AVALIAÇÃO DA POTABILIDADE DE ÁGUA SUBTERRÂNEA DESTINADA AO CONSUMO HUMANO

Deusmaque Carneiro Ferreira¹, Alex Garcez Utsumi¹, Michel Cristeinsen Silva²,
Mauro Luiz Begnini³

1 Professor Pesquisador da Universidade Federal do Triângulo Mineiro – UFTM, Uberaba - Brasil (deusmaque@hotmail.com).

2 Graduando em Engenharia Química, Universidade de Uberaba – UNIUBE, Uberaba -Brasil.

3 Prof. Pesquisador da Universidade de Uberaba – UNIUBE, Uberaba -Brasil.

Recebido em: 08/09/2015 – Aprovado em: 14/11/2015 – Publicado em: 01/12/2015
DOI: http://dx.doi.org/10.18677/Enciclopedia_Biosfera_2015_012

RESUMO

O consumo de água subterrânea é uma prática que vem sendo difundida largamente entre a população e a qualidade dessas águas está diretamente ligada a questões de saúde pública e ambiental. O objetivo do presente estudo foi analisar a potabilidade da água subterrânea destinada ao consumo humano, de duas minas de uma cidade no interior de Minas Gerais. Na análise das amostras de água coletadas nas minas foi empregado o *Standart Methods for the Examination of Water and Wastewater, 20th edition*, em estudo longitudinal. Em relação aos parâmetros físico-químicos e microbiológicos analisados, a maioria apresentou valores em consonância com a legislação para potabilidade da água, embora, o pH e as análises de coliformes termotolerantes mostraram-se fora dos padrões máximos permitidos pela Portaria nº 2.914, de 12 de dezembro de 2011, do Ministério da Saúde. Após análise conjunta dos resultados físico-químicos e microbiológicos, verificou-se que as amostras de água dessas duas minas encontram-se comprometidas por microrganismos patogênicos, com isso, essas águas subterrâneas não podem ser destinadas ao consumo humano.

PALAVRAS-CHAVE: Água subterrânea, água contaminada, água da mina, saúde pública

EVALUATION OF THE POTABILITY OF UNDERGROUND WATER DESTINED FOR HUMAN CONSUMPTION

ABSTRACT

Groundwater consumption is a practice which has been widespread among the population and the quality of this water is directly linked to environmental and public health issues. The aim of this study was to assess the potability of ground water intended for human consumption from two mines of a city in Minas Gerais. In the analysis of water samples collected in the mines was the Standard Methods for the Examination employee of Water and Wastewater, 20th edition, in a longitudinal study. With regard to physical, chemical and analyzed microbiological parameters, most had values in line with the rules for drinking water quality, although the pH and

thermotolerant coliform analysis proved to be out of the maximum standards allowed by Ordinance No. 2.914, of 12 December 2011, of Ministry of Health. After joint analysis of physical, chemical and microbiological results, it was found that the water samples of these two mines are endangered by pathogens, thus, these groundwater may not be intended for human consumption.

KEYWORDS: Groundwater, public health, mine water, contaminated water.

INTRODUÇÃO

As águas subterrâneas, assim como os recursos hídricos como um todo, são objetos de preocupação e estudos, uma vez que, o crescimento urbano desordenado, ao gerar concentração de poluentes que são mal gerenciados, cria um ambiente propício à poluição das reservas hídricas subterrâneas. Com isso, destaca-se a relevância de novas pesquisas que objetivem verificar a vulnerabilidade dessas reservas (LÖBLER et al., 2014).

Os primeiros registros do gerenciamento do uso da água vêm desde as civilizações mesopotâmicas e egípcias, em que há relatos da preocupação coletiva em relação à qualidade da água utilizada, dos perigos e doenças vinculadas. Já eram utilizadas práticas de purificação e acondicionamento, como o armazenamento em vasos de cobre e a filtragem por carvão ou cascalho. No Brasil, durante todo o período colonial, mesmo com a intensa exploração dos recursos naturais, não foi imposta nenhuma ação a respeito de saneamento no país (AZEVEDO NETTO, 1984).

