

QUALIDADE DA ÁGUA BRUTA EM FUTURO MANANCIAL DE ABASTECIMENTO DE CIDADE DE PORTE MÉDIO DA ZONA DA MATA MINEIRA

Vívian Gemiliano Pinto¹; Ricardo Neves de Souza Lima²; Beatriz Figueiraujo Jabour Vescovi Rosa³; Amanda de Mello Viali⁴; Celso Bandeira de Melo Ribeiro⁵

Resumo

A água é essencial à manutenção da vida, devendo estar disponível em quantidade e qualidade para todos. Visando garantir a qualidade da água para abastecimento humano a Resolução Conama 357/2005 e a Portaria MS 2.914/2011 determinam a qualidade da água bruta e da água tratada respectivamente. Este trabalho tem como objetivo avaliar a qualidade da água bruta do Rio Paraibuna a montante e a jusante da cidade de Juiz de Fora, tomando por base a legislação vigente e as técnicas de tratamento disponíveis, uma vez que, em breve, este manancial será a principal fonte de abastecimento da cidade de Juiz de Fora, Minas Gerais. Também se avaliou o impacto que a cidade de Juiz de Fora causa no referido corpo hídrico, comparando-se duas estações fluviométricas da ANA, tendo em vista que outras cidades a jusante de Juiz de Fora também são abastecidas pelo mesmo manancial. Identificou-se que alguns parâmetros do manancial não se enquadram na Classe 2 e que o monitoramento de substâncias orgânicas, agrotóxicos e cianobactérias é negligenciado.

Palavras-Chave – água tratada, monitoramento.

RAW WATER QUALITY IN SOURCE FUTURE OF SUPPLY OF MIDDLE PORTE CITY OF ZONA DA MATA MINEIRA

Abstract

Water is essential to the maintenance of life, and should be available in quantity and quality for everyone. In order to guarantee the water quality for mankind, Resolution Conama 357/2005 and Decree 2.914/2011 MS determine the quality of the raw water and treated water respectively. This study aims to evaluate the quality of the raw water from the Paraibuna River both upstream and downstream from the city Juiz de Fora, based on current legislation and the treatment techniques available, since, soon, this will be the main source of supply for the city of Juiz de Fora, Minas Gerais. We have also assessed the impact that the city of Juiz de Fora has had on that body of water, by comparing two gauged stations ANA, considering that other downstream cities from Juiz de Fora are also supplied by the same source. Some parameters of the stock have been identified as not falling into Class 2 and the monitoring of organic substances, pesticides and cyanobacteria have been neglected.

Keywords – treated water, monitoring.

INTRODUÇÃO

O acesso à água potável segura é uma importante questão de saúde e desenvolvimento em níveis nacional, regional e local. Os investimentos em abastecimento de água e saneamento geram benefício econômico, inclusive com a redução de efeitos adversos para a saúde (WHO, 2011).

¹* Instituto Federal de Educação Ciência e Tecnologia do Sudeste de Minas Gerais – Campus Juiz de Fora. E-mail: viviangemiliano@gmail.com

² Universidade Federal de Juiz de Fora, Programa de Pós-Graduação em Ecologia. E-mail: riksou@yahoo.com.br

³ Universidade Federal de Juiz de Fora, Programa de Pós-Graduação em Ecologia. E-mail: beatrizjabour@yahoo.com.br

⁴ Universidade Federal de Juiz de Fora, Departamento de Engenharia Sanitária e Ambiental – ESA/UFJF. E-mail: amandaviali@gmail.com

⁵ Universidade Federal de Juiz de Fora, Departamento de Engenharia Sanitária e Ambiental – ESA/UFJF. E-mail: celso.bandeira@ufjf.edu.br

Normas de qualidade da água potável são boas ferramentas de proteção à saúde pública. Contudo outros mecanismos regulatórios relacionados à proteção dos recursos hídricos, infraestrutura, tratamento de água, distribuição, vigilância e resposta à contaminação potencial são fundamentais em uma perspectiva de garantia da qualidade da água tratada dentro de uma abordagem de múltiplas barreiras (WHO, 2011).

