



AVALIAÇÃO MICROBIOLÓGICA DA ÁGUA CONSUMIDA POR UMA POPULAÇÃO RURAL DE ILHA SOLTEIRA – SÃO PAULO

J. M. Fialho*, M. A. Leite, A. C. S. Pião, C. B. Dornfeld, H. F. Alves Prado

UNESP – Universidade Estadual Paulista, Faculdade de Engenharia de Ilha Solteira, São Paulo, Brasil

Article history: Received 18 July 2017; Received in revised form 09 September 2017; Accepted 13 September 2017; Available online 29 September 2017.

RESUMO

A qualidade da água em áreas rurais é de difícil conhecimento, uma vez que a distribuição não ocorre igualmente em todos os lugares, o que implica na dificuldade das análises individuais. Dessa forma, a água para consumo humano de dezoito lotes rurais em Ilha Solteira foi avaliada em relação a alguns parâmetros físicos e químicos e, em especial, aos Coliformes Totais e Termotolerantes (*Escherichia coli* - *E. c*) entre janeiro e setembro de 2015, sendo esta água oriunda do sistema de abastecimento municipal ou de poços. Os parâmetros foram comparados com os estabelecidos como aceitáveis por meio da Portaria nº 2.914 do Ministério da Saúde, órgão este que estabelece os padrões de potabilidade da água para o consumo humano. Os valores de coliformes totais oscilaram entre 3 a 240 NMP/100 mL e foram detectados em todos os lotes. Os coliformes termotolerantes foram identificados em 39% dos lotes e os resultados variaram entre 3 a 23 NMP/100 mL, sendo que a bactéria *E. c* Enteroinvasora (EIEC) foi confirmada nos mesmos locais. A turbidez variou entre 0 a 16,0 UT; o pH entre 5,1 a 8,6 e a condutividade elétrica (C.E) entre 19,7 a 303,0 $\mu\text{S}\cdot\text{cm}^{-1}$. Pelos resultados apresentados, constatou-se que 100% da água para consumo humano em parte da área rural de Ilha Solteira não atende os padrões de potabilidade.

Palavras-chave: potabilidade; coliformes totais e termotolerantes; *Escherichia coli*; áreas rurais.

MICROBIOLOGICAL ASSESSMENT OF WATER CONSUMED BY A RURAL POPULATION OF ILHA SOLTEIRA – SÃO PAULO

ABSTRACT

The quality of water in rural areas is difficult knowledge, since the distribution does not occur equally in all places, which implies the difficulty of individual analyzes. Thus, the water for human consumption of in eighteen rural lots in the Ilha Solteira was assessed in relation to some physical and chemical parameters and, in particular, to the Total coliforms and Thermotolerant (*Escherichia coli* *E. c*) between January and September 2015, being this water from the municipal water supplies or wells. The parameters were compared with those established as acceptable by means of Decree nº 2.914/2011 of Ministry of Health, which establishes the standards of potability of water for human consumption. The values of total coliforms ranged from 3 to 240 MPN/100 mL and were detected in all lots. The thermotolerant coliforms were found in 39% of water samples from the lots and the results ranged from 3 to 23 NPM/100 mL while the enteroinvasive *E. c* (EIEC) bacterium was also confirmed in the same

* jozifialho@gmail.com

plots. The turbidity ranged from 0 to 16.0 UT; pH between 5.1 to 8.6 and electrical conductivity (E.C.) between 19.7 to 303.0 $\mu\text{S cm}^{-1}$. The results presented here, it was found that 100% of water intended for human consumption in the rural area of Ilha Solteira does not meet the standards of potability.

Keywords: potability; total and thermotolerant coliforms; *Escherichia coli*; rural areas.

INTRODUÇÃO

A água é um recurso essencial à vida de praticamente todo ser vivo existente no planeta, mas dependendo da sua qualidade, representa uma potencial ameaça de transmissão de doenças de veiculação hídrica.

É necessário enfatizar que muitas pessoas não recebem água tratada em suas residências, principalmente no meio rural, portanto, são responsáveis pela captação e controle da qualidade da mesma (BARCELLOS *et al.*, 2006). Contudo, esse controle não acontece, de fato, pois medidas comuns de assepsia como filtração, cloração, fervura e lavagem periódicas dos recipientes onde são armazenadas as águas, não ocorrem com frequência.

E isso, basicamente acontece, em função do desconhecimento dos riscos que estão sujeitos em consumirem água contaminada (MANKE *et al.*, 2010), principalmente, por micro-organismos patogênicos.

Em nível global, medidas com vistas ao desenvolvimento sustentável têm conseguido expandir o acesso a água potável e ao saneamento básico, porém, ainda, são avanços pouco expressivos, pois existem milhares de pessoas no mundo que continuam sem acesso a água de boa qualidade (ALEIXO *et al.*, 2016).

Ainda nessa lógica, é necessário destacar que existem no planeta, aproximadamente, 780 milhões de pessoas sem acesso a água potável, sendo a maior parte de áreas rurais (VIDAL *et al.*, 2016). O que é extremamente grave, uma vez que, estudos comprovam que a contaminação da água de consumo humano ocasionada por falta de higiene é a principal responsável por doenças diarreicas e respondem por cerca de 88% das disenterias.

Além do mais, a falta de saneamento e higiene têm causado a morte de cerca de 1,5 milhão de pessoas no mundo, sendo as diarreias a segunda maior causa de mortalidade de crianças menores de cinco anos de idade na América Latina e Caribe (VIDAL *et al.*, 2016).

Um dos micro-organismos indicadores de contaminação da água pertence ao grupo coliforme que é constituído por bactérias aeróbias ou anaeróbias facultativas, Gram-Negativas, as quais não possuem esporos e encontram-se na forma de bastonetes (SILVA *et al.*, 2010).