Os poços e minas são fontes de água largamente usadas pela população brasileira para consumo. A água subterrânea é captada normalmente de aquíferos livres em função da menor dificuldade de captação e baixo custo, embora, seja mais suscetível a contaminação pela proximidade da superfície (ASSIS DA SILVA, 1999). Águas Subterrâneas são todas as águas que se encontram abaixo da superfície da terra, preenchendo os poros vazios das rochas sedimentares ou das fraturas e falhas das rochas compactadas. Essas águas cumprem uma fase do ciclo hidrológico, uma vez que, constituem uma parcela da água precipitada (ABAS, 2015).

As atividades humanas representam um elevado risco aos aquíferos e às águas subterrâneas. Entre as principais fontes de contaminação dos mananciais no país, estão: a construção de poços, esgotos domésticos e industriais, resíduos sólidos, atividades agrícola, postos de combustíveis, mineração e cemitérios. A proteção dos recursos hídricos subterrâneos é bastante crítica, pois, os custos de remediação de aquíferos são altos e tecnicamente são muito difíceis, levando-se em conta sua recuperação para as condições originais (ZOBY, 2015).

Segundo FREITAS et al. (2011), apesar de todos os esforços para armazenar e campanhas de conscientização para diminuir o seu consumo, a água está se tornando, gradativamente um bem escasso, e sua qualidade se deteriora cada vez mais rápido.

Atualmente, a tecnologia avançada empregada nas estações de tratamento de água (ETA) melhorou e muito os parâmetros físico-químicos e microbiológicos da água para consumo. Entretanto, é pior a qualidade das águas nos rios, córregos e lençóis freáticos, uma vez que, as poluições lançam diretamente nesses corpos d'água, sem tratamento prévio, uma elevada carga poluidora, resíduos tóxicos e materiais de difícil biodegradabilidade, comprometendo assim a qualidade da água até mesmo para as gerações futuras (CAMPOS et al., 2011).

Em se tratando de doenças de causas imediatas e até mesmo as que levam à morte, contaminantes biológicos na água são quase sempre muito mais importantes do que os químicos. Na verdade, muitos dos microrganismos em águas subterrâneas estão presentes como resultado de contaminação por fezes humanas e de animais. Vale ressaltar que apesar das técnicas bem desenvolvidas para a desinfecção de águas, de acordo com a Organização Mundial de Saúde, cerca de 4500 crianças morrem diariamente por doenças gastrointestinais em consequências de águas poluídas e sanidade inadequada (BAIRD & CANN, 2011).

Atualmente, no Brasil a garantia de consumo humano de água segundo os padrões de potabilidade adequados é questão relevante para a saúde pública. Esses padrões são estabelecidos pela Portaria nº 2.914, de 12 de dezembro de 2011, do Ministério da Saúde, a qual estabelece que o município deva obedecer às normas vigentes de água utilizada para consumo humano. A atribuição desses padrões confere a instância municipal e, também, a responsabilidade da gestão dos serviços de saneamento. Embora, não exclua os níveis estadual e federal de atuar no estabelecimento de diretrizes, seja da assistência técnica ou da legislação (D'AGUILA et al., 2000).

O objetivo do presente estudo foi analisar a potabilidade de água subterrânea destinada ao consumo humano, de duas minas de uma cidade no interior de Minas Gerais.