Neste contexto, este trabalho tem como objetivo identificar os parâmetros de qualidade da água bruta monitorados em duas estações fluviométricas da Agência Nacional de Águas - ANA no Rio Paraibuna, que se localiza na bacia do Rio Paraíba do Sul, e corta grande parte da cidade de Juiz de Fora (Minas Gerais), e compará-los aos padrões estabelecidos pela Resolução CONAMA 357/2005 e Portaria nº 2.914 do Ministério da Saúde, identificando se as concentrações da água bruta permite alcançar os Valores Máximos Permitidos – VMP para a água tratada, utilizando-se apenas o tratamento convencional. Pretende-se ainda avaliar o impacto que a cidade gera no manancial.

METODOLOGIA

Área de Estudo

A área de estudo do presente trabalho consistiu em dois pontos correspondentes as estações fluviométricas da ANA no rio Paraibuna - Estação Chapéu D'Uvas (Nº 5847000) e Estação Juiz de Fora Jusante (Nº 58480500), como pode ser observado na Figura 1.

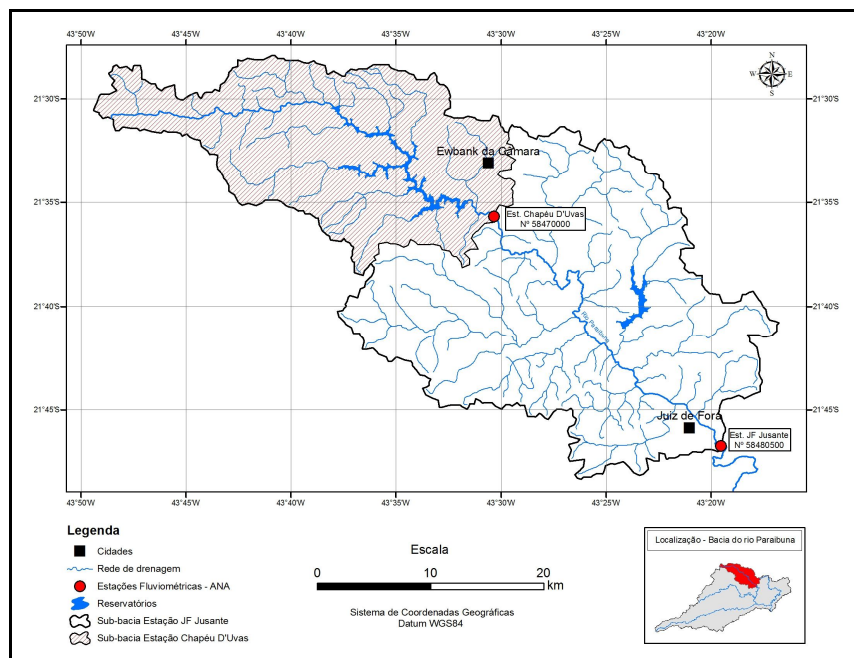


FIGURA 1 – Estações fluviométricas e respectivas áreas de contribuição.

A estação Chapéu D'Uvas localiza-se nas coordenadas de latitude 21° 46' 43.65" S e longitude 43° 19' 32.57" W, a jusante da barragem de Chapéu D'Uvas, no trecho superior do curso do rio Paraibuna. Sua área de contribuição é de cerca de 362 km², o que corresponde a 4,25% da área total da bacia do rio Paraibuna.

A estação Juiz de Fora Jusante localiza-se nas coordenadas de latitude 21° 46' 43.65" S e longitude 43° 19' 32.57" W, a jusante da área urbana do município de Juiz de Fora, no trecho médio

do rio Paraibuna. Sua área de contribuição é de aproximadamente 970 km², correspondendo a 11,4% da área total da bacia do rio Paraibuna.

Informações hidrológicas utilizadas

Os dados escolhidos para a avaliação hidrológica no trecho em estudo compreenderam os dados consistidos (dados corrigidos de possíveis falhas) de vazão diária (m³s⁻¹) para cada estação e dados brutos de qualidade da água disponibilizados pela ANA através do Sistema de Informações Hidrológicas – HIDROWEB.