Dentro desse grupo encontra-se a família *Enterobacteriaceae*, que é composta, em maior número, por bactérias do gênero *Escherichia* e são estritamente de origem fecal. Contudo, existem algumas espécies nessa família como *Citrobacter*, *Klebsiella* e *Enterobacter*, que também são termotolerantes, isto é, fermentam a lactose a 45 °C, porém, essas especificamente, podem estar presentes no solo e na água, mesmo que não tenha havido contato com fezes (BUGNO *et al.*, 2007).

É importante ressaltar que a perda da qualidade da água muitas vezes não ocorre nas fontes, mas sim nas próprias residências, devido, principalmente, à falta de manutenção e higienização de tubulações e caixas d'águas. Além do mais, geralmente, nessas localidades não há coleta de esgoto e de lixo, o que acarreta na exposição de dejetos em locais impróprios, aumentando, assim, os riscos de degradação da água.

Desse modo, este trabalho teve como objetivo analisar alguns parâmetros de potabilidade, tais como: turbidez, pH, condutividade elétrica e a qualidade

microbiológica (Coliformes Totais, Termotolerantes e *Escherichia coli*) da água para consumo humano em lotes rurais de diferentes localidades do município de

Ilha Solteira no estado de São Paulo, sendo essas amostras provenientes de poços individuais e do sistema de abastecimento público do município.

MATERIAL E MÉTODOS

Este trabalho foi desenvolvido entre janeiro e setembro de 2015, em dezoito lotes rurais de Ilha Solteira (Figura 1), os quais encontram-se distribuídos nos

assentamentos Santa Maria da Lagoa (6 lotes), Estrela da Ilha (6 lotes) e no Cinturão Verde (6 lotes), sendo seis avaliações em cada localidade.



Figura 1- Localização do município de Ilha Solteira e das três localidades avaliadas: assentamento Santa Maria da Lagoa; assentamento Estrela da Ilha e o Cinturão Verde.

Fonte: Google Earth; Google Maps (2016) Alterado

Ilha Solteira é uma cidade situada ao noroeste do Estado de São Paulo (Figura 1) cuja as coordenadas geográficas são: Latitude: $-20^{\circ}25'40,0252''$ Sul e Longitude: $-51^{\circ}20'36,1852''$ Oeste (IBGE, 2016).

O critério adotado para a escolha dos

lotes foi aleatório, com visitas previamente realizadas em cada local para conversa com os proprietários e pedidos de autorização para a pesquisa referente a qualidade da água consumida por suas famílias.

As amostras de água foram coletadas

diretamente das torneiras dos lotes, geralmente, utilizada para consumo; preparo de alimentos e lavagens de utensílios domésticos, sendo que essas águas eram procedentes das caixas d'água dos imóveis.

O método empregado para as coletas foi baseado nas recomendações da Associação Americana de Saúde Pública (APHA, 1999), em que, primeiramente, foi realizada a assepsia das torneiras, em seguida, a água foi escoada por cerca de 3 minutos e coletadas em garrafas plásticas, anteriormente esterilizadas com capacidade para 500 mL. Após as coletas, as mesmas foram acondicionadas em recipientes isotérmicos contendo gelo para conservação das amostras. Por fim, foram levadas ao laboratório da Engenharia Civil para análise de turbidez e, em seguida, para o laboratório de Biotecnologia para as demais análises.

As análises de turbidez (UT) foram realizadas pelo método nefelométrico (Hach - 2100 NA - turbidímetro de bancada). As leituras de pH foram pelo método eletrométrico (HMMPL-210 - pHmêtro digital de bancada). As análises de condutividade elétrica foram pelo método do eletrodo de platina (GEHAKA-CG 2000 - condutivímetro de bancada).

Após as leituras de turbidez, pH e da condutividade, nas amostras procedentes do Cinturão Verde, por serem cloradas, foram adicionados aos frascos de coleta 0,1 mL de tiosulfato de sódio ($\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$) a 1,8% para cada 100 mL da amostra, para a neutralização do cloro residual, o qual tinha a função de eliminar a biodiversidade microbiana que viessem a recolonizar as amostras (SILVA *et al.*, 2010).

As análises microbiológicas foram realizadas pela Técnica de Fermentação em Tubos Múltiplos (TFTM) em triplicata com três diluições (10^{-1} ; 10^{-2} e 10^{-3}), sendo

que as diluições foram feitas em água peptonada a 0,1%. A quantificação dos micro-organismos foi realizada pelo Número Mais Provável (NMP) por 100 mL da amostra (SILVA *et al.*, 2010).

A determinação do Número Mais Provável de coliformes totais e termotolerantes foi realizada através da combinação dos tubos positivos de Caldo Verde Brilhante 2% (coliformes totais) e caldo E.C (coliformes termotolerantes) o, qual estima a quantidade de micro-organismos presentes na amostra original com 95% de probabilidade (SILVA *et al.*, 2010).

Análise de dados

O teste empregado para a análise de variância de pH e Condutividade Elétrica ao nível de 5% de probabilidade foi o de Kruskal-Wallis (Teste H) em que a aplicação do mesmo consiste em utilizar os resultados, transformados em postos e agrupados num só conjunto de dados. A comparação dos grupos é realizada por meio da média dos postos (posto médio).

A classificação dos assentamentos em postos foi realizada pelo software OriginPro (2015). Para isso, a partir dos resultados apresentados em cada parâmetro e a somatória dos mesmos, o programa realizou o agrupamento e classificou o assentamento Santa Maria da Lagoa como posto 1; o assentamento Estrela da Ilha como posto 2 e o Cinturão Verde como posto 3.

A comparação para a obtenção da diferença das médias foi realizada pelo método de Dunnet de dois grupos no teste de Kruskal-Wallis.

Os valores de coliformes totais, termotolerantes e a qualificação de *Escherichia coli* serão apresentados em tabelas.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Embora a condutividade elétrica não seja parâmetro de legislação no quesito qualidade da água para consumo humano, ela pode sugerir contaminações recentes

por: esgotos domésticos; efluentes industriais e/ou agropecuários; dentre outros (FRANCO & HERNANDEZ, 2009), necessitando de medidas

mitigadoras de impacto nesses ambientes.