MATERIAL E MÉTODOS

As minas onde foram coletadas as amostras de água foram selecionadas através da bacia hidrográfica do município de Uberaba, Minas Gerais. Ambas fazem parte do mesmo manancial hidrográfico. A mina 1 é denominada de Horto Municipal e a mina 2 de Universitário, nomes atribuídos pela população local. Essas duas minas representam pontos de grande acessibilidade pela população na área urbana da cidade de Uberaba. A Figura 1 representa a localização dos pontos de coleta nessas referidas minas. As amostras foram coletadas semanalmente de janeiro de 2013 a dezembro de 2014. No total, foram coletadas 105 amostras em cada uma das minas, sendo que, na primeira quinzena do mês de janeiro de 2013, as amostras foram coletadas no período da manhã, na segunda quinzena desse mês as coletas foram realizadas no período da tarde. No mês seguinte, as amostras foram coletadas no período da tarde na primeira quinzena e no período da manhã na segunda quinzena, as demais coletadas seguiram esse padrão de amostragem. Isso possibilitou a avaliar a contaminação nessas duas minas em condições climáticas diferentes e realizar um estudo longitudinal a respeito da qualidade da água dessas minas.

FIGURA 1. Mostra a localização no mapa dos pontos de coleta das águas subterrâneas de duas minas localizadas no perímetro urbano da cidade de Uberaba, MG.

Fonte: Os autores.

Os parâmetros analisados para cada uma das amostras coletadas foram de caráter microbiológico (Coliformes termotolerantes) e físico-químico (pH, metais tóxicos, turbidez, oxigênio dissolvido e dureza). Todas as análises foram realizadas em triplicata. Os procedimentos de coleta, tempo para análises e armazenamento das amostras foram seguidos na íntegra conforme descrito no *Standart Methods for the Examination of Water and Wastewater, 20th edition* e estão relacionados no quadro 1.

QUADRO 01. Análises e métodos utilizados.

Análise	Método
Coliformes termotolerantes	Técnica de tubos múltiplos
Dureza	Método Titulométrico
Gás oxigênio dissolvido	Método Winkler
pH	Método eletrométrico
Turbidez	Método espectrofotométrico
Cd	Espectroscopia de Absorção Atômica
Cr	Espectroscopia de Absorção Atômica
Fe	Espectroscopia de Absorção Atômica
Mn	Espectroscopia de Absorção Atômica
Pb	Espectroscopia de Absorção Atômica

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Parâmetros Microbiológicos

A Tabela 1 mostra os valores médios mensais de contaminação por coliformes termotolerantes das minas 1 e 2 de janeiro a dezembro de 2013. A Tabela 2 mostra esses resultados microbiológicos de janeiro a dezembro de 2014. A técnica empregada nessas análises foi a de tubos múltiplos.

TABELA 1: Resultados de tubos múltiplos das amostras de água, coletadas nas minas 1 e 2, em área urbana, no município de Uberaba/MG de janeiro a Dezembro de 2013.

Fonte	Contaminação por Coliformes termotolerantes em 2013 (NMP/mL)											
	Jan	Fev	Mar	Abr	Maio	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez
Mina1	>16	□ 16	9,2	9,2	9,2	9,2	9,2	16	9,2	9,2	9,2	>16
Mina 2	16	16	9,2	9,2	16	16	9,2	16	16	9,2	9,2	16

TABELA 2 ; Resultados de tubos múltiplos das amostras de água, coletadas nas minas 1 e 2, em área urbana, no município de Uberaba/MG de janeiro a dezembro de 2014.

Fonte	Contaminação por coliformes termotolerantes em 2014 (NMP/mL)											
	Jan	Fev	Mar	Abr	Maio	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez
Mina1	16	>16	>16	>16	16	9,2	9,2	9,2	9,2	9,2	16,0	16,0
Mina 2	>16	>16	9,2	>16	>16	16	16	9,2	16	16	9,2	9,2

As amostras de água oriundas da mina 1(Horto Municipal) foram as mais contaminadas, no início da amostragem, por coliformes termotolerantes. Os cinco tubos analisados apresentaram-se contaminados. Na mina 2 (Universitário), Tabela 1, quatro dos cinco tubos estavam contaminados por Coliformes termotolerantes, nos meses analisados. Os resultados da Tabela 2 (coletas realizadas no ano de 2014) pouco diferem dos resultados referentes ao ano de 2013 (Tabela 1), isso mostra, claramente, que a contaminação nessas duas minas por coliformes termotolerantes segue uma distribuição sazonal.

