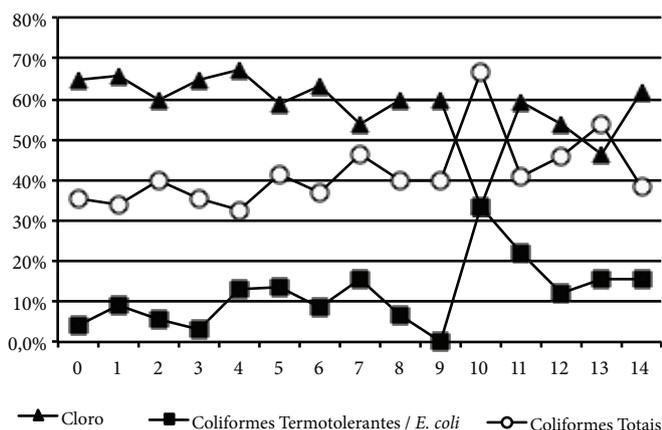


Figura 5. Distribuição percentual das amostras de SAC, por parâmetros em desacordo e por região administrativa do município de São José do Rio Preto-SP

Com exceção das regiões 10 e 13, as demais apresentaram índices iguais ou superiores a 53,9% de amostras não cloradas adequadamente, atingindo índice de 67,4% na região 4, conforme distribuição dos resultados apresentados na Figura 5. A região 10 apresentou índice de contaminação por bactérias do grupo coliforme acima de 66%, embora o percentual de amostras cloradas inadequadamente tenha atingido 33%. Ressalta-se que a região 10 localiza-se na parte norte do município, com densidade demográfica de aproximadamente 3.500 hab/km² e população de 28.000 habitantes¹³.

Segundo as pesquisas de Nagata et al.¹⁴, a intervenção de saúde pública sobre as desigualdades relacionadas com a água deve abordar fatores fundamentais, como os demográficos, socioeconômicos, social, cultural, político e histórico, visando alcançar a máxima eficiência.

Os dados referentes às águas de SAC revelaram que a população consumidora ficou exposta a maior risco de ocorrência de doenças de veiculação hídrica quando comparados aos resultados de estudos envolvendo águas tratadas por sistemas de abastecimento público. De acordo com o estudo de Kottwitz e Guimarães¹⁵, 100% das amostras de água de abastecimento público analisadas no município de Cascavel – PR revelaram-se de acordo com a legislação vigente quanto à análise bacteriológica. Dados apresentados na pesquisa de Fernandez e Santos¹⁶ corroboram os resultados do presente estudo, onde as águas de SAC tiveram maiores alterações nos parâmetros avaliados e comprometeram a qualidade da água oferecida à população em idade escolar.

Michelina et al.², em estudo da qualidade microbiológica de água de abastecimento público da região de Araçatuba – SP, revelou 17,8% das amostras contaminadas por coliformes totais e 8,6% por coliformes termotolerantes, dados estes que se assemelham ao encontrados no presente estudo. Nascimento et al.¹⁷ encontraram 57,2% das amostras de água contaminadas por bactérias do grupo coliforme no estado do Piauí no período 2003 e 2004 e, assim, chamaram atenção para as medidas corretivas das fontes contaminantes, recomendações cabíveis também para a situação revelada neste estudo, pois um dos mais importantes objetivos da microbiologia da água é a avaliação da possibilidade de ocorrência de doenças ocasionadas por ingestão de água contaminada¹⁸.

Dados nacionais e internacionais demonstraram que a contaminação das águas ocorre em várias partes do mundo, e os índices, conforme apresentado no estudo de Malheiros et al.¹⁹, variaram em torno de 41% das amostras com presença de coliformes totais e 30% de coliformes fecais na Ucrânia (Reid, 2003 citado por Malheiros, 2009)²⁰, o que é comparável à nossa situação, onde, das 1.326 amostras em desacordo, da região de abrangência do GVS 29 – SJRP-SP, observou-se que 875 (66,0%) e 196 (14,8%) apresentaram-se em desacordo por pelo menos um dos seguintes parâmetros: coliformes totais e *C. term/E. coli*, respectivamente. Quanto às amostras em desacordo da região de abrangência do GVS 30 – Jales-SP (317), os números foram: 257 (81,0%) e 82 (25,9%).