Caso não seja essa a situação, o aumento da condutividade elétrica pode indicar a presença natural de compostos químicos no solo e nas rochas de onde provém o líquido (CETESB, 2013), pois é a partir da dissolução de sais sob a forma de íons incorporados naturalmente nesses compartimentos que se dá a elevação da capacidade da água em conduzir eletricidade (LIMA *et al.*, 2014).

Em relação aos valores de tal parâmetro nos três locais avaliados, 44% dos lotes apresentaram resultados próximos ou acima de $100 \mu\text{S cm}^{-1}$ (Figura 2). Cabe ressaltar que dos lotes que apresentaram valores relativamente altos, dois deles pertencem aos assentamentos rurais (um lote em cada assentamento) e os outros seis lotes pertencem ao Cinturão Verde.

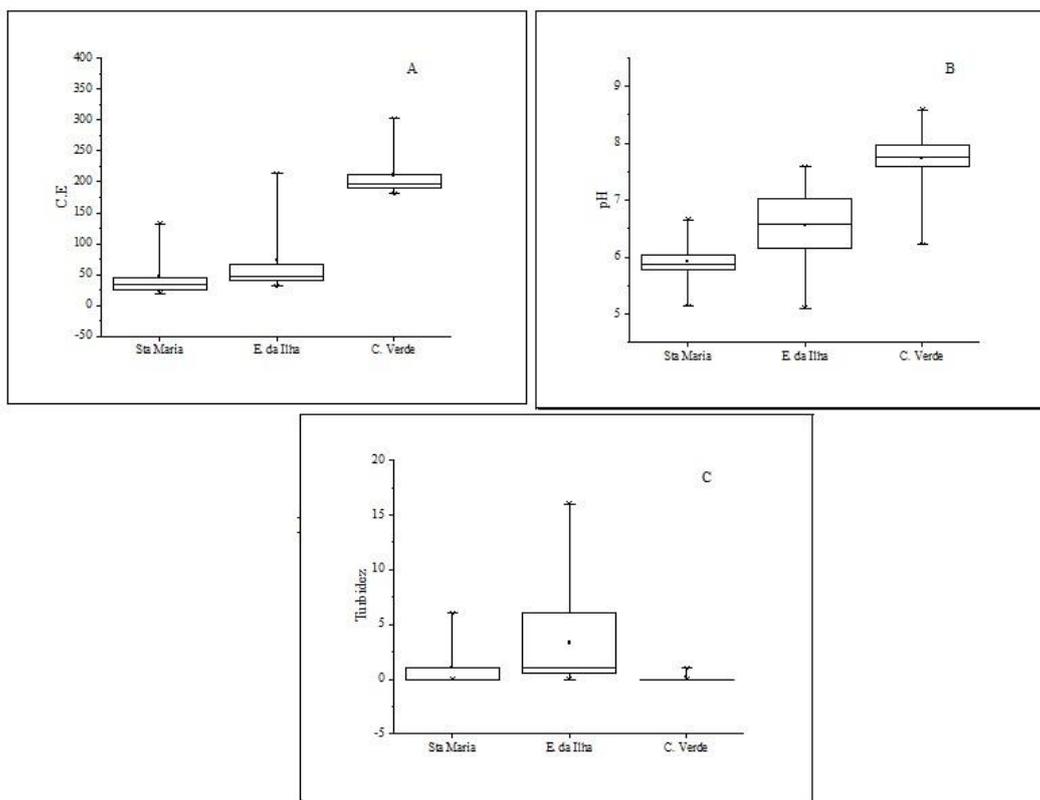


Figura 2: Box Plot (A) -C.E; Box Plot (B) - pH e Box Plot (C) Turbidez; Condutividade: ($\mu\text{S.cm}^{-1}$); Turbidez: (UT); ■ média; - mediana
Fonte: Elaborado pela autora.

Sendo assim, essas diferenciações entre os valores de condutividade apresentados, pode ser entendido pelas diferentes composições mineralógicas existentes na área dos locais avaliados, e isso pode explicar o porquê apenas um lote de cada assentamento dos seis lotes avaliados apresentou valores extremamente altos de C.E quando comparados aos demais (CETESB, 2013).

No caso do Cinturão Verde que apresentou valores altos em todos os lotes, pode estar relacionado com a composição mineral das rochas e do solo onde são

captadas as águas, como também, pode ser em função da adição de cloro no processo de tratamento das mesmas pelo sistema público de abastecimento. O cloro, assim como, outros elementos, tais como: Na, Ca, Mg, entre outros, possui alta correlação com a condutividade elétrica (MONTEIRO *et al.*, 2014).

Foi observado que os valores de pH obtidos após as análises não estão de acordo com os limites de tolerância estabelecidos na legislação brasileira, ou seja, entre 6 e 9,5 (BRASIL, 2011) em 44% das propriedades avaliadas.

Dessas propriedades, 75% delas pertencem ao assentamento Santa Maria da Lagoa, no qual os dados obtidos variaram entre 5,1 a 6,6.

As demais propriedades que apresentaram valores que não estão de acordo com a legislação brasileira (25%) pertencem ao assentamento Estrela da Ilha com valores variando entre 5,1 a 7,6.

O Cinturão Verde foi a única localidade em que nenhum dos lotes apresentou valores em desacordo com a legislação.

Conforme observado na figura 2 – Box plot (B) os resultados de pH apresentados nas três localidades se mostraram regulares durante todo o experimento e, isso, pode ser constatado pelas medidas centrais (medianas e médias aritméticas) as quais se mantiveram praticamente iguais nos três boxes.

É válido ressaltar que, embora o pH das águas não ofereça riscos à saúde das pessoas de forma direta, águas mais ácidas, isto é, com pH abaixo de 6,0, podem provocar corrosões de tubulações metálicas, enquanto, as águas com pH mais elevados podem causar incrustações nas tubulações.

