

QUALIDADE DA ÁGUA SUBTERRÂNEA E TRATAMENTO SIMPLIFICADO PARA ABASTECIMENTO HUMANO DO INSTITUTO ETERNA MISERICÓRDIA DE LAVRAS-MG

DOI: 10.19177/rgsa.v8e32019566-581

**Paola Gonçalves Ribeiro¹, Ivonaldo Pereira²
Caio César Andrade dos Santos³, Camila Silva Franco⁴
Rosângela Francisca de Paula Vitor Marques⁵**

RESUMO

Sistemas de saneamento descentralizados em áreas escassamente povoadas pode promover abastecimento de água potável, simplificado e a baixo custo. O Instituto de Acolhimento e Recuperação Eterna Misericórdia (IAREM), em Lavras-MG, é uma associação civil, sem fins lucrativos, que acolhe cerca de 60 homens em situação social precária. Nesse sentido, objetivou-se avaliar a situação da qualidade de água de abastecimento proveniente de poço subterrâneo e propor melhorias visando garantir fornecimento de água potável de qualidade. Foram coletadas amostras dos poços semi-artesiano e artesiano e em três pontos de consumo do IAREM, no período seco e chuvoso. Foram realizadas análises de potabilidade de água segundo os padrões de potabilidade da Portaria 2914/2011 do Ministério da Saúde. Para amostras positivas de coliformes termotolerantes, realizou-se ensaios de desinfecção por meio de radiação UV. Observaram-se valores médios de Manganês e coliformes termotolerantes acima dos padrões estabelecidos pela Portaria MS 2914/2011. A desinfecção por radiação ultravioleta mostrou-se eficaz na inativação de coliformes termotolerantes para uma lâmina de 20 cm e 120 s de exposição em ensaios experimentais. No entanto, a cloração também é sugerida também como alternativa para o processo de desinfecção da água de abastecimento do IAREM.

Palavras-chave: Saneamento rural. Sistemas descentralizados. Desinfecção.

¹ Engenheira Ambiental e Sanitarista. Universidade Federal de Lavras. E-mail: paolagribeiro76@gmail.com

² Graduando em Engenharia Ambiental e Sanitarista. Universidade Federal de Lavras. E-mail: ivonaldopereira2@hotmail.com

³ Biólogo, Mestrando em Sustentabilidade em Recursos Hídricos, Universidade Vale do Rio Verde – Unincor. E-mail: professoracaiocesar@hotmail.com

⁴ Doutora em Recursos Hídricos em Sistemas Agrícolas, Professora Adjunta - Departamento de Engenharia, Universidade Federal de Lavras. E-mail: camila.sfranco@deg.ufla.br

⁵ Professora de tempo integral Universidade Vale do Rio Verde- UninCor. E-mail: roeflorestal@hotmail.com

GROUNDWATER QUALITY AND SIMPLIFIED TREATMENT FOR HUMAN SUPPLY OF THE LAVRAS-MG MERCY ETERNAL INSTITUTE

ABSTRACT

Decentralized sanitation systems in sparsely populated areas can promote simplified, low-cost drinking water supplies. The Institute of Eternal Misericórdia Reception and Recovery (IAREM), in Lavras-MG, is a non-profit civil association that welcomes about 60 men in precarious social situation. In this sense, the objective was to evaluate the quality of supply water from underground wells and to propose improvements to ensure the supply of quality drinking water. Samples were collected from semi-artesian and artesian wells and in three points of consumption of IAREM, in the dry and rainy season. Water potability analyzes were performed according to the potability standards of Ordinance 2914/2011 of the Ministry of Health. For positive samples of thermotolerant coliforms, UV disinfection tests were performed. Mean values of Manganese and thermotolerant coliforms above the standards established by Ordinance MS 2914/2011 were observed. Ultraviolet disinfection proved effective in inactivating thermotolerant coliforms for a 20 cm slide and 120 s exposure in experimental assays. However, chlorination is also suggested as an alternative to the IAREM supply water disinfection process.

Keywords: Rural sanitation. Decentralized systems. Disinfection.

1 INTRODUÇÃO

A escassez e a baixa qualidade dos recursos hídricos tornaram-se um dos sérios problemas mundiais e vem aumentando em função de diversos fatores como a poluição e contaminação das águas, o crescimento da demanda em algumas localizações em função de aglomerados urbanos, desenvolvimento industrial e agrícola. Esses fatores aliados aos custos econômicos elevados dos sistemas de tratamento contribuem para que o abastecimento de água enfrente dificuldades, sobretudo em regiões periféricas e áreas rurais.