Para a estação Chapéu D’Uvas os dados de qualidade da água abrangeram o período de 18/07/1985 à 05/03/2011. E para a estação Juiz de Fora Jusante os dados de qualidade da água abrangeram o período de 29/03/1973 a 04/03/2011.

Os parâmetros de qualidade utilizados no estudo são apresentados na Tabela 1, a seguir:

TABELA 1 – Parâmetros de qualidade da água utilizados

Parâmetros utilizados - qualidade da água			
pH	Cromo total (mg L ⁻¹ Cr)	Cádmio (mg L ⁻¹ Cd)	Alumínio (mg L ⁻¹)
Turbidez (FTU)	Cloretos (mg L ⁻¹)	Chumbo (mg L ⁻¹ Pb)	Arsênio (mg l ⁻¹)
Demanda Bioquímica de Oxigênio (mg L ⁻¹ O ₂)	Sulfatos (mg L ⁻¹)	Cobre (mg L ⁻¹ Cu)	Ferro Solúvel (mg L ⁻¹)
Oxigênio Dissolvido (mg l ⁻¹ O ₂)	Sulfetos (H ₂ S não dissociado) (mg L ⁻¹)	Merúrio (mg L ⁻¹ Hg)	Manganês (mg L ⁻¹)
Sólidos totais (mg L ⁻¹)	Fluoretos (mg L ⁻¹)	Zinco (mg L ⁻¹ Zn)	Níquel (mg L ⁻¹)
Fosfato total (mg L ⁻¹ P)	Cianetos (mg L ⁻¹)	Índice de fenóis (mg L ⁻¹ C ₆ H ₅ OH)	Bário (mg L ⁻¹)
Nitrogênio total (mg L ⁻¹ N)	Nitrogênio Amoniacal (mg L ⁻¹)	Coliformes fecais (NMP/100 ml)	Boro (mg L ⁻¹)
Nitratos (mg L ⁻¹ N)	Nitritos (mg L ⁻¹)	Óleos e graxas (mg L ⁻¹)	Selênio (mg L ⁻¹)

Os valores mínimos, máximos e médios dos parâmetros de qualidade da água obtidos de cada estação fluviométrica foram comparados com os padrões de potabilidade da água estabelecidos pela Portaria N° 2.914/GM de 2011 do Ministério da Saúde e com os limites de qualidade dos corpos d’água estabelecidos pela Resolução CONAMA N° 357/2005. Para a determinação dos valores mínimos e médios, para cada um dos parâmetros, foram excluídos os zeros, dadas as incertezas geradas por estes valores. Questiona-se se a análise laboratorial identificou zero, ou o parâmetro não foi medido, visto que, por exemplo, há dados de coliformes totais e termotolerantes zerados, o que não é possível em um corpo d’água natural.

Uma Análise de Componentes Principais – ACP foi realizada com os valores mínimos, máximos e médios de qualidade da água obtidos nas duas estações fluviométricas, seguida de uma análise de agrupamento – UPGMA com os três primeiros componente da ACP, a fim de se comparar os valores das variáveis físico-químicas medidas e verificar a existência de um padrão de similaridade entre as estações. Para estas análises foi utilizado o programa Past versão 2.10.

RESULTADOS E DISCUSSÕES

Qualidade da água bruta e sua adequação a Resolução CONAMA N° 357/2005

A Tabela 2 apresenta as concentrações mínimas, médias e máximas relativas à qualidade da água na estação da ANA à jusante de Chapéu D’Uvas e à jusante de Juiz de Fora, além dos valores

permitidos para cada um dos parâmetros pela Resolução CONAMA 357/2005 para corpos d'água Classe 2, que é o enquadramento exigido para o trecho estudado.

TABELA 2 – Comparação dos parâmetros de qualidade da água das estações fluviométricas com os limites estabelecidos pela Resolução CONAMA 357/05 para corpos d'água Classe 2.