Embora, em algumas situações como, por exemplo, nos resultados levantados no estudo de Scorsafava et al.²¹, que apresentaram os aspectos físico-químicos da qualidade de água de poços e minas destinada ao consumo humano como compatíveis com os padrões de potabilidade independentemente de tratamento foi ressaltada a importância do monitoramento dessas águas para garantir um consumo seguro.

No Brasil, houve um processo de evolução do padrão de potabilidade, quanto ao aumento no número de parâmetros regulamentados nas portarias publicadas em 1977, 1999, 2004 e 2011, com adoção de estratégia do Ministério da Saúde para revisão da norma de potabilidade de água para consumo humano^{4,22}. O grande desafio é manter um processo contínuo de revisão da norma de potabilidade de água para consumo humano, por meio de investimentos em pesquisas e maior integração entre a academia e serviços de tratamento e fornecimento de água para consumo humano²³.

CONCLUSÃO

Das 2.334, 563 e 667 amostras analisadas da região de abrangência do GVS 29 – SJRP-SP, do GVS 30 – Jales-SP e do município de São José do Rio Preto-SP, 1.326 (56,8%), 317 (56,3%) e 449 (67,3%), respectivamente, apresentaram-se em desacordo com a legislação vigente em relação ao teor de CRL e/ou presença de bactérias do grupo coliforme.

De acordo com os dados obtidos nos últimos seis anos, notou-se uma tendência à vulnerabilidade dos SAC e a necessidade de maior controle no procedimento de cloração, pois 62,3%, 32,8% e 83,5% das amostras provenientes da região de abrangência do GVS 29 – SJRP-SP; GVS 30 – Jales-SP e do município de São José do Rio Preto-SP apresentaram, respectivamente, cloração ineficiente, com consequente exposição à contaminação microbiológica.

Portanto, a orientação e exigência legal, por parte dos órgãos de vigilância e o heterocontrole dos parâmetros legais, por parte dos laboratórios de saúde pública, devem ser uma prática permanente, tendo em vista a exposição da população consumidora e aos riscos de doenças relacionadas ao consumo de água contaminada por micro-organismos.