O déficit no abastecimento de água potável no Brasil atinge principalmente as periferias urbanas, as pequenas comunidades e o meio rural. A ausência de fornecimento de água em quantidade e qualidade suficiente leva à busca por fontes de qualidade sanitária duvidosa, as quais podem ser captadas de córregos, rios,

minas, poços freáticos ou subterrâneos e são consumidas na maioria das vezes sem nenhum tipo de tratamento.

De acordo com a Fundação Nacional da Saúde (FUNASA, 2016), 66,6% dos domicílios nas áreas rurais captam água de chafarizes, poços ou diretamente de cursos de água sem nenhum tratamento ou de outras fontes alternativas inadequadas para o consumo humano. Dessa forma, aumenta-se o risco de ocorrência de doenças de veiculação hídrica, tais como: diarreia, amebíase, ascaridíase, esquistossomose, cólera, giardíase, teníase e disenterias.

Segundo MIRANDA (2004) cerca de 30% da água potável encontra-se no subterrâneo e parte dela é consumida pelas pessoas por conta de sua qualidade e por ter baixo custo. E muito se faz uso dessa água em zonas rurais por não possuírem acesso à rede pública de abastecimento conforme menciona Melgaço et al. (2008).

Em estudo realizado na área urbana de Anastácio-MS por Capp et al. (2012), em que avaliou-se a qualidade da água e fatores de contaminação de poços rasos, foi constatado que 58,3% dos consumidores consideravam a água de boa qualidade caso estivesse apenas aparentemente limpa e sem sabor. Essa percepção permite que a água seja consumida sem nenhum tipo de tratamento prévio, maximizando o risco de veiculação de doenças. No entanto, existem diversos métodos de tratamento de água a nível doméstico, isso é, no local de uso.

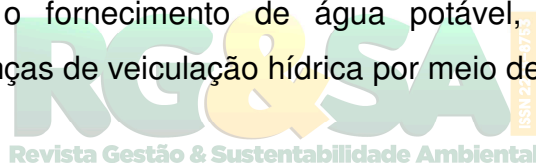
No estudo realizado por Soto et al. (2006) em escolas públicas da zona rural de Ibiúna, SP, as quais utilizavam água de poço como sistema alternativo de abastecimento sem nenhum tipo de tratamento, foi verificado a presença de coliformes totais e termotolerantes em 90% e 82% respectivamente das amostras de água analisadas. Esse resultado evidencia que o risco de ocorrência de veiculação hídrica em áreas rurais tende a ser alto, especialmente em função da contaminação de águas captadas em poços velhos, com vedação insuficiente e construídos em locais impróprios, como áreas de pastagem e fossas.

Diante dessa realidade, vê-se a necessidade de intervenções, da implantação de políticas públicas e de estudos em sistemas descentralizados de captação e tratamento de água para as populações residentes em áreas rurais. Dentre os métodos utilizados para tratamento convencional de água (clarificação, filtração e desinfecção), a desinfecção é responsável pela inativação de diversos microrganismos patogênicos e consequente minimização de doenças de veiculação

hídrica. Como agente desinfetante, o cloro é o mais utilizado nos sistemas de tratamento de água do mundo (FUNASA, 2014). No entanto, a radiação ultravioleta vem sendo bastante utilizada em substituição à cloração por não formar subprodutos potencialmente carcinogênicos.

Em Lavras, MG, o Instituto de Acolhimento e Recuperação Eterna Misericórdia (IAREM) é uma instituição sem fins lucrativos com o objetivo de acolher a homens de 40 a 60 anos que estejam em situação social vulnerável (moradores de rua e/ou dependência química). Localizada na zona rural do município, abriga 60 homens nas dependências: alojamento, lavanderia, cozinha, pomar, horta, jardim. A produção de hortaliças e frutas, criação de animais, limpeza, atividades religiosas e acompanhamento médico e psicológico são algumas atividades dos acolhidos. Assim como as demais residências rurais, o instituto enfrenta dificuldades com o saneamento básico.

Nesse contexto, este trabalho teve como objetivo avaliar a qualidade de água subterrânea proveniente e a de consumo humano do IAREM e propor melhorias no sentido de garantir o fornecimento de água potável, diminuindo o risco de disseminação de doenças de veiculação hídrica por meio de tratamento simplificado.