A portaria 2914/2011 do Ministério da Saúde visa que para o consumo humano, a água potável deve estar em conformidade com o padrão microbiológico, valor máximo permitido esteja na ausência em 100 mL no parâmetro *Escherichia coli* ou coliformes termotolerantes. Neste caso, foram analisados coliformes termotolerantes que apresentam bactérias do grupo *Escherichia coli*, sendo o principal representante do grupo coliforme. Das análises feitas, as duas minas apresentam-se contaminadas nos anos de 2013 e 2014 por coliformes termotolerantes, ficando assim fora dos parâmetros tolerados de potabilidade da água para consumo humano.

Vale destacar também que para esse tipo de estudo longitudinal, as variações dos resultados microbiológicos encontrados para as minas 1 e 2 ao longo dos meses de estudos, retratam diretamente a influência do clima. Já que, nos períodos de estiagem há uma redução na quantidade de água que percola da superfície para os reservatórios subterrâneos, diminuindo assim a disseminação de coliformes termotolerantes da superfície para esses reservatórios, alterando assim o número de bactérias por mL. O contrário se observa nos períodos mais chuvosos, onde a quantidade de água que percola da superfície é maior. Fatores geográficos também podem interferir levando a oscilações na contagem de bactérias nessas águas subterrâneas. Nesse contexto, torna-se indispensável à observação nos critérios da legislação quanto ao monitoramento das possíveis fontes poluidoras já existentes no local dessas minas e às que ainda poderão se instalar (LÖBLER et al., 2014).

Parâmetros físico-químicos

A Tabela 3 apresenta os valores médios (pH, dureza, oxigênio dissolvido e turbidez) encontrados para as amostras de água coletadas na mina 1(Horto Municipal).

TABELA 3: Parâmetros Físico-químicos das amostras de água, coletadas na mina1, Horto Municipal, em área urbana, no município de Uberaba/MG de janeiro de 2013 a dezembro de 2014.

Parâmetros físico-químicos (Valor médio)	Meses de coleta na mina 1, no ano de 2013											
	Jan	Fev	Mar	Abr	Maio	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez
pH (*VMP 6-9,5)	5,87	5,95	5,91	5,89	5,64	5,90	5,45	5,87	5,45	5,48	5,78	5,71
Dureza (VMP= 500 mg L ⁻¹)	40	47	55	38	34	27	28	26	31	29	32	29
O ₂ dissolvido (mg L ⁻¹)	5,60	4,78	5,60	4,65	4,36	4,67	4,96	4,77	5,19	4,89	4,39	4,90
Turbidez (*VMP = 5 UNT)	1,50	1,74	1,36	1,07	2,30	2,49	2,85	2,15	2,30	2,70	2,25	1,89
Parâmetros físico-químicos (Valor médio)	Meses de coleta na mina 1, no ano de 2014											
	Jan	Fev	Mar	Abr	Maio	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez
pH (*VMP 6-9,5)	5,93	5,78	5,48	5,62	5,70	5,87	5,52	5,60	5,90	5,86	5,87	5,85
Dureza (VMP= 500 mg L ⁻¹)	39	46	51	41	36	32	29	30	33	32	35	31
O ₂ dissolvido (mg L ⁻¹)	5,30	5,10	5,12	4,90	4,86	4,75	5,13	5,00	5,11	4,93	4,54	4,81
Turbidez (*VMP = 5 UNT)	1,45	1,62	1,40	1,23	1,89	2,14	2,80	2,40	2,10	2,40	2,03	2,42

*VMP: valor máximo permitido de acordo com a Portaria nº 2.914, de 12 de dezembro de 2011, do Ministério da Saúde, em categoria de água para consumo humano.

A Tabela 4 apresenta os valores médios (pH, dureza, oxigênio dissolvido e turbidez) encontrados as amostras de água coletadas na mina 2(Universitário).