Esses fatores contribuem para que ocorram precipitações de substâncias químicas presentes nos tubos diretamente na água e, os defeitos (corrosão e incrustações) podem favorecer a contaminação por micro-organismos.

Baixos valores de pH, assim como aconteceu com a elevação da condutividade elétrica podem estar associados a dois fenômenos, sendo um deles a contaminação da água por compostos químicos (FRANCO & HERNANDEZ; MELO *et al.*, 2009), ou de forma natural em função da composição do solo e das rochas (LIBÂNIO, 2005).

Nos locais avaliados, acredita-se que que tanto a acidez da água, assim como o aumento da condução de energia, tenha ocorrido em função da composição mineralógica do solo e das rochas onde foram perfurados os poços.

De acordo com a Cetesb (2013), Ilha Solteira está situada sobre o aquífero

Bauru que possui grande heterogeneidade litológica. O aquífero Bauru é constituído em algumas áreas por arenitos, arenitos argilosos e siltitos, com ou sem cimentação carbonática, é caracterizada como uma unidade hidrogeológica sedimentar, permeável por porosidade granular que ocorre livremente a localmente semi-confinada a confinada em quase toda a porção oeste do estado de São Paulo (CETESB, 2013).

Essas características torna o aquífero Bauru heterogêneo em quase sua totalidade, este fato explica as diferenças de pH encontrada nos locais, que segundo a Cetesb (2013) em seu relatório chegou a variar na região entre 4,2 a 8,7.

É importante destacar que as profundidades dos poços de ambos os assentamentos rurais são menores que os poços de onde provêm as águas do Cinturão Verde. Pois, enquanto, os poços dos assentamentos têm em torno de 30 a 40 metros de profundidade e, provavelmente, não atingiram as rochas, os poços perfurados para o abastecimento da área urbana de Ilha Solteira, bem como parte do Cinturão Verde são mais profundos, podendo chegar a 80 metros de profundidade, já que foram perfurados a bastante tempo e, possivelmente, alcançaram as rochas.

De acordo a Portaria nº 2.914 a turbidez da água de consumo humano não deve ultrapassar a 5,0 UT (BRASIL, 2011), porém, 16% das propriedades do assentamento Santa Maria da Lagoa ultrapassaram esses valores, sendo que os valores variaram entre 0 a 6,0 UT. No assentamento Estrela da Ilha, 33% das propriedades apresentaram valores acima do estabelecido pela referida legislação, com valores variando entre 0 a 16,0 UT. No Cinturão Verde não foi detectado discordância com o Ministério da Saúde.

Conforme figura 2 (Box plot C) foi possível verificar a variação entre os resultados apresentados nas três localidades.

Enquanto, no assentamento Santa Maria da Lagoa e no Cinturão Verde os valores apresentaram homogeneidade entre

as medidas centrais, no assentamento Estrela da Ilha, em função da discrepância entre os valores mínimos e máximos, as medianas e médias aritméticas foram bastante divergentes.

As amostras que apresentaram valores de turbidez acima do estabelecido pela Portaria do Ministério da Saúde são provenientes de lotes em que as caixas d'águas estão situadas na parte externa dos imóveis.

Além do mais, os próprios assentados disseram durante as avaliações que as tampas de tais reservatórios já tinham se desprendido das mesmas em função de ventos ocorridos nos locais, o que pode ter contribuído para a penetração de poeira, aumentando assim, a turbidez.

As análises de variâncias para condutividade elétrica e pH, de acordo com o teste de médias de Kruskal-Wallis, apresentou diferenças significativas ao

nível de 5% de probabilidade entre os postos. Os postos que apresentaram maior diferença entre as médias foram o assentamento Santa Maria da Lagoa e Cinturão Verde, seguidos do assentamento Estrela da Ilha e Cinturão Verde e, por último, os dois assentamentos rurais.

Em relação aos parâmetros microbiológicos dos dezoito lotes avaliados, todos eles apresentaram coliformes totais em uma ou mais análises.

A variação dos resultados de microorganismos foi entre 3 a 240 NMP/100 mL nos três locais, sendo que o assentamento Santa Maria da Lagoa foi o local que apresentou o maior número de bactérias (240 NMP/100 mL) e o Estrela da Ilha foi o local que apresentou as bactérias com maior frequência, porém em menor quantidade que o primeiro assentamento (Tabela 1).

Tabela 1. Quantificação de Coliformes Totais em NMP/100 mL no Assentamento Santa Maria da Lagoa (A), Assentamento Estrela da Ilha (B) e Cinturão Verde (C) entre janeiro a setembro de 2015

(A)	26/01/15	02/02/15	09/02/15	03/03/15	26/05/15	02/06/15
Lote 11	<3,0	7,4	93	23	3,6	<3,0
Lote 12	<3,0	<3,0	<3,0	<3,0	3,6	43
Lote 53	3,6	<3,0	<3,0	<3,0	<3,0	<3,0
Lote 54	3,6	<3,0	240	<3,0	<3,0	<3,0
Lote 55	43	<3,0	<3,0	<3,0	<3,0	<3,0
Lote 65	3,6	<3,0	<3,0	<3,0	<3,0	<3,0
(B)	23/06/15	29/06/15	06/07/15	13/07/15	20/07/15	27/07/15
Lote 79	<3,0	<3,0	<3,0	93	<3,0	3,0
Lote 97	<3,0	<3,0	23	<3,0	<3,0	7,4
Lote 101	<3,0	7,4	<3,0	9,2	<3,0	<3,0
Lote 131	<3,0	<3,0	<3,0	29	<3,0	43
Lote 149	3,0	15	3,0	<3,0	3,6	3,0
Lote 150	<3,0	3,0	9,2	<3,0	3,6	<3,0
(C)	03/08/15	10/08/15	18/08/15	31/08/15	08/09/15	14/09/15
Lote 4	<3,0	<3,0	<3,0	3,6	<3,0	23
Lote 22	<3,0	<3,0	<3,0	<3,0	<3,0	3,0
Lote 33	3,0	<3,0	<3,0	<3,0	<3,0	3,0
Lote 35	3,6	<3,0	3,6	3,6	<3,0	9,2
Lote 55	<3,0	<3,0	<3,0	<3,0	<3,0	9,2
Lote 62	<3,0	<3,0	<3,0	<3,0	<3,0	7,4

Fonte: Da própria autora

O Cinturão Verde que é o único local dos avaliados que recebe água tratada da rede de abastecimento público, apresentou coliformes totais na mesma frequência que o Assentamento Santa Maria da Lagoa, que por sua vez faz a própria captação em poços individuais (Tabela 1).