2 MATERIAL E MÉTODOS

2.1 Caracterização da Área de Estudo

O trabalho foi conduzido no Instituto de Acolhimento e Recuperação Eterna Misericórdia (IAREM) em Lavras-MG. A Comunidade Eterna Misericórdia é uma associação civil, sem fins lucrativos, sem cunho político, visando à promoção humana e social, prestando acolhimento a homens de 40 a 60 anos que estejam em situação social precária (moradores de rua e/ou dependência química). A sede está em implantação no meio rural (localidade de Ponte Alta, município de Lavras-MG) com capacidade para atender cerca de 60 pessoas. A Comunidade Eterna Misericórdia está situada nas coordenadas geográficas 21° 16' de latitude (S) e 45° 01' de longitude (O). (RIBEIRO et al , 2018)

A captação de água para abastecimento da comunidade ocorre em poço tubular de 60m de profundidade, com vazão média de 3500 L h⁻¹ por bomba de 1

cv O funcionamento da bomba hidráulica é de cerca de 8 horas por dia e não há controle do nível do poço. Anteriormente ao período do mês de abril de 2016, a captação de água para abastecimento era realizada em poço semi-artesiano com vazão média de 5000 L dia⁻¹, cuja bomba funcionava 24 horas por dia.

Após a captação, a água é aduzida por tubo de PVC de 50 mm para quatro reservatórios de 5000 L cada, fabricados em poliéster reforçado em fibra de vidro. Dois reservatórios são destinados ao abastecimento do alojamento (dormitórios) e os outros dois, ao abastecimento do refeitório e à irrigação da horta e do pomar.

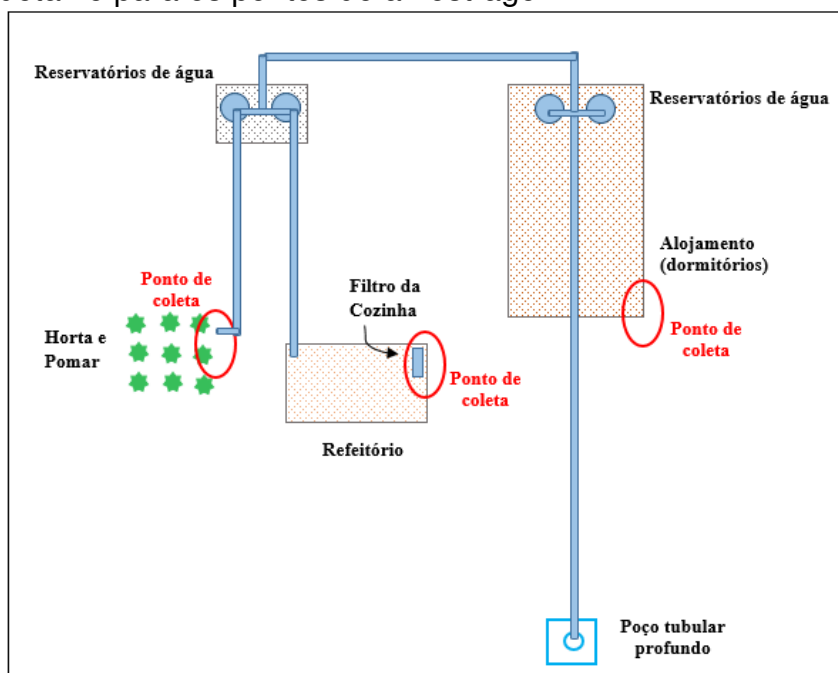
Segundo Ribeiro et al (2018), o consumo de água pela comunidade ocorre sem tratamento prévio, sendo feita somente a utilização de filtros com material filtrante cerâmica (vela) para o consumo direto de água.

2.2 Coletas e Tratamento dos Dados

As coletas para análise de água foram realizadas no período de fevereiro a julho de 2016, de forma a compreender os períodos chuvosos e de seca, totalizando 7 amostragens, em três pontos de consumo do IAREM: filtro do refeitório, alojamento (dormitórios) e irrigação(Figura 1) e na captação de poço semi-artesiano realizadas duas amostragens e na captação de no poço tubular profundo cinco amostragens. As análises foram realizadas em triplicata no Laboratório de Água do Núcleo de Engenharia Ambiental e Sanitária do Departamento de Engenharia, na Universidade Federal de Lavras.

Os procedimentos de coleta e preservação das amostras foram executados segundo a NBR 9898 (ABNT, 1987). Foram coletados 500mL de água em cada ponto de consumo em recipientes de polietileno previamente esterilizados. Para a coleta realizou-se o procedimento de deixar a água escoar pela tubulação por cerca de dois minutos, tempo suficiente para eliminar água estagnada na tubulação.

Figura 1 – Croqui do sistema de abastecimento de água do IAREM, com detalhe para os pontos de amostragem.



Fonte: Do autor (2016).