TABELA 4: Parâmetros Físico-químicos das amostras de água, coletadas na mina 2, Universitário, em área urbana, no município de Uberaba/MG de janeiro de 2013 a dezembro de 2014.

Parâmetros físico-químicos (Valor médio)	Meses de coleta na mina 2, no ano de 2013											
	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez
pH (*VMP 6-9,5)	5,49	5,14	5,68	5,47	5,64	5,50	5,79	5,94	5,48	5,87	5,76	5,69
Dureza (VMP= 500 mg L ⁻¹)	50	46	48	39	48	38	29	34	43	39	41	39
O ₂ dissolvido (mg L ⁻¹)	5,80	6,35	5,40	5,60	4,80	6,70	6,85	6,74	5,39	6,60	4,98	4,68
Turbidez (*VMP = 5 UNT)	1,18	1,75	2,10	1,30	1,50	1,78	2,00	2,50	2,91	1,78	2,17	2,55
Parâmetros físico-químicos (Valor médio)	Meses de coleta na mina 2, no ano de 2014											
	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez
pH (*VMP 6-9,5)	5,60	5,43	5,70	5,91	5,39	5,29	5,82	5,60	5,43	5,60	5,71	5,56
Dureza (VMP= 500 mg L ⁻¹)	55	51	54	45	41	44	41	40	47	40	37	46
O ₂ dissolvido (mg L ⁻¹)	5,34	5,76	5,55	5,91	5,30	6,25	6,45	6,00	5,85	6,15	5,34	5,97
Turbidez (*VMP = 5 UNT)	2,15	2,76	2,87	2,21	1,90	2,15	2,47	2,87	2,24	2,45	2,18	2,59

*VMP: valor máximo permitido de acordo com a Portaria nº 2.914, de 12 de dezembro de 2011, do Ministério da Saúde, em categoria de água para consumo humano.

Ambas as amostras apresentaram pH abaixo do permitido em todos os períodos de amostragem. A portaria 2914/2011 Ministério da Saúde recomenda que o pH para água de consumo seja mantido na faixa de 6,0 a 9,5. O pH é um parâmetro de extrema importância de avaliação de qualidade. O decréscimo de pH indica uma situação de desequilíbrio que pode ter várias causas. Uma delas é a contaminação do lençol freático por chorume ácido oriundo de efluentes industriais e domésticos, tendo em vista que as minas se localizam em área urbana onde são comuns tais atividades.

De acordo com a portaria vigente, o valor máximo recomendado de dureza para água de consumo é de 500 mg/L. Ambas as minas estão dentro dos padrões recomendados. Em relação a essa portaria não existem parâmetros para quantidade de oxigênio dissolvido em água para consumo.

A diferença de pressão parcial faz com que o oxigênio presente na atmosfera se dissolva na água. Os valores de O₂ dissolvido indicam características químicas como os efeitos de resíduos oxidáveis sobre as águas e a capacidade natural de manutenção de vida aquática (CETESB, 2011). As águas consideradas adequadas para consumo humano, normalmente, apresentam altos teores de oxigênio dissolvido, que quase atingem a saturação, exceto no caso das águas subterrâneas,

as quais são comuns uma menor concentração de O₂ dissolvido, devido à menor reaeração em relação às águas superficiais em canais aberto. Assim se comparado, as minas analisada apresentam baixas concentrações, porém, estão dentro da normalidade.

A turbidez consiste na presença de materiais sólidos em suspensão e também pela presença de algas, plâncton e matéria orgânica e outras substâncias presentes em efluentes domésticos e industriais, sendo um indicativo de poluição. Segundo SCHWARTZ et al. (2000) foi encontrada uma associação entre índices de turbidez e ocorrência de doenças gastrintestinais entre a população idosa na Filadélfia (EUA) no período de 1993-1993. Levando o valor máximo permitido de 5 UNT (2914/2011 do MS), as águas coletadas nas minas 1 e 2 de janeiro de 2013 a dezembro de 2014 estão dentro do limite de aceitação.