O que se pôde constatar, apenas partir dos resultados microbiológicos para a presença de coliformes totais, é que todos os lotes estavam fora dos padrões de potabilidade da água para consumo humano (Tabela 1).

Pois de acordo com a Portaria nº 2.914/2011 do Ministério da Saúde, a água de consumo humano deve estar isenta de coliformes totais em pelo menos 95% das análises realizadas em águas provenientes de soluções alternativas coletivas de abastecimento que atendam mais de 20.000 habitantes e, em locais que atendam menos de 20.000 habitantes, estas devem estar presentes em apenas uma análise (BRASIL, 2011).

É importante enfatizar que no caso de soluções alternativas individuais (poços) não há diretrizes especificamente para tais sistemas, contudo, a Portaria nº 2.914, em seu artigo 2º “afirma, que suas disposições devem ser aplicadas a água destinada ao consumo humano proveniente de sistema e solução alternativa de abastecimento”.

Diante do exposto, é importante distinguir como o Ministério da Saúde classifica os dois sistemas de abastecimento de água para a população.

De acordo com o órgão, as soluções alternativas coletivas de abastecimento de água para consumo humano são definidas como modalidade de abastecimento coletivo destinadas a fornecer água potável; com captação subterrânea ou superficial; com ou sem canalização e; sem

rede de distribuição (BRASIL, 2011).

Já as soluções alternativas individuais de abastecimento são modalidades de abastecimento de água para consumo humano que atenda domicílios residenciais com uma única família, incluindo seus agregados familiares (BRASIL, 2011).

Complementando suas disposições, em seu artigo 4º, a referida Portaria corrobora que toda água destinada ao consumo humano proveniente de solução alternativa individual de abastecimento, independente da forma de acesso da população, está sujeita a vigilância da qualidade da água (BRASIL, 2011).

Sendo assim, entende-se que o padrão de potabilidade deve ser aplicado a qualquer água destinada ao consumo humano, livre, do sistema e solução utilizado para o abastecimento.

Em relação aos coliformes termotolerantes, estes foram detectados em menor frequência e em quantidade inferior nos três locais avaliados quando comparados aos coliformes totais.

Entretanto, de acordo com o Ministério do Brasil no que diz respeito aos coliformes termotolerantes e/ou *Escherichia coli*, as análises microbiológicas devem apresentar-se zeradas para tais bactérias para cada 100 mL de água analisada (BRASIL, 2011).

Nos dois assentamentos o número de amostras positivas foi de 5% em cada local, sendo que as quantidades variaram entre 7,4 a 23 NMP/100 mL no Santa Maria da Lagoa, ressaltando que neste local as ocorrências foram em um mesmo lote. No assentamento Estrela da Ilha as quantidades variaram entre 3 a 3,6 NMP/100 mL da amostra, porém as detecções foram em lotes diferentes (Tabela 2).

Tabela 2. Quantificação de Coliformes Termotolerantes em NMP/100 mL no Assentamento Santa Maria da Lagoa (A), Assentamento Estrela da Ilha (B) e Cinturão Verde (C) entre janeiro a setembro de 2015

(A)	26/01/15	02/02/15	09/02/15	03/03/15	26/05/15	02/06/15
Lote 11	<3,0	<3,0	7,4	23 +	<3,0	<3,0
Lote 12	<3,0	<3,0	<3,0	<3,0	<3,0	<3,0
Lote 53	<3,0	<3,0	<3,0	<3,0	<3,0	<3,0
Lote 54	<3,0	<3,0	<3,0	<3,0	<3,0	<3,0
Lote 55	<3,0	<3,0	<3,0	<3,0	<3,0	<3,0
Lote 65	<3,0	<3,0	<3,0	<3,0	<3,0	<3,0
(B)	23/06/15	29/06/15	06/07/15	13/07/15	20/07/15	27/07/15
Lote 79	<3,0	<3,0	<3,0	<3,0	<3,0	3,0 +
Lote 97	<3,0	<3,0	<3,0	<3,0	<3,0	<3,0
Lote 101	<3,0	<3,0	<3,0	<3,0	<3,0	<3,0
Lote 131	<3,0	<3,0	<3,0	<3,0	<3,0	<3,0
Lote 149	<3,0	<3,0	<3,0	<3,0	<3,0	<3,0
Lote 150	<3,0	<3,0	3,6 +	<3,0	<3,0	<3,0
(C)	03/08/15	10/08/15	18/08/15	31/08/15	08/09/15	14/09/15
Lote 4	<3,0	<3,0	<3,0	3,6 +	<3,0	<3,0
Lote 22	<3,0	<3,0	<3,0	<3,0	<3,0	<3,0
Lote 33	3,0 +	<3,0	<3,0	<3,0	<3,0	<3,0
Lote 35	<3,0	<3,0	<3,0	<3,0	<3,0	<3,0
Lote 55	<3,0	<3,0	<3,0	<3,0	<3,0	3,6 +
Lote 62	<3,0	<3,0	<3,0	<3,0	<3,0	7,4 +

Fonte: Da própria autora; + Presença de *Escherichia coli* Enteroinvasora (EIEC)

No Cinturão Verde o número de amostras positivas foi superior, visto que, neste local as bactérias foram detectadas em 11% do total de avaliações e a quantidade detectada oscilou entre 3 a 7,4 NMP/100 mL da amostra (Tabela 2).