As amostras foram posteriormente refrigeradas a 4°C até serem analisadas. As análises foram realizadas por metodologia Standard of Methods (APHA/AWWA/WEF, 2005) e as variáveis analisadas segundo a Portaria 2914/2011 do Ministério da Saúde são apresentados na Tabela 1.

Tabela 1 – Variáveis de qualidade de água e metodologia de análise.

Variáveis	Metodologia de análise
Dureza	Titulometria com EDTA
Manganês	Colorimetria por Oxidação periodato
Ferro	Colorimetria por Fenantrolina
Ph	Potenciometria
Turbidez	Turbidímetro de bancada (±0,01)
Cor	Espectrofotometria
Coliformes totais e termotolerantes	Tubos múltiplos
Cloretos	Titulometria
Sólidos dissolvidos	Filtração à vácuo e gravimetria
Nitrato	Espectrofotometria

Os resultados obtidos foram tratados por estatística descritiva: média, desvio padrão e coeficiente de variação e posteriormente comparados aos padrões de potabilidade da Portaria 2914 do Ministério da Saúde (BRASIL, 2011).

2.3 Desinfecção com Radiação Ultravioleta

Havendo a identificação de coliformes termotolerantes na água de abastecimento, foram realizados ensaios de desinfecção em um reator de radiação UV de bancada para avaliar o potencial uso deste sistema de desinfecção no instituto em regime de batelada. O reator foi estruturado em fibra de vidro, com dimensões de 1,0 m x 0,2 m x 0,3 m (comprimento, largura e altura) e capacidade máxima de 60 L, além de possuir régua de nível e três torneiras de saída: a 6, 13 e 20 cm do fundo do tanque. Na parte superior do reator foi acoplada a lâmpada UV-C de 15 W do tipo arco de mercúrio de baixa pressão, da marca Philips (FIGURA 2). A lâmpada operou de modo emerso, ou seja, acima do nível de água.

Figura 2 – Detalhe da lâmpada UV e demais instalações do reator



Fonte: Do autor (2016).

Foram realizados três ensaios de desinfecção com amostras de água do ponto de uso da irrigação, proveniente do poço tubular profundo. O volume (40 L) de amostra utilizado em cada ensaio foi acondicionado em dois galões (20 L) de polipropileno previamente lavados com água destilada e limpos com álcool 70%.

Inicialmente, efetuou-se a limpeza do reator com água destilada e desinfecção prévia pelo acionamento da lâmpada por 15 minutos, anteriores ao ensaio, para aquecimento. Em seguida, a amostra de água foi transferida para o interior do reator. Os tempos de exposição à radiação UV empregados foram de 30, 60 e 120 segundos e a altura da lâmina líquida foi de 20 cm para todos os ensaios de desinfecção.

Após cada tempo de exposição, alíquotas da água foram coletadas através da torneira de saída para avaliação da eficiência de inativação de microrganismos indicadores. Os microrganismos avaliados foram as bactérias do grupo Coliformes termotolerantes pelo método de tubos múltiplos (APHA/AWWA/WEF, 2005).

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

3.1 Qualidade da Água

Os valores médios resultantes das 2 campanhas (total de 6 amostras) realizadas na água de abastecimento captada em poço semi-artesiano e das 5 campanhas (total de 15 amostras) realizadas na água de abastecimento captada em poço tubular profundo são apresentados na Tabela 3.

Observou-se que os valores médios de manganês e coliformes termotolerantes estão acima dos limites estabelecidos pela Portaria 2914 do Ministério da Saúde nos dois poços de captação de água. De forma geral, a água captada possui baixa turbidez e cor, apresentando aspecto de pura. No entanto, a presença de coliformes termotolerantes direciona para uma intervenção.

Vale ressaltar ainda a melhora na qualidade da água de abastecimento após a troca de manancial (de poço semi-artesiano para artesiano – poço profundo). Ao realizar captação de água subterrânea em poço mais profundo, observou-se diminuição dos valores de Mn, sólidos dissolvidos, coliformes termotolerantes e nitrato. O aumento no valor de dureza na água no poço artesiano é natural e não ultrapassa os padrões de potabilidade. Capp et al (2012), em avaliação da qualidade da água de poços rasos na área urbana de Anastácio, MS, encontraram valores

médios para dureza abaixo de 73,8 mg L⁻¹ para 9 poços analisados e valores entre 140,1 mg L⁻¹ e 165,8 mg L⁻¹ para os outros 3 poços analisados.

Tabela 3 – Resultados das análises de água para abastecimento captada em poço semi artesiano e em poço tubular profundo.