Os metais contribuem de forma relevante na contaminação no meio ambiente, sendo um reflexo de atividades industriais em que os utilizam de forma acelerada. Combinado com o descarte inapropriado de efluentes industriais, o uso desses metais podem se tornar um fator preocupante. As Tabelas 5 e 6 demonstram os teores dos metais cádmio (Cd), cromo (Cr), ferro (Fe), manganês (Mn), chumbo (Pb) encontrados nas amostras de água coletadas nas minas 1 e 2 respectivamente, de janeiro de 2013 a dezembro de 2014.

Tem-se estudado diversos aspectos sobre o acúmulo de metais nos sistemas aquáticos em relação aos efeitos de bioacumulação desses contaminantes nas cadeias alimentares. Vale destacar que apesar de alguns metais como o manganês, ferro e zinco possuírem papel fisiológico, micronutrientes, altas concentrações destes, podem ser prejudiciais (REINFELDER et al., 1998).

TABELA 5: Apresenta as concentrações dos metais analisados na mina 1 de janeiro de 2013 a dezembro de 2014.

Mês / Ano	Mina 1 (Valor médio (mg/L))				
	Cd	Cr	Fe	Mn	Pb
Jan/13 e Jan/14	<0,001	<0,01	0,109	0,144	0,186
Fev/13 e Fev/2014	<0,001	<0,01	0,115	0,135	0,147
Mar/13 e Mar/14	<0,001	<0,01	0,211	0,124	0,136
Abr/13 e Abr/14	<0,001	<0,01	0,178	0,136	0,01
Mai/13 e Maio/14	<0,001	<0,01	0,356	0,094	0,09
Jun/13 e Jun/14	<0,001	<0,01	0,366	0,040	0,163
Jul/13 e Jul/14	<0,001	<0,01	0,435	0,135	0,020
Ago/13 e Ago/14	<0,001	<0,01	0,785	0,117	0,057
Set/13 e Set/14	<0,001	<0,01	0,458	0,095	0,044
Out/13 e Out/14	<0,001	<0,01	0,312	0,147	0,073
Nov/13 e Nov/14	<0,001	<0,01	0,255	0,114	0,047
Dez/13 e Dez/14	<0,001	<0,01	0,117	0,099	0,056
VMP**	0,005	0,050	0,300	0,100	0,010

**VMP: Valor máximo permitido de acordo com a Portaria nº 2.914, de 12 de dezembro de 2011, do Ministério da Saúde, em categoria de água para consumo humano.

TABELA 6: Apresenta as concentrações dos metais analisados na mina 2 de janeiro de 2013 a dezembro de 2014

Mina 2 (Valor médio (mg/L))					
Mês /Ano	Cd	Cr	Fe	Mn	Pb
Jan/13 e Jan/14	<0,001	<0,01	0,047	0,184	0,328
Fev/13 e Fev/2014	<0,001	<0,01	0,065	0,186	0,233
Mar/13 e Mar/14	<0,001	<0,01	0,048	0,146	0,214
Abr/13 e Abr/14	<0,001	<0,01	0,076	0,168	0,225
Mai/13 e Maio/14	<0,001	<0,01	0,046	0,176	0,175
Jun/13 e Jun/14	<0,001	<0,01	0,025	0,100	0,163
Jul/13 e Jul/14	<0,001	<0,01	0,035	0,157	0,090
Ago/13 e Ago/14	<0,001	<0,01	0,076	0,097	0,085
Set/13 e Set/14	<0,001	<0,01	0,064	0,095	0,078
Out/13 e Out/14	<0,001	<0,01	0,046	0,149	0,089
Nov/13 e Nov/14	<0,001	<0,01	0,069	0,165	0,097
Dez/13 e Dez/14	<0,001	<0,01	0,071	0,046	0,078
VMP**	0,005	0,050	0,300	0,100	0,010

**VMP: Valor máximo permitido de acordo com a Portaria nº 2.914, de 12 de dezembro de 2011, do Ministério da Saúde, em categoria de água para consumo humano.