Parâmetros	Est. Chapéu D'uvas			Est. Juiz de Fora Jusante			CONAMA 357/2005 (Classe 2)	
	Conc. Mín.	Conc. Máx.	Conc. Média	Conc. Mín.	Conc. Máx.	Conc. Média	Valores	
							mín.	máx.
pH	5,13	7,20	6,62	5,20	9,40	6,83	6	9
Turbidez (FTU)	4,77	95,00	19,28	6,98	267,00	41,00	-	100
DBO (mg L ⁻¹ O ₂)	0,80	10,29	2,78	2,70	54,00	12,68 ⁽¹⁾	-	5
OD (mg L ⁻¹ O ₂)	4,30	9,30	7,44	0,25	7,20	3,37 ⁽¹⁾	6	-
Sólidos totais (mg L ⁻¹)	31,00	91,00	50,15	58,00	343,00	139,00	-	500
Fosfato total (mg L ⁻¹ P)	5x10 ⁻³	2,33	0,086	0,01	0,75	0,25 ⁽¹⁾	-	0,1
Nitrogênio total (mg L ⁻¹ N)	0,09	2,60	0,5075	0,15	3,36	1,4856	-	3,7 para pH ≤ 7,5
Nitratos (mg L ⁻¹ N)	0,01	0,90	0,16	0,02	6,00	0,3516	-	10
Cádmio (mg L ⁻¹ Cd)	5x10 ⁻⁴	5x10 ⁻³	1x10 ⁻³ ⁽¹⁾	5x10 ⁻⁴	0,07	0,0213 ⁽¹⁾	-	0,001
Chumbo (mg L ⁻¹ Pb)	5x10 ⁻³	0,03	0,0164 ⁽¹⁾	5x10 ⁻³	0,30	0,0771 ⁽¹⁾	-	0,01
Cobre (mg L ⁻¹ Cu)	3x10 ⁻³	8,7x10 ⁻²	0,0090 ⁽¹⁾	0,0001	0,15	0,0220 ⁽¹⁾	-	0,009
Mercúrio (mg L ⁻¹ Hg)	1x10 ⁻⁴	0,20	0,0489 ⁽¹⁾	0,0001	0,20	0,0420 ⁽¹⁾	-	0,0002
Zinco (mg L ⁻¹ Zn)	2x10 ⁻³	0,20	0,0210	0,0070	0,40	0,0720	-	0,18
Índice de fenóis (mg L ⁻¹ C ₆ H ₅ OH)	1x10 ⁻³	4,20x10 ⁻²	0,0031 ⁽¹⁾	0,0010	0,0720	0,0054 ⁽¹⁾	-	0,003
Coliformes Termotolerantes (NMP/100 ml)	1,3	99990	4634 ⁽¹⁾	1,3	3000000	226.500 ⁽¹⁾	-	1000
Óleos e graxas (mg L ⁻¹)	0,00	24,00	1,9800 ⁽¹⁾	0,0000	44,00	3,4400 ⁽¹⁾	-	Virt, Ausentes
Cromo total (mg L ⁻¹ Cr)	5x10 ⁻³	8x10 ⁻³	0,0050	0,0050	0,10	0,0310	-	0,05
Cloreto (mg L ⁻¹)	0,30	6,98	1,5498	0,3100	88,58	7,8892	-	250
Sulfatos (mg L ⁻¹)	0,07	5,90	1,4770	1,3000	28,20	8,2396	-	250
Sulfetos (H ₂ S não dissociado) (mg L ⁻¹)	2x10 ⁻³	0,50	0,4502 ⁽¹⁾	0,0020	0,50	0,4137 ⁽¹⁾	-	0,002
Fluoretos (mg L ⁻¹)	0,01	0,07	0,0219	0,0100	0,14	0,0486	-	1,4
Cianetos (mg L ⁻¹)	0,01	0,01	0,0100 ⁽¹⁾	0,0100	0,03	0,0127 ⁽¹⁾	-	0,005
Nitrogênio Amoniacal (mg L ⁻¹)	0,01	1,62	0,2949	0,0250	4,50	1,3482	-	3,7 para pH ≤ 7,5
Nitritos (mg L ⁻¹)	1x10 ⁻³	0,06	0,0063	0,0020	5,50	0,4035	-	1
Alumínio (mg L ⁻¹)	0,01	2,75	0,5600 ⁽¹⁾	0,0400	11,25	1,1327 ⁽¹⁾	-	0,1
Arsênio (mg L ⁻¹)	3x10 ⁻⁴	0,05	0,0316 ⁽¹⁾	0,0003	0,05	0,0299 ⁽¹⁾	-	0,01
Ferro Solúvel (mg L ⁻¹)	0,05	1,93	0,5097 ⁽¹⁾	0,0004	1,42	0,5993 ⁽¹⁾	-	0,3

