

Análise físico-química e microbiológica de água transportadas de modo alternativo ao consumo de comunidades rurais do 5º e 6º distritos de São João da Barra, RJ

Physicochemical and microbiological analysis of water alternatively transported for rural consumption in the 5th and 6th district of São João da Barra, RJ

Karla Cabral Oliveira^{*}

Ricardo Rozemberg Rosa^{**}

Tâmela Cristina Gomes Nunes^{***}

Tayná de Souza Gomes Simões^{****}

Elias Fernandes de Souza^{*****}

Manildo Marcião de Oliveira^{*****}

Vicente de Paulo Santos Oliveira^{*****}

Resumo

Os distritos 5º e 6º do município de São João da Barra utilizam água de fonte alternativa. O objetivo deste trabalho foi determinar contaminação microbiológica nas cisternas das escolas públicas e em locais estratégicos das comunidades, relacionando-a à qualidade físico-química da água armazenadas, à luz da Portaria 518 e da OMS. Foram coletadas amostras de cisternas de 18 escolas públicas e uma anexa, de cisternas de 18 comunidades, para análise de: pH; turbidez; cloro total; cloro livre; flúor; ferro, manganês; coliformes totais e coliformes termotolerante. Todas as amostras apresentaram pelo menos um parâmetro em desacordo com padrão de potabilidade.

Palavras-chave: Abastecimento alternativo. Contaminação de Água.

Abstract

People from the 5th and 6th districts of the city of São João da Barra, RJ, use water from alternative sources. This study determined the microbiological contamination of public schools and tanks in strategic locations in the communities, and related it to the physicochemical quality of the water stored according to Ordinance 518 and guidelines by the WHO. Samples were collected from 18 tanks in public schools, and one in an annex school in 18 communities for analysis of: pH, turbidity, total chlorine, free

^{*} Professora da rede Estadual de Ensino do Rio de Janeiro

^{**} Águas do Paraíba

^{***} Professora da rede Estadual de Ensino do Rio de Janeiro

^{****} Professora do Colégio Eucarístico

^{*****} UENF

^{*****} Professor do Instituto Federal Fluminense *Campus* Cabo Frio – Campos dos Goytacazes, RJ – Brasil

^{*****} Instituto Federal Fluminense *Campus* Centro – UPEA – Prof.D.Sc.Engenharia Agrícola – Orientador

chlorine, fluoride, iron, manganese, and total coliforms and thermotolerant. All samples had at least one parameter at odds with potability standards.

Key words: Alternative supply. Water contamination.

Introdução

O município do São João da Barra tem expectativa de comportar 400 mil habitantes até 2025 (RIMA), entrando para o grupo de cidade que concentra grande parte da população do país, portanto, com maiores problemas sociais decorrentes da falta de serviços de saneamento básico, como já acontecem em cidades do estado do Rio de Janeiro: Belford Roxo, Nova Iguaçu, Duque de Caxias e São João do Meriti (entre as dez piores situações de saneamento básico no Brasil) (TRATA BRASIL, 2001). É necessário, por isso, compromisso com o saneamento básico para evitar maiores problemas. A população dos 5º e 6º distritos do município de São João da Barra, Sudeste do Brasil, recebe água do caminhão pipa após tratamento na concessionária do município para atender os habitantes desta região. O abastecimento alternativo de recurso hídrico apresenta fragilidade por causar alteração na qualidade da água utilizada, refletindo diretamente na qualidade de vida das pessoas, uma vez que alterações nesse recurso viabilizam riscos individuais ou coletivos de imediato ou longo prazo (XAVIER et. al., 2011).

A pesquisa de microorganismos patogênicos na água requer procedimentos complexos e longos, sendo necessária então a utilização de organismos indicadores de contaminação fecal para avaliar a qualidade bacteriológica da água. Dentre os principais estão os coliformes totais e coliformes termotolerantes, cuja detecção e enumeração baseiam-se em padrões bacteriológicos de qualidade da água em nível nacional e internacional (BRASIL, 2004; WHO, 2009). Em complementação às exigências relativas aos indicadores microbiológicos, observa-se o padrão de turbidez, cuja propriedade é atribuída a partículas sólidas em suspensão que diminuem a claridade e reduzem a passagem de luz no meio (LOPES, 2008; KOWATA, 2000; BRITO, 1998). A análise deste parâmetro é importante em cisternas para acompanhamento da qualidade da água transportada pelo caminhão pipa e no armazenamento.

No Brasil, o cloro é o agente desinfetante vastamente utilizado (AGUIAR et. al., 2002) contra agentes patogênicos para eliminar ou destruir bactérias e outros microorganismos que podem estar presentes (MEYER, 1994).

O flúor é adicionado à água de abastecimento para auxiliar na proteção de dentes contra cárie, impedindo sua evolução, embora não evite a doença, agindo no metabolismo da microflora da placa, reduzindo a solubilidade do esmalte e aumentando a mineralização na superfície desses órgãos (PIRES et al., 2002; DARÉ, 2006).

É muito comum na região de estudo, alta concentração de ferro em água subterrânea (EGMONT, 2009) associado ao manganês, sendo incômoda a população em função consequente coloração da água, assim como a possibilidade de mascarar a presença de microorganismos (CORDEIRO, 2008; PEZZARINO, 2010).

O presente trabalho tem por objetivo conhecer a qualidade higiênico sanitária a partir da análise de coliforme total e termotolerante, características físico-químicas (turbidez, pH, cloro livre, fluoreto, ferro e manganês) da água de cisternas dos 5º e 6º distritos do município de São João da Barra, RJ.

Material e método

As amostras foram coletadas das torneiras das cisternas localizadas em escolas (Figura 1) e cisternas localizadas em locais estratégicos nas comunidades (Figura 2).

A realização das coletas de amostras em cisternas das escolas aconteceu nos meses de agosto a novembro de 2010 (período seco), e entre dezembro de 2010 e março de 2011 (período chuvoso). Amostras de cisternas coletadas em locais estratégicos das comunidades aconteceram no período chuvoso (entre dezembro de 2010 e março de 2011).

Foram submetidas à análise, amostras de 18 escolas públicas e um anexo na estação seca; já na estação chuvosa foram analisadas 17 escolas e um anexo, pois a escola E.M. do Amparo - Amparo - 6º distrito foi fechada. Quanto às amostras de cisternas de locais estratégicos, elas ocorreram em todas as comunidades. As amostras foram acondicionadas em frascos limpos numa caixa de material isotérmico, levada ao laboratório LabFoz (Laboratório de Monitoramento das Águas da Foz do Rio Paraíba do Sul) na Unidade de Pesquisa e Extensão Agro-ambiental do Instituto Federal Fluminense (UPEA/IFF); e para um laboratório particular, com parceira no projeto, localizado no município de Campos dos Goytacazes, RJ.

Figura 1: Localização dos pontos de coleta de cisternas das escolas nos 5º e 6º distritos do município de São João da Barra, RJ