Variável	Água captada em poço semi artesiano		Água captada em poço tubular profundo	
	Valor médio	CV (%)	Valor médio	CV (%)
Cor (uH)	2,02±0,31	15,47	2,31±0,39	17,13
Turbidez (UNT)	0,10±0,01	11,48	0,38±0,25	66,10
pH	6,40±0,40	6,22	6,93±0,64	9,30
Fe (mg L ⁻¹)	0,06±0,01	23,40	0,05±0,01	28,28
Mn (mg L ⁻¹)	1,19±0,69	58,30	0,26±0,11	40,62
Sólidos dissolvidos (mg.L ⁻¹)	96,67±15,28	15,80	95,89±13,72	14,31
Dureza (mg L ⁻¹)	45,67±13,67	29,94	60,67±10,68	17,60
Cloretos (mg L ⁻¹)	21,22±3,65	17,18	21,90±4,19	19,15
Coliformes termotolerantes (NMP 100 mL ⁻¹)	Cinco amostras positivas (3,5x10 ³)		Cinco amostras positivas (8,3x10 ²)	
Nitrato	5,31±1,47	27,73	3,60±1,50	41,58

CV: Coeficiente de variação

Fonte: Do Autor (2017). *Revista Gestão & Sustentabilidade Ambiental*

Com relação ao Mn, é frequente verificar valores maiores para captações subterrâneas, em comparação a captações superficiais, uma vez que a água está diretamente em contato com o solo e com minerais. As concentrações desse elemento em períodos chuvosos também tendem a aumentar. No entanto, não há riscos sanitários para os valores encontrados, podendo apenas causar alguns inconvenientes, como manchas em roupas e utensílios, sabor desagradável e depósitos em tubulações.

Viana (2016) avaliando a adsorção de Mn em filtro com vela de cerâmica com interior de carvão ativado em tratamento descentralizado, constatou boa eficiência na remoção desse metal quando utilizada amostras de água subterrânea captada de poço tubular profundo da Comunidade Eterna Misericórdia. A eficiência média obtida foi de aproximadamente 60%.

Valores positivos para coliformes termotolerantes são indicadores de contaminação fecal e presença de microrganismos patogênicos, os quais oferecem risco à saúde da população abastecida. A contaminação pode ocorrer quando não

observadas a localização e a manutenção dos poços, somadas à falta de conservação dos reservatórios de armazenamento de água e à ausência de práticas higiênico-sanitárias.

Embora o sumidouro do esgoto esteja localizado há cerca 200 m de distância a montante dos poços de captação, um estudo da pluma de contaminação pode avaliar a possibilidade de contaminação da água de abastecimento.

Os dois poços de captação para abastecimento de água do IAREM apresentam falhas na instalação, operação e proteção. Apesar de possuírem laje de proteção sanitária, os poços foram perfurados em área de pastagem e não são protegidos contra o acesso de animais e de pessoas não autorizadas, além de não haver sinalização informativa sobre o local.

O poço tubular profundo apresenta tubulação para medição e acompanhamento do nível do poço, porém esse monitoramento não é feito. Os dois poços não possuem hidrômetros nem horímetros. Houve relato dos moradores de falta de água no período em que era feita a captação no poço semi-artesiano. Também verificou-se que não há nenhum sistema de desinfecção, conforme previsto pela NBR 12212 (ABNT, 1992) e NBR 12244 (ABNT, 1992).

Quanto à conservação dos quatro reservatórios de armazenamento de água da comunidade, foi relatado que a última limpeza havia sido realizada há cerca de 8 meses. A frequência mínima segura sugerida é de 6 meses.

A percepção errônea de grande parte da população rural de que captações subterrâneas não merecem a mesma atenção que captações superficiais impede que os consumidores tratem essa água. Em estudo conduzido por Rocha et al. (2006) na área rural de Lavras, MG, foram constatados que apenas 7% dos entrevistados ferviam a água de consumo e 20% utilizavam cloro como método de eliminar microrganismos da água. 67% relataram que somente características físicas como cor, odor, sabor e material em suspensão são importantes para avaliar a qualidade; e os outros 33% demonstraram preocupação com desinfecção ou contaminação. Os autores verificaram que 93% das amostras de água analisadas apresentaram número de coliformes termotolerantes acima do permitido pela legislação.