1)								
Manganês (mg L ⁻¹)	7x10 ⁻³	449x10 ⁻³	146,8x10 ^{-3 (1)}	1x10 ⁻³	1400x10 ⁻³	159,8x10 ^{-3 (1)}	-	100x10 ⁻³
Níquel (mg L ⁻¹)	4x10 ⁻³	27x10 ⁻³	7,4x10 ⁻³	2x10 ⁻³	24x10 ⁻³	6,4x10 ⁻³	-	25x10 ⁻³
Bário (mg L ⁻¹)	0,014	0,20	2,5x10 ⁻²	0,0250	0,20	0,0652	-	0,7
Boro (mg L ⁻¹)	0,02	0,10	4,8x10 ⁻²	0,01	0,10	0,0445	-	0,5
Selênio (mg L ⁻¹)	5x10 ⁻⁴	100x10 ⁻⁴	63x10 ⁻⁴	5x10 ⁻⁴	100x10 ⁻⁴	67x10 ⁻⁴	-	100x10 ⁻⁴

⁽¹⁾ Concentrações médias em desconformidade com a Resolução CONAMA 357/2005.

Uma grande quantidade de parâmetros da qualidade da água não atende ao enquadramento Classe 2. No grupo de parâmetros analisados, à jusante de Chapéu D'Uvas, 13 deles apresentam concentrações médias que não atendem ao enquadramento, e à jusante de Juiz de Fora, 16. Sendo que à jusante de Juiz de Fora as concentrações são mais altas: 5 concentrações médias se enquadram na classe 3. Os 11 parâmetros restantes apresentam concentrações médias que só se enquadrariam na classe 4.

Merecem destaque os coliformes termotolerantes, que tanto na estação Chapéu D'Uvas, quanto na estação à jusante de Juiz de Fora, excedem ao máximo permitido, inclusive para corpos d'água classe 3. Contudo, à jusante de Juiz de Fora sua presença é quase cem vezes maior que o máximo permitido para corpos d'água classe 3.

Por meio da análise de componentes principais foi possível observar a separação das estações de acordo com valores mínimos, médios e máximos das variáveis físico-químicas da água (Figura 2). Esse resultado foi confirmado pela análise de agrupamento (UPGMA) que mostrou um padrão de similaridade das estações de acordo com os valores mínimos (Chapéu D'Uvas – CD1 e Juiz de Fora – JF1) e médios (CD3 e JF3) das variáveis medidas; e forte dissimilaridade dos valores máximos das duas estações (CD2 e JF2), especialmente da estação Juiz de Fora Jusante (JF2), provavelmente em função dos seus elevados valores de turbidez, DBO, sólidos totais, nitrato, coliformes fecais, óleos e graxas, cloretos, sulfato e alumínio em relação aos valores máximos observados para a estação Chapéu D'Uvas (CD2) (Figura 3). Os resultados dessas análises confirmam o maior grau de urbanização desta sub-bacia e as elevadas concentrações de efluentes orgânicos e industriais, que em sua maioria, não passam por tratamento antes de serem lançados no manancial.