As concentrações de cádmio e cromo, minas 1 e 2 ao longo dos dois anos de estudo, ficaram abaixo do limite de detecção do método utilizado, logo, dentro dos padrões de aceitação especificados pelo Ministério da Saúde.

O ferro ocorre, principalmente, em águas subterrâneas pela reação entre os óxidos de ferro, constituintes das rochas, com o gás carbônico dissolvido nessas águas formando o carbonato ferroso. Mesmo sendo um elemento essencial à nutrição humana, altas concentrações provocaram características indesejadas na água como alteração da cor e sabor (CETESB, 2011). A portaria 2914/2011 MS regulamenta o valor máximo permitido para o ferro de 0,30 mg/L, logo percebe-se que na grande maioria do período analisado, o parâmetro está dentro dos limites exigidos. As variações podem ser explicadas em função do teor de gás carbônico dissolvido nessas águas subterrâneas, maior dissolução dos óxidos de ferro, uma vez que, a composição rochosa dessas duas minas é semelhante.

O manganês está presente em diversos produtos de uso industrial e doméstico, como ligas metálicas e produtos de limpeza. Na água pode ser encontrado em sua forma bivalente ou tetravalente. O manganês é um elemento essencial para nutrição humana, mas grandes concentrações podem alterar características, como por exemplo, o escurecimento da água (CETESB, 2011). Os teores de manganês encontrados em alguns meses ficaram acima do padrão de aceitação, que regulamenta segundo a portaria 2914/2011, o valor máximo aceitável de 0,10 mg/L. Porém, o teor de Manganês encontrado foi menor em outros meses, dentro dos padrões estabelecidos pelo Ministério da Saúde.

De acordo com portaria vigente os valores de Ferro e Manganês são aceitos valores acima dos valores máximos permitidos, desde que estejam complexados á produtos químicos de baixo risco à saúde e a concentração de ferro não ultrapasse 2,4 mg/L e manganês 0,4 mg/L. A presença do Chumbo na água ocorre por deposição atmosférica ou lixiviação do solo. O chumbo raramente é encontrado na água de distribuição, a não ser quando se utilizam encanamentos a base deste metal (CESTESB, 2011).

O chumbo possui característica acumulativa e pode afetar quase todos os órgãos e sistemas do corpo, mas o mais sensível é o sistema nervoso central, tanto em adultos como em crianças. Contatos prolongados levam a um envenenamento crônico denominado saturnismo (BAIRD & CANN, 2011). O padrão de potabilidade para o chumbo estabelecido pela Portaria 2914/2011 MS é de 0,01 mg/L.

Nas duas minas analisadas o teor de chumbo encontrado é preocupante. Concentrações encontradas, no início das amostragens (meses de janeiro) aproximadamente 19 vezes e 32,8 vezes acima do recomendado como na mina 1 e mina 2, respectivamente, revelam a contaminação da água por este metal tóxico. Provavelmente, a fonte de contaminação foi pontual, sendo que ambas as minas localizam em área urbana e podem estar sujeitas a contaminação por dejetos industriais. A contaminação dessas águas subterrâneas por chumbo é realmente preocupante, já que os resultados da amostragem de outros meses foram um pouco menores, porém, ainda acima do máximo permitido pela lei para consumo pela portaria do Ministério da Saúde.

CONCLUSÕES

Na maioria dos testes realizados, os resultados das análises de ambas as minas apresentaram conformidade com a portaria do Ministério da Saúde, entretanto, os teores de chumbo e os valores de coliforme termotolerantes encontrados ficaram acima do máximo permitido. Sendo assim, essas águas subterrâneas não podem ser destinadas ao consumo humano. Sabe-se que a utilização de águas de minas é de responsabilidade dos próprios usuários, porém, a fiscalização da qualidade e da utilização dessas fontes é das Secretarias Municipais de Saúde. Com isso, vale destacar que os resultados dessa pesquisa foram encaminhados para a Secretaria Municipal de Saúde de Uberaba para avaliação e providências, já que é direito de todos os cidadãos terem acesso a água potável.