A diferença encontrada nos resultados de coliformes termotolerantes para a água captada em poço semi-artesiano, com 83,33% de amostras positivas e para a água captada em poço tubular profundo, com 33,33% de amostras positivas sugere

influência da sazonalidade e da profundidade dos poços. O verão na região é caracterizado por temperaturas mais elevadas e maior intensidade pluviométrica, as quais favorecem a proliferação de microrganismos. Cappi, Carvalho e Pinto (2006) também encontraram maiores concentrações do grupo coliformes em águas de poços rasos em áreas rurais no verão quando comparadas à estação do inverno. Quanto à profundidade dos poços, entende-se que essa possa reduzir a possibilidade de contaminação por substâncias que possuem pouca mobilidade no solo.

Neste contexto, sugere-se, portanto, a instalação de uma unidade de desinfecção na captação dos poços subterrâneos. Esta desinfecção pode ser realizada por meio de cloração ou radiação ultravioleta, uma avaliação das duas possibilidades se apresenta na sequência.

3.2 Desinfecção com Radiação Ultravioleta e cloração

Os resultados dos ensaios de desinfecção obtidos, variando-se o tempo de exposição à radiação UV em 30, 60 e 120 s estão apresentados na Tabela 4.

Tabela 4 – Resultados dos ensaios de desinfecção.

Ensaio	Tempo de exposição (s)	Coliformes Termotolerantes (NMP100 mL ⁻¹)	Eficiência (%)
1	0	0,9.10 ²	-
	30	1,4	98,44
	60	0	100,00
	120	-	-
2	0	9,5.10 ³	-
	30	7,5.10 ²	92,11
	60	1,5.10	98,00
	120	0	100,00
3	0	0,3.10 ²	-
	30	0,4	98,67
	60	0	100,00
	120	-	-

Fonte: Do autor (2017).

A exposição à radiação ultravioleta promoveu inativação completa dos coliformes termotolerantes nos ensaios 1 e 3 para o tempo de 60 s e no ensaio 2 para o tempo de 120 s. Pode-se observar que o tempo de exposição à radiação UV

apresentou influência positiva sobre a inativação de coliformes termotolerantes, enquanto que a concentração desse grupo de bactérias apresentou efeito inverso nos ensaios. Neste sentido, um reator com lâmpada UV-C germicida é capaz de desinfetar a água de captação do IAREM para uma lâmina de 20 cm e tempo de exposição de 120s. Estes dados podem ser utilizados para o dimensionamento do reator.

Souza, Sartori e Daniel (2000) utilizaram a radiação ultravioleta na desinfecção de águas com turbidez de 2 NTU e contaminadas com *E. coli* e obtiveram 99,99% de inativação dessa bactéria em 20 s. Em estudo semelhante, Lobo, Costa e Wisbeck (2009) verificaram 99,995% de inativação de *E. coli* sob exposição de radiação UV por 60 s em amostras diluídas, com concentração celular de 0,01 g/L e turbidez de 0,8 NTU. As diferenças nos tempos de exposição encontrados possivelmente devem-se às diferentes doses de radiação, de concentrações bacterianas e de lâminas de água no reator.

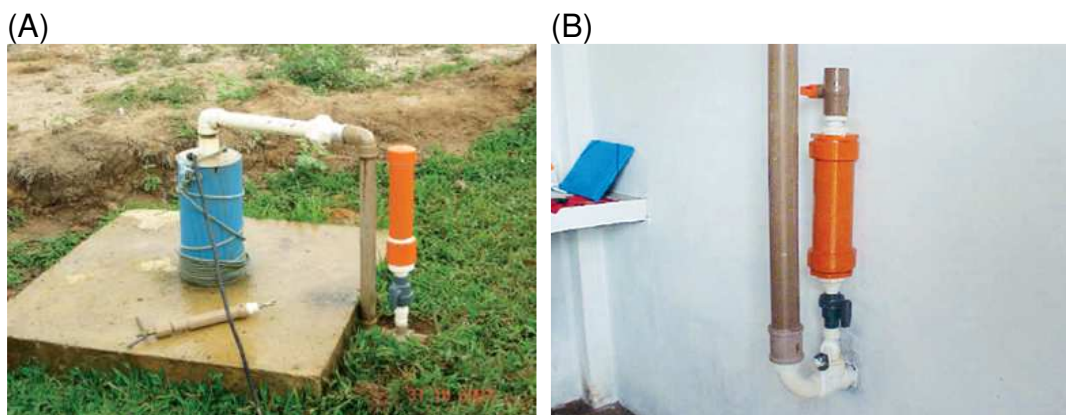
A cloração, como alternativa ao uso de radiação ultravioleta, também é sugerida para o processo de desinfecção da água de abastecimento da comunidade Eterna Misericórdia. Compostos com propriedades carcinogênicas como os trihalometano podem se constituir como subprodutos da cloração em águas que apresentam teor de matéria orgânica (AGUIAR, 2002). Essa pode estar presente nas frações de sólidos dissolvidos e de sólidos suspensos (VON SPERLING, 2005). No entanto, de acordo com a Tabela 3, os valores médios de sólidos dissolvidos, de turbidez e de cor são baixos e não sugerem alta concentração de matéria orgânica na água, portanto a cloração é também um método sugerido para a desinfecção destas águas. Análises de Demanda Química de Oxigênio podem auxiliar na avaliação do potencial de formação de trihalometanos.