As propriedades que apresentaram coliformes termotolerantes também apresentaram *E. coli*, contudo, deve-se ressaltar que, o fato de haver as bactérias termotolerantes, não necessariamente indica a presença de *E. coli* (CANAL, 2010).

A *E. coli* foi detectada em 2% das análises realizadas no assentamento Santa Maria da Lagoa; 5% no Estrela da Ilha e 11% das avaliações no Cinturão Verde.

Embora a *Escherichia coli* não tenha sido quantificada neste trabalho, ela foi qualificada por testes bioquímicos e, nessas análises todas as bactérias *E. coli* isoladas durante as avaliações eram do gênero EIEC, isto é, *Escherichia coli*

Enteroinvasora que representam sérios riscos à saúde das pessoas que as ingerem juntamente com água e outros alimentos (CAMPOS *et al.*, 2008).

É importante salientar que as *Escherichias coli* Enteroinvasoras adentram o intestino das pessoas e animais ocasionando infecção, febre, cólicas abdominais, mal-estar e disenteria com eliminação de sangue e muco, deixando as fezes semelhantes a provocada pela toxina *Shiga* –*Shigella* (FRANCO & LANDGRAF, 2008).

Um fato relevante a salientar é que esse gênero não é encontrado com frequência nas fezes dos pacientes sintomáticos típicos, o que dificulta o diagnóstico (FRANCO & LANDGRAF, 2008).

Diante do exposto, todas as propriedades analisadas nas três localidades estão fora dos padrões de potabilidade da água, uma vez que todas

elas apresentaram coliformes totais em uma ou mais análises e, destas, 39% apresentaram coliformes termotolerantes e *E. coli* Enteroinvasora (EIEC).

Cabe ressaltar que as águas consumidas nos assentamentos Estrela da Ilha e Santa Maria da Lagoa são procedentes de Soluções Alternativas Individuais (poços) e não passaram por nenhum tipo de tratamento antes de ser consumida.

Já as águas do Cinturão Verde, assim como o restante da cidade são tratadas pelo Sistema de Abastecimento Municipal (soluções alternativas coletivas), o que se esperava que não fosse detectada bactérias do grupo coliformes, especialmente a *Escherichia coli*, porém ocorreu o inverso, pois além de terem apresentado coliformes totais em número de análises relativamente considerável, também apresentou a *E. coli* Enteroinvasora com maior frequência que as demais localidades.

Nos assentamentos rurais uma das respostas encontradas pelo presente trabalho para entender tal contaminação é que a mesma pode ter ocorrido entre o sistema de distribuição (poços – mangueiras - caixas d'água e torneiras das residências), pois os tubos e mangueiras que distribuem a água dos poços para as residências poderiam estar avariadas e os proprietários não terem notado.

Por percorrerem os lotes pela área externa (sobre o solo), os tubos podem ter sido contaminados por fezes dos animais (aves e animais domésticos) que transitam livremente pelo local e/ou pelo lixo que ficam depositados em lugares inapropriados.

Ademais, existem outras possibilidades de contaminação, como nos próprios locais de armazenamento (caixas d'água) que muitas vezes não são higienizados, ou ainda, nos próprios poços, pois não se têm dados sobre as perfurações dos mesmos, ou seja, sob quais condições técnicas ocorreram a abertura de tais poços.

Outra fonte de contaminação pode ser as torneiras as quais foram coletadas as águas, pois elas ficavam na área externa

dos imóveis, já que as famílias as preferem para lavagem e preparo de alimentos e limpeza de utensílios domésticos. Entretanto, esse fato pode facilitar a contaminação, porque era comum se deparar com aves sobre as pias em busca de resto de alimentos.

No Cinturão Verde, além dos problemas supracitados, tais como: as condições de armazenamento nas caixas d'água; distribuição desses reservatórios para o restante dos imóveis e as torneiras, a contaminação pode ter ocorrido no trajeto entre a rede de distribuição municipal até os lotes.

É válido ressaltar que a rede de abastecimento do município de Ilha Solteira é composta por tubos em PVC; tubo galvanizado; fibrocimento; ferro fundido e aço carbono, nos mais variados diâmetros que são antigos e com os anos de uso, pode ter sofrido alguma avaria e não tenha sido detectada ao longo do trajeto.

Entretanto, é bem provável que a contaminação das águas nos três locais, tenha como fator principal a falta de manutenção da rede de distribuição dentro das propriedades, além da ausência de higiene das caixas d'água e das torneiras dos imóveis.

Ademais, pode se somar a esses fatores a confiança depositada na procedência da água (subterrâneas ou tratadas), mais o desconhecimento a respeito das doenças de veiculação hídricas.

Em relação aos dados do presente trabalho, é importante enfatizar sobre a periodicidade das análises, conforme demonstrado nas tabelas 1 e 2, pois ocorreram algumas intermitências durante a avaliação.

A princípio, o critério adotado para a sequência das avaliações seriam coletas semanais, contudo, em virtude de problemas operacionais, como falta de reagentes para a realização das análises no assentamento Santa Maria da Lagoa e no Cinturão Verde, ocorreu nesses dois locais um maior espaçamento entre uma análise e outra.

A variação da temperatura não influenciou no aumento ou decréscimo do número das bactérias, ressaltando que o experimento ocorreu entre os meses de janeiro a setembro de 2015 e as temperaturas médias mensais oscilaram entre 22,3 a 28,7°C (UNESP, 2016).

A mesma afirmação pode ser estendida sobre a influência das precipitações, pois não houve variações expressivas no número de bactérias, sendo que as médias mensais de chuvas entre os meses de janeiro a setembro de 2015 variaram entre 0,7 a 6,7mm (UNESP, 2016).