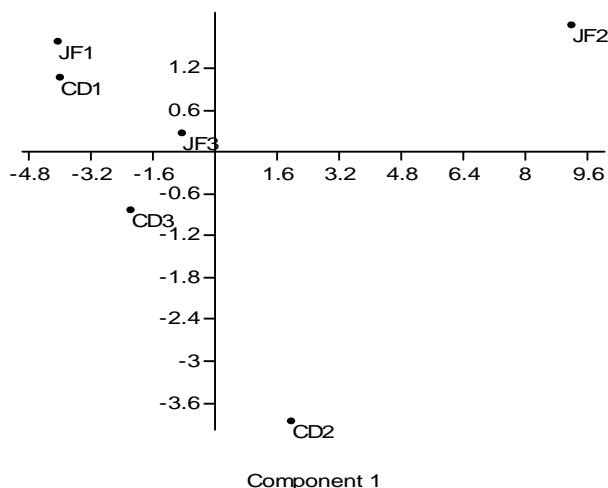


FIGURA 2 – Análise dos componentes principais (PCA) para os valores mínimo (1), máximo (2) e médio (3) para os parâmetros de qualidade da água medidos para as estações de Chapéu D’Uvas (CD) e Juiz de Fora a jusante (JF).

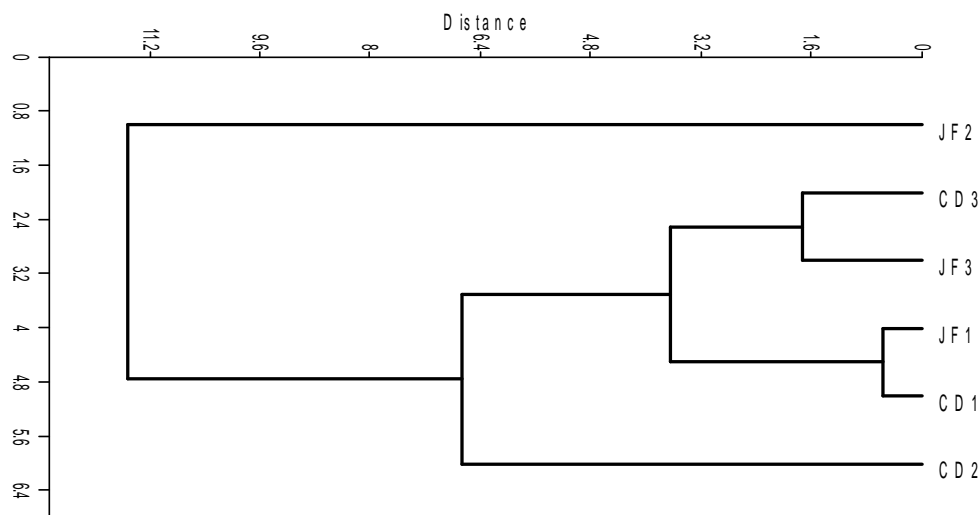


FIGURA 3 – Resultado da análise de agrupamento (UPGMA) para os parâmetros de qualidade da água medidos nas estações Chapéu D’Uvas (CD) e Juiz de Fora a jusante (JF). Coeficiente de similaridade: Distância Euclidiana; correlação cofenética = 0,95.

Qualidade da água bruta e sua adequação aos padrões de potabilidade

Observa-se que dos 82 parâmetros físico-químicos, determinados pela Portaria 2.914 do Ministério da Saúde, já excluídos os subprodutos da desinfecção, a Agência Nacional de Águas - ANA faz monitoramento apenas de um número reduzido de parâmetros, sendo que a maior carência se concentra nos agrotóxicos e substâncias orgânicas. Dos 27 agrotóxicos determinados pela Portaria, apenas há registro de monitoramento, nestas duas estações, do aldrin e do lindano, sendo que estas análises foram escassas e da década de 1980. Há registro também de monitoramento do heptacloro que era exigido pela Portaria 518 e foi suprimido pela 2.914.