AGRADECIMENTOS

A equipe do laboratório ambiental da Labfert Análises Ltda. pela concessão das análises dos metais, e a equipe do laboratório de microbiologia e análises físico-químicas da Universidade de Uberaba pelo auxílio nas análises microbiológicas.

REFERÊNCIAS

ASSIS DA SILVA, R. C. **Abrindo mão do direito ao consumo da água tratada: Feira de Santana – BA.** Monografia apresentada ao curso de especialização em Direito Sanitário. Departamento de Saúde, Universidade Estadual de Feira de Santana, 1999.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE ÁGUAS SUBTERRÂNEAS - ABAS (Org.). **Águas Subterrâneas.** Disponível em: <<http://www.abas.org/educacao.php>>. Acesso em: 20 de maio de 2015.

AZEVEDO NETTO, J. M. Cronologia do abastecimento de água até 1970. **Revista DAE**, v.44, n.137, 1984.

BAIRD, C.; CANN, M. **Poluição e purificação da água.** In: _____. Química Ambiental. 4.ed. Capítulo 14. Porto Alegre; Bookman, p.623-682.2011.

BRASIL. Ministério da Saúde. **Portaria 2.914, de 12 de dezembro de 2011**. Dispõe sobre os procedimentos de controle e vigilância da qualidade da água para o consumo humano e seu padrão de potabilidade. Brasília: Ministério da Saúde, 2011. Disponível em: <http://bvsms.saude.gov.br/bvs/saudelegis/gm/2011/prt2914_12_12_2011.html>. Acesso em: 20 de agosto de 2015.

CAMPOS, L.H.F et al. Suscetibilidade de *Ipomoea quamoclit*, *I. triloba* e *Merremia cissoides* aos herbicidas sulfentrazone e amicarbazone. **Planta Daninha**, v. 27, n. 4, 2011.

CETESB - Companhia de Tecnologia de Saneamento Ambiental. **Águas Superficiais**. São Paulo: 2011. <<http://www.cetesb.sp.gov.br/agua/%C3%81guas-Superficiais/34Vari%C3%A1veis-de-Qualidade-das-%C3%81guas>>. Acesso em: 25 de maio 2015.

D'AGUILA, P. S.; ROQUE, O.C.C.; MIRANDA, C.A.S.; FERREIRA, A.P. Avaliação da qualidade de água para abastecimento público do Município de Nova Iguaçu. **Cad. Saúde Pública**. v.16, n.3, p. 791-798. 2000.

FREITAS, M. B.; BRILHANTE, O. M.; ALMEIDA, L. M. Importância da análise de água para a saúde pública em duas regiões do Estado do Rio de Janeiro: enfoque para coliformes termotolerantes, nitrato e alumínio. **Cad. Saúde Pública**, v. 17, n. 3, p. 651-660, 2011.

LÖBLER, C.A.; SILVÉRIO, J.L.; TERRA, L.G. Mapeamento da vulnerabilidade das águas subterrâneas e uso do solo na área urbana do município de Nova Palma, RS. **Ciência e Natura**, v. 36, n. 2, p.587-592, 2014.

REINFELDER, J. R; FISHER, N.S.; NICHOLS, J.W.; WANG, W.X. Trace element trophic transfer in aquatic organisms: a critique of the kinetic model approach. **The Science of the Total Environment**. v. 219. p. 117-135, 1998.

SCHWARTZ, J; LEVIN R.; GOLDSTEIN R. Drinking Water turbidity and gastrointestinal illness in the elderly of Philadelphia. **Journal of epidemiology and Community Health**, p.45-51, 2000.

ZOBY, J. L. G. **Panorama da Qualidade das Águas Subterrâneas no Brasil**. 2015. Disponível em: <<http://aguassubterraneas.abas.org/asubterraneas/article/viewFile/23802/15867>>. Acesso em: 04 de junho de 2015.