Outro fato importante a destacar é em relação a permanência dos micro-organismos nessas águas, ou seja, de terem sido detectados em uma análise e não na semana seguinte e, voltar a aparecer noutra coleta, isto é, com intervalos de mais de uma semana como no caso de lotes do assentamento Estrela da Ilha, local esse em que as avaliações foram semanais.

Esse fenômeno pode estar associado ao tempo de vida das bactérias do grupo coliformes, os quais são relativamente curtos e são determinados pelas condições encontradas nesses ambientes secundários (FRANCO & LANDGRAF, 2008).

As bactérias pertencentes ao grupo coliformes, quando fora de seus ambientes primários (intestino de animais de sangue quente), têm um tempo de vida consideravelmente curto, podendo variar entre 1 a 3 meses e, muitas vezes, menos ainda se não houver oferta de alimentos suficientes (EDBERG *et al.*, 2000), fato esse que explica o pouco tempo de vida nesses ambientes, o que provavelmente não tem causado surto de doenças nesses locais.

De modo geral, é comum o desconhecimento da população em relação a qualidade da água consumida, pois as pessoas, geralmente, acreditam no que

veem e no que sentem ao consumir o alimento, pois se não apresenta sabor e cor diferenciados, consomem sem preocupação.

Outro fator que faz com que as pessoas consumam água sem se atentar a sua qualidade, é a confiança na procedência do líquido, pois se são tratadas, acreditam que não precisam fazer mais nenhum tipo de tratamento (fervura, filtração ou cloração) e, se são coletadas dos poços, creem que não precisam de maiores cuidados porque conhecem a fonte (CAMPOS *et al.*, 2008), o que as colocam em risco iminente de contrair doenças de veiculação hídrica.

E, por não conhecerem os sintomas das doenças de veiculação hídrica, como: problemas gastrointestinais; infecções; febre; dentre outras, essas pessoas já podem ter sofrido com essas manifestações, porém ter associado a qualquer outra enfermidade que não seja atrelada a água contaminada.

Procedimentos simples como higienização e manutenção das tubulações de água, torneiras e caixas d'água das propriedades, podem trazer resultados bastante satisfatórios na redução ou eliminação total desses patógenos, contudo essas pessoas precisam se inteirar mais sobre esses acontecimentos.

Ademais, a falta de surtos frequentes de doenças de veiculação hídrica nos locais contribui para que os produtores pensem erroneamente sobre a qualidade da água a qual consomem (MANKE *et al.*, 2010).

Segundo pesquisas realizadas comparando métodos simples de desinfecção da água, tais como: fervura, filtração e cloração com pastilhas de cloro, comprovaram que os mesmos possuem grande eficácia na eliminação de patógenos e na redução da turbidez da água (VIDAL *et al.*, 2016).

CONCLUSÕES

Diante do trabalho realizado nos dezoito lotes rurais, constatou-se que 100% dos mesmos estão fora dos padrões de potabilidade conforme a legislação vigente,

indicando a necessidade de trabalhos de monitoramento da qualidade da água consumida no meio rural.

É importante que seja criado um

canal de comunicação entre os vários setores (Universidade, Poder Público e população rural) que criem medidas preventivas contra a contaminação dessas águas por bactérias do grupo coliformes e por outros tipos de micro-organismos responsáveis por doenças entéricas.

Cuidados como a manutenção das tubulações que cortam as propriedades e levam água dos poços à caixas d'águas, assim como, também, nas propriedades que recebem água do sistema de abastecimento

público, são extremamente importantes para conservar a qualidade da água.

Além do mais, a conservação das caixas d'águas e das torneiras poderão contribuir para a eliminação das bactérias.

É extremamente relevante que as pessoas entendam que basear-se somente no que veem e no que sentem ao consumirem a água, da mesma forma que confiar apenas na procedência do líquido é um risco que precisa e pode ser evitado.

AGRADECIMENTOS

À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior – CAPES pela Bolsa de Pesquisa para execução deste trabalho.

À Pró- Reitoria de Extensão Universitária da UNESP pelo suporte no material de laboratório.

REFERÊNCIAS

ALEIXO, B.; REZENDE, S.; PENA, J.L.; ZAPATA, G.; HELLER, L. Direito humano em perspectiva: desigualdades no acesso à água em uma comunidade rural do nordeste Brasileiro. **Revista Ambiente & Sociedade**, v. 19, n. 1, p. 63-82, 2016. Disponível em: <http://www.scielo.br/pdf/asoc/v19n1/pt_1809-4422-asoc-19-01-00063.pdf>. Acessado em: 12 abr. 2016.

AMERICAN PUBLIC HEALTH ASSOCIATION – APHA- **Standard methods for the examination of water and wastewater**. 20.ed. Washington: American Public Health Association; American Water Works Association; Water Environment Federation. 1325p, 1999.

BARCELLOS, C.M.; ROCHA, M. da; RODRIGUES, L.S.; COSTA, C.C.; OLIVEIRA, P.R.; SILVA, I. J.; JESUS, E.F.M.; ROLIM, R.G. Avaliação da qualidade da água e percepção higiênico-sanitária na área rural de Lavras, Minas Gerais, Brasil. **Caderno de Saúde Pública**, v. 22, n. 9, p. 1967-1968, 2006. Disponível em: <

<http://www.scielo.br/pdf/%0D/csp/v22n9/21.pdf>>. Acessado em: 12 abril 2016.

BRASIL (2011). Portaria nº 2.911 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. Portaria n. 2.914, de 12 dezembro de 2011. **Diário Oficial da União**, n. 239, 14 dez. 2011. Seção 1, p. 39-46.

BUGNO, A.; ALMODÓVAR, A. A. B.; PEREIRA, T. C.; AURICCHIO. Detecção de bactérias gram-negativas não fermentadoras em água para diálise. **Revista do Instituto Adolfo Lutz**, v. 66, n. 2, p. 172-175, 2007. Disponível em: <periodicos.ses.sp.bvs.br/pdf/ria/v66n2a14.pdf>. Acessado 06 março de 2017.