A ocorrência do lindano deveria ser um sinal de alerta, uma vez que, caso o manancial seja utilizado para abastecimento humano, sua remoção e/ou redução da concentração é alcançada com a utilização de carvão ativado (WHO, 2011), que é uma técnica onerosa. De fato, observa-se que após o episódio de ocorrência do lindano, na estação Juiz de Fora Jusante, houve mais três novos monitoramentos nesta estação e dois na estação Chapéu D’Uvas, e segundo os dados da ANA, os valores encontrados foram zero. Contudo, a partir da década de 1990, não se observou qualquer monitoramento de agrotóxicos.

Na Tabela 3, ao se comparar as concentrações máximas identificadas pelo monitoramento na Barragem de Chapéu D’Uvas com os valores máximos permitidos pela Portaria 2.914, identificam-se sete parâmetros em que o monitoramento aponta concentrações máximas superiores ao Valor Máximo Permitido – VMP pela Portaria e, seis parâmetros em que as concentrações médias são superiores ao VMP. À jusante de Juiz de Fora se identificam dez parâmetros em que o monitoramento aponta concentrações máximas superiores ao VMP, e, sete cujas concentrações médias são maiores que o VMP.

TABELA 3 – Comparação dos parâmetros de qualidade da água das estações fluviométricas com os VMP estabelecidos pela Portaria 2.914.

Parâmetros	Chapéu D'uvas			Jusante de Juiz de Fora			Portaria 2.914
	Conc. Mín. (mg L ⁻¹)	Conc. Máx. (mg L ⁻¹)	Conc. Média (mg L ⁻¹)	Conc. Mín. (mg L ⁻¹)	Conc. Máx. (mg L ⁻¹)	Conc. Média (mg L ⁻¹)	VMP ⁽¹⁾ (mg L ⁻¹)
Dureza total	6,47	15,8	10,56	12,3	51	29,97	500
Sólidos Dissolvidos Totais	16	65	31,66667	11,71	145	67,97367	1000
Detergentes	0,01	0,1	0,049742	0,05	0,96	0,311587	⁽²⁾
Cloretos	0,3	6,98	1,549762	0,31	88,58	7,889198	250
Sulfatos	0,07	5,9	1,476957	1,3	28,2	8,239647	250
Sulfetos	0,002	0,5	0,4502	0,002	0,5	0,413682	0,05
Fluoretos	0,01	0,07	0,021852	0,01	0,14	0,0486	1,5
Nitrogênio Amoniacal	0,01	1,62	0,294921	0,025	4,5	1,348186	1,5
Nitratos	0,01	0,9	0,168387	0,02	6	0,351646	10
Nitritos	0,001	0,06	0,006326	0,002	5,5	0,40348	1
Alumínio	0,01	2,75	0,559955	0,04	11,25	1,132667	0,2
Arsênio	0,0003	0,05	0,031606	0,0003	0,05	0,029858	0,01
Cádmio	0,0005	0,005	0,001007	0,0005	0,07	0,021261	0,005
Chumbo	0,005	0,03	0,016389	0,005	0,3	0,077072	0,01
Cobre	0,003	0,087	0,00985	1E-04	0,15	0,022647	2
Manganês	0,007	0,449	0,146792	0,001	1,4	0,159777	0,1
Mercúrio	1E-04	0,2	0,048927	1E-04	0,2	0,042021	0,001
Níquel	0,004	0,027	0,0074	0,002	0,024	0,006385	0,07
Zinco	0,002	0,2	0,021936	0,007	0,4	0,072967	5
Índice de Fenóis	0,001	0,042	0,003114	0,001	0,072	0,00537	⁽³⁾
Bário	0,014	0,2	0,063489	0,025	0,2	0,065167	0,7
Boro	0,02	0,1	0,048	0,01	0,1	0,044545	⁽⁴⁾
Selênio	0,0005	0,01	0,006306	0,0005	0,01	0,00669	0,01
Cromo Total	0,005	0,008	0,005111	0,005	0,1	0,031035	0,05
Ferro Total	0,682	5,336	2,441595	0,1	4,529	2,398571	0,3

⁽¹⁾VMP – Valor Máximo Permitido.

⁽²⁾A legislação brasileira não determina VMP para detergentes, porém a USEPA determina valor máximo recomendável de 0,5 mg/l (USEPA, 2009).