Em estudo realizado por Soto et al. (2007), puderam constatar que a implantação de um sistema alternativo de cloração e fluoretação na água consumida de poços rasos em escolas da zona rural do município de Ibiúna –SP promoveu eliminação total de coliformes fecais e níveis adequados de flúor. A partir desses resultados, houve um ganho de saúde por meio da possível redução de quadros de diarreia e vômitos, especialmente nas crianças que consumiam esta água.

Em manual elaborado pela Fundação Nacional da Saúde (2014), um clorador simplificado para captações de águas subterrâneas foi desenvolvido como solução alternativa de tratamento de água em áreas rurais ou de difícil acesso.

O funcionamento do clorador se dá pelo uso de solução de hipoclorito de cálcio na dosagem de aproximadamente $1,0 \text{ mg L}^{-1}$, de modo que resulte num teor de, no mínimo, $0,2 \text{ mg L}^{-1}$ em toda a extensão da rede de distribuição e reservatório. A instalação do clorador pode ser feita na saída do poço ou na subida do reservatório de água, como observada nas Figuras 3 e 4, respectivamente.

Figura 3a – Clorador na saída do poço.e b) Clorador na subida do reservatório.



Fonte: FUNASA (2014)

Neste caso, é importante controlar a concentração de cloretos afim de evitar prejuízos às culturas irrigadas mais sensíveis ao cloro. De acordo com Dias e Blanco (2010), o cloreto é deslocado facilmente com a água do solo e absorvido pelas raízes e translocado às folhas. As frutíferas, dentre elas o abacateiro, os citros, a videira e hortaliças, como a batata doce, são culturas afetadas por íons cloreto.

Uma alternativa neste sentido é promover a cloração apenas nas tubulações que abastecem o alojamento e o refeitório.

4 CONCLUSÕES

No IAREM, verificou-se que as condições construtivas e de manutenção dos poços subterrâneos favoreceram a vulnerabilidade de contaminação das águas subterrâneas por microrganismos patogênicos. A falta de limpeza dos reservatórios de água e o seu consumo sem nenhum tipo de tratamento prévio foram fatores determinantes na qualidade da água, principalmente devido à presença de

coliformes termotolerantes observada na água de consumo. A construção de um poço tubular mais profundo contribuiu para melhora na qualidade da água, embora ainda se faça necessária a desinfecção.

Diante desse contexto e da inexistência do processo de desinfecção no sistema de abastecimento de água da comunidade Eterna Misericórdia, propôs-se duas alternativas de tratamento. A desinfecção por radiação ultravioleta mostrou-se totalmente eficaz na inativação de coliformes termotolerantes para uma lâmina de 20 cm e 120 s de exposição em ensaios experimentais realizados em laboratório. No entanto, para uma possível implantação em escala real, sugere-se a continuação do estudo para determinação das melhores condições de operação do reator. A desinfecção por cloração também foi recomendada e se constitui como uma opção fácil, eficiente e de baixo custo, desde que sejam observados os riscos de toxicidade às plantas irrigadas.

REFERÊNCIAS



AMERICAN PUBLIC HEALTH ASSOCIATION / AMERICAN WATER WORKS ASSOCIATION / WATER ENVIRONMENT FEDERATION. Standard methods for the examination of water and wastewater. 21th ed. Washington, 2005.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 12212: Projeto para captação de água subterrânea.** Rio de Janeiro, 1992. 5p.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 12244: Construção de poço para captação de água subterrânea.** Rio de Janeiro, 1992. 6p.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 9898: preservação e técnicas de amostragem de efluentes líquidos e corpos receptores.** Rio de Janeiro, 1987. 22p.

AGUIAR, A. M. S. et al. 2002. Avaliação do emprego da radiação ultravioleta na desinfecção de águas com turbidez e cor moderadas. **Engenharia Sanitária e Ambiental**, 7:37-47.