REFERÊNCIAS

1. Canepari P, Pruzzo C. Human pathogens in water: insights into their biology and detection. *Curr Opin Biotechnol*. 2008;19(3):241-3.
2. Michelina FA, Bronharo TM, Daré BF, Ponsanoc EHG. Qualidade microbiológica de águas de sistemas de abastecimento público da região de Araçatuba, SP. *Hig Aliment*. 2006;147(20):90-5.
3. Santos CCM, Peresi JTM, Lima SI, Silveira PR, Brighetti JMP, Nascimento SC, et al. Qualidade da água de origem subterrânea oferecida à população na região de São José do Rio Preto (SP), no período de 1991 a 1999. *Hig Aliment*. 2001;15(82):47-51.
4. Brasil. Ministério da Saúde. Portaria nº 518, de 25 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] República Federativa do Brasil*. Brasília, DF, 26 mar 2004, Seção 1, nº 59, p. 266.
5. São Paulo. Secretaria de Estado da Saúde. Resolução Estadual SS nº 4, de 10 de janeiro de 2003. Estabelece os procedimentos e responsabilidades relativos ao controle e vigilância da qualidade da água para consumo humano no Estado de São Paulo e dá outras providências. *Diário Oficial [do] Estado*. São Paulo, SP, 11 jan 2003, Seção 1, p. 35.
6. American Public Health Association. *Standard Methods for Examination of Water and Wastewater*. 21. ed. Washington (DC): APHA; 2005.
7. Organização Mundial da Saúde – OMS. Autoridades locais, saúde e ambiente. Água: A desinfecção da água. *Escritório Regional para Europa da OMS*; 1999. (OPAS/HEP/99/38).
8. Bello ARC, Angelis DF, Domingos RN. Ultrasound efficiency in relation to sodium hypochlorite and filtration adsorption in microbial elimination in a water treatment plant. *Braz Arch Biol Technol*. 2005;48(5):739-45.
9. Narvai PC. Vigilância Sanitária da fluoretação das águas de abastecimento público no município de São Paulo, Brasil no período de 1990-1999 [tese de livre docência]. São Paulo (SP): Faculdade de Saúde Pública da Universidade de São Paulo; 2001.
10. PoliControl – SCRIBD. Determinação de Cloro: DPD x OTA. [acesso 2011 ago 18]. Disponível em: [http://pt.scribd.com/doc/59885131/artigo-tecnico-cloro].
11. Marquezi MC, Gallo CR, Dias CTS. Comparação entre métodos para a análise de coliformes totais e *E. coli* em amostras de água. *Rev Inst Adolfo Lutz*. 2010;69(3):291-6.
12. Oliveira MMM, Brugnera DF, Piccoli RH. Biofilme microbianos na indústria de alimentos: uma revisão. *Rev Inst Adolfo Lutz*. 2010;69(3):277-84.
13. Secretaria Municipal de Planejamento e Gestão Estratégica Conjuntura econômica de São José do Rio Preto. Bolçone OJ, org., Leme EMMT, coord. 23. ed. São José do Rio Preto (SP); 2008.
14. Nagata JM, Vallengia CR, Smith NW, Barg FK, Guidera M, Bream KD. Criticisms of chlorination: social determinants of drinking water beliefs and practices among the Tz'utujil Maya. *Rev Panam Salud Publica*. 2011;29(1):9-16.
15. Kottwitz LBM, Guimarães IM. Avaliação da qualidade microbiológica da água consumida pela população de Cascavel, PR. *Hig Aliment*. 2003;17(113):54-9.
16. Fernandez AF, Santos VC. Avaliação de parâmetros físico-químicos e microbiológicos da água de abastecimento escolar, no município de Silva Jardim, RJ. *Hig Aliment*. 2007;21(154):93-7.
17. Nascimento MSV, Cardoso MO, Oliveira EH, Carvalho OB. Análise bacteriológica da água no estado do Piauí nos anos de 2003 e 2004. *Hig Aliment*. 2007;21(151):69-72.
18. BCQ Consultoria e Qualidade – BCQ. Microbiologia da água e sua relação com saúde pública. *Rev Analytica*. 2010;9(50):8.
19. Malheiros PS, Schäfer DF, Herbert IM, Capuani SM, Silva EM, Sardiglia CU, et al. Contaminação bacteriológica de águas subterrâneas da região oeste de Santa Catarina, Brasil. *Rev Inst Adolfo Lutz*. 2009;68(2):305-8.
20. Reid DC, Edwards AC, Cooper D, Wilson E, MCGAW BA. The quality of drinking water from private water supplies in Aberdeenshire, UK. *Water Res*. 2003;37(10):245-54.
21. Scorsafava MA, Souza A, Stofer M, Nunes CA, Milanez TV. Avaliação físico-química da qualidade de água de poços e minas destinada ao consumo humano. *Rev Inst Adolfo Lutz*. 2010;69(2):229-32.
22. Brasil. Ministério da Saúde. Portaria nº 2.914, de 12 de dezembro de 2011. Dispõe sobre os procedimentos de controle e de vigilância da qualidade da água para consumo humano e seu padrão de potabilidade. *Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil*. Brasília, DF, 14 dez 2011, Seção 1, nº 239, p. 39.
23. Organização Pan Americana da Saúde – OPAS. Brasil. Processo de Revisão do Padrão de Potabilidade de Água para Consumo Humano. [acesso 2011 Nov11]. Disponível em: [http://new.paho.org/bra/index.php?option=com_content&task=view&id1403&Itemid=259].