⁽³⁾A legislação brasileira não determina concentração para fenóis agrupados, mas as legislações chilena e boliviana recomendam 0,002 mg/l (Bolívia, 2004; Chile, 2005).

⁽⁴⁾A legislação brasileira não determina VMP para boro, mas a OMS recomenda 2,4 mg/l (WHO, 2011).

Apesar de a água bruta apresentar alguns parâmetros com concentrações superiores aos VMP determinados pelo padrão de potabilidade brasileiro, os sistemas de tratamento convencionais (coagulação, floculação, sedimentação, filtração e desinfecção) são capazes de remover tais

contaminantes de forma satisfatória. A coagulação é capaz de remover 80% ou mais da concentração de arsênio, cádmio, mercúrio e manganês. Entretanto, deve-se atentar para as concentrações de algumas substâncias, tais como o mercúrio, que mesmo com uma eficiência de 80% na remoção, a concentração remanescente da concentração média ainda seria superior ao valor máximo permitido pela Portaria 2.914/2011.

CONCLUSÃO

A diferença no grau de urbanização entre as duas sub-bacias é a principal razão da piora na qualidade das águas do rio Paraibuna a jusante de Juiz de Fora, principalmente devido ao aporte contínuo de efluentes domésticos e industriais em sua maioria sem tratamento.

Recomenda-se um maior monitoramento da qualidade das águas, identificação das fontes poluidoras e seu controle, visto que o rio Paraibuna não vem atendendo ao enquadramento determinado pela Resolução CONAMA para rios classe 2.

Como o manancial será utilizado para abastecimento da cidade de Juiz de Fora, e já é utilizado em cidades a jusante, este monitoramento precisa ser intensificado, uma vez que substâncias orgânicas, agrotóxicos e cianobactérias são negligenciados. E ainda, entre os parâmetros monitorados, o mercúrio apresenta concentração média alta para tratamento convencional, pois mesmo com redução de 80% na concentração não alcançaria o valor máximo permitido pela Portaria 518/2004.

REFERÊNCIAS

BRASIL. (2011). Ministério da Saúde. Portaria nº 2.914, de 12 de dezembro de 2011. *Dispõe sobre os procedimentos de controle e de vigilância da qualidade da água para consumo humano e seu padrão de potabilidade*. Diário Oficial da União, Brasília, DF, dez. 2011.

BRASIL. (2005). Ministério do Meio Ambiente. Conselho Nacional do Meio Ambiente – Conama. Resolução nº 357, de 17 de março de 2005. *Dispõe sobre a classificação dos corpos de água e diretrizes ambientais para o seu enquadramento, bem como estabelece as condições e padrões de lançamento de efluentes, e dá outras providências*. Diário Oficial da União, Brasília, DF, mar. 2005. 23p.

BOLÍVIA. (2004). Instituto Boliviano de Normalización y Calidad - IBNORCA. *NB 512: Agua Potable – Requisitos*. La Paz: IBNORCA, oct. 2004. 16p. Disponível em: < <http://www.bvsde.paho.org/bvsacg/e/cd-cagua/normas/lac/02.BOL/NB512.pdf> > . Acesso em: 08 maio 2011.

CHILE. (2005). Instituto Nacional de Normalización. *Norma Chilena Oficial NCh 409/1.Of.2005: Agua potable – parte 1: requisitos*. Santiago de Chile: Instituto Nacional de Normatización, 2005. 13 p. Disponível em: < http://www.bvsde.paho.org/bvsacg/e/cd-cagua/fra_nor1.html > . Acesso em: 8 maio 2011.

USEPA (2009). UNITED STATES ENVIRONMENTAL PROTECTION AGENCY. *List of drinking water contaminants & Maximum Contaminant Level*. Maio 2009. Disponível em <<http://water.epa.gov/drink/contaminants/index.cfm#List>>. Acesso em: 20 abril 2011. (EPA 816-F-09-0004)

WHO (2011). WORLD HEALTH ORGANIZATION. *Guidelines for drinking - water quality.*, 4th ed. Geneva: WHO. 541p.