BRASIL. Ministério da Saúde. Portaria 2.914 de 12 dezembro de 2011. Dispõe sobre os procedimentos de controle e de vigilância da qualidade da água para consumo humano e seu padrão de potabilidade. Disponível em: <http://bvsms.saude.gov.br/bvs/saudelegis/gm/2011/prt2914_12_12_2011.html>. Acesso em: 16 out. 2016.

CAPP et. al. Qualidade da água e fatores de contaminação de poços rasos na área urbana de Anastácio (MS). **Geografia Ensino & Pesquisa**. v. 16, n. 3. p. 77-92, set/dez. 2012.

CAPPI, N; CARVALHO, E. M. de; PINTO, A. L. Influência de uso e ocupação do solo nas características químicas e biológicas das águas de poços na bacia do córrego Fundo, Aquidauana, MS. In: SIMPÓSIO DE GEOTECNOLOGIAS NO PANTANAL, 1, 2006, Campo Grande. Anais... Campo Grande: Embrapa Informática Agropecuária/INPE, 2006, p. 38-46.

DIAS, N. da S., BLACO, F. F. Efeitos dos sais no solo e na planta. In: GHEYI, H. R.; DIAS, N. da S.; LACERDA, C. F de (Ed.). Manejo de salinidade na agricultura: estudos básicos e aplicados. Fortaleza, INCTSal, 2010. p.129-141.

FUNDAÇÃO NACIONAL DE SAÚDE – FUNASA. Manual de Cloração de Água em Pequenas Comunidades Utilizando o Clorador Simplificado Desenvolvido pela Funasa. Brasília, 2014. Disponível em: <http://www.funasa.gov.br/site/wp-content/files_mf/manualdecloracaodeaguaempequenascomunidades.pdf>. Acesso em: 30 de out. 2016

FUNDAÇÃO NACIONAL DE SAÚDE – FUNASA. **Panorama do Saneamento Rural no Brasil**. Brasília, 2016. Disponível em: <<http://www.funasa.gov.br/site/engenharia-de-saude-publica-2/saneamento-rural/panorama-do-saneamento-rural-no-brasil/>>. Acesso em: 23 out. 2016

LOBO, M. G.; COSTA, B. P. da; WISBECK, E. Avaliação da desinfecção de água por reator utilizando radiação ultravioleta. **Revista de Ciências ambientais**, v.3, p.1981-8858, 2009

MELGAÇO, C. A. S.; OLIVEIRA, M. L. D.; FORTUNA, D. B. S.; FORTUNA, J. L. Pesquisa de coliformes termotolerantes e bactérias aeróbias mesófilas em uma fonte pública de água do município de Teixeira de Freitas, BA. **Revista Higiene Alimentar**. v. 22, edição temática n. 1, p. 72-80, 2008.

MIRANDA, E. E.; A água na natureza e na vida dos homens. Aparecida: Ideias e Letras. 2004. 141.

RIBEIRO, P. G. et al. Sistema de abastecimento e qualidade da água de consumo do alojamento IAREM em Lavras – MG. **Sustentare**. v. 2, n. 1, p. 1 -20, 2018.

ROCHA, C. M. B. M. et al. Avaliação da qualidade da água e percepção higiênico-sanitária na área rural de Lavras, Minas Gerais, Brasil, 1999- 2000. **Caderno de Saúde Pública**, São Paulo, v. 22, n. 9, p. 1967-1978, 2006.

SOTO, F. R. M. et al. Monitoramento da qualidade de água de poços rasos de escolas públicas da zona rural do município de Ibiúna/SP: parâmetros microbiológicos, físico-químicos e fatores de risco ambiental. **Revista Instituto Adolfo Lutz**, v.65, n.2, p.106-111, 2006.

SOTO, F. R. M. et al. Programa de saneamento da água de poços rasos de escolas públicas rurais do município de Ibiúna-SP. **Revista Ciência em Extensão**, Assis, v.3, n. 2, p.10-20, 2007.

SOUZA, J. B.; SARTORI, L.; DANIEL, L. A. 2000. Influência da cor e turbidez na desinfecção de águas de abastecimento utilizando-se cloro e radiação ultravioleta. In: XXVII CONGRESSO INTERAMERICANO DE ENGENHARIA SANITÁRIA E AMBIENTAL, 2000, Porto Alegre. p. 1-6

VIANA, A.C.A. Tratamento de água domiciliar: eficiência de filtros de vela de cerâmica e carvão ativado. 2016. 52p. Trabalho de Conclusão de Curso – Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2016.

VON SPERLING, M. **Introdução à qualidade das águas e ao tratamento de esgotos**. 2. ed. Editora: UFMG, 1996. 2ªedição 2005.