CAMPOS, A.; GIARETTA, N.L.; ROTTA, M.; BECEGATO, V.; MACHADO, W.C.P.; ONOFRE, S.B. Caracterização microbiológica da água do meio rural da região sudoeste do Paraná. Geoambiente on-line - **Revista eletrônica do Curso de Geografia do Campus Jataí- Goiás-UFG**. n. 11, p. 206-220,

2008. Disponível em: <<https://revistas.ufg.emnuvens.com.br/geoambiente/article/view/25973/14942>>. Acessado em 16 de janeiro de 2016.
- CANAL, N. Caracterização de Resistência antimicrobianos e diversidade genética em *Escherichia coli* isolada de amostras de água da Lagoa dos Patos, RS. Porto Alegre: Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul. 98 p. **Dissertação Mestrado**, 2010.
- CETESB. Qualidade das águas subterrâneas do estado de São Paulo 2010-2012. São Paulo: **Série Relatórios ISSN/0103-4103**, 242 p, 2013.
- EDBERG, S.C., RICE E.W.; KARLIN, R.J.; ALLEN, M.J. *Escherichia coli*: the best biological drinking water indicator for public health protection. **Journal of Applied Microbiology, Oxford**, v. 88, p. 106-116, 2000. Disponível em: <<http://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1111/j.1365-2672.2000.tb05338.x/pdf>>. Acessado em: 22 de março de 2016.
- FRANCO, B.D.G.M.; LANDGRAF, M. **Microbiologia dos alimentos**. São Paulo: Atheneu. 182 p, 2008.
- FRANCO, R.A.M.; HERNADEZ, F.B.T. Qualidade da água para irrigação na microbacia do Coqueiro, estado de São Paulo. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**. V. 13, n. 6, p. 772-780, 2009. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/rbeaa/v13n6/v13n6a16.pdf>>. Acessado em: 06 de março de 2017.
- GOOGLE MAPS -Localização de Ilha Solteira/SP, 2016. Disponível em: <<https://www.google.com.br/maps/place/Ilha+Solteira++SP/@-20.4377944,-51.359229,16280m/data=!3m1!1e3!4m5!3m4!1s0x9499f8719482b45b:0x2763c44fdc87bc75!8m2!3d-20.4323064!4d-51.3487221>>. Acessado em: 6 de junho de 2016.
- IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Ilha Solteira. Infografos: Dados Gerais dos Municípios, 2016. <<http://www.cidades.ibge.gov.br/painel/painel.php?lang=&codmun=352044&search=|info%EFicos:-dados-gerais-do-munic%EDpio>>. Acessado em: 8 de maio de 2016.
- LIBÂNIO, M. **Fundamentos de qualidade e tratamento de água**. Campinas: Átomo, 444 p, 2005.
- LIMA, J.O.G.; FRANÇA, A.M.M.; LOIOLA, H.G. Implicações Hidroquímicas da Condutividade Elétrica e do Íon Cloreto na Qualidade das Águas Subterrâneas do Semiárido Cearense. **Revista Virtual de Química**. V. 6, n. 2, p. 279-292, 2014. Disponível em: <<http://rvq.s bq.org.br/imagebank/pdf/v6n2a08.pdf>>. Acessado em: 3 de março de 2016.
- MANKE, E. B.; PRIEBE, P. dos S.; SANTOS, J. P. dos; DUBOW, M.; SOUZA, M. F. de. Qualidade da água: qual a percepção do agricultor? In: CONGRESSO DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA, 19., 2010, Pelotas. **Anais...** Pelotas: Universidade Federal de Pelotas, 2010. Disponível em: <http://wp.ufpel.edu.br/rhima/files/2010/09/Emanuele-EN_00110.pdf>. Acesso em: 1 de novembro de 2016.
- MELO, C.A.; MOREIRA, A.B.; BISINOTI, M.C. Perfil espacial e temporal de poluentes nas águas da Represa Municipal de São José do Rio Preto, São Paulo, Brasil. **Revista Química Nova**, v. 32, n. 6, p.1436 – 1441, 2009. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/qn/v32n6/14.pdf>>. Acessado em: 8 de março de 2017.
- MONTEIRO, A.B.; DINIZ, J.A.O.; FILHO, F.L.C. Regressão e Validação do Modelo de Correlação entre CE e STD: Uma Contribuição ao Estudo do Aquífero Cabeças. Sudeste da Bacia Sedimentar do

Parnaíba – PI. **Revista Águas Subterrâneas: Suplemento - XVIII** Congresso Brasileiro de Águas Subterrâneas, 2014. Disponível em: <<https://aguassubterraneas.abas.org/asubterraneas/issue/view/1303>>. Acessado em 4 de abril de 2016.

ORIGINPRO 2015. Copyright© 1991-2014 OriginLab Corporation, 2015.

SILVA, N.; JUNQUEIRA, V.C.A.; SILVEIRA, N.F.A.; TANIWAKI, M.H.; SANTOS, R.F.S.; GOMES, R.A.G.; OKAZAKI, M. M. Manual de Métodos de Análise Microbiológica de Alimentos e Água. São Paulo: Logomarca Varela, 317 p. 2010.

UNESP. Dados Climáticos Diários – Estação Ilha Solteira de 26 de janeiro a 14 de setembro de 2015, 2016. Disponível em: <http://clima.feis.unesp.br/recebe_formulario.php>. Acessado em 8 de junho de 2016.

VIDAL, A.P.; GÓMES-DÍAS, J.; SALAMANCA-ROJAS, K.L.; ROJAS-TORRES, L.Y. Evaluación del tratamiento de agua para consumo humano mediante filtros Lifestraw[®] y Olla Cerámica Evaluation of drinking-water treatment by Lifestraw and Ceramic-pot filters. **Revista de Salud Pública**, v. 18, n. 2, p. 275-289, 2016. Disponível em: <<http://www.scielo.org.co/pdf/rsap/v18n2/v18n2a11.pdf>>. Acessado em: 14 de junho de 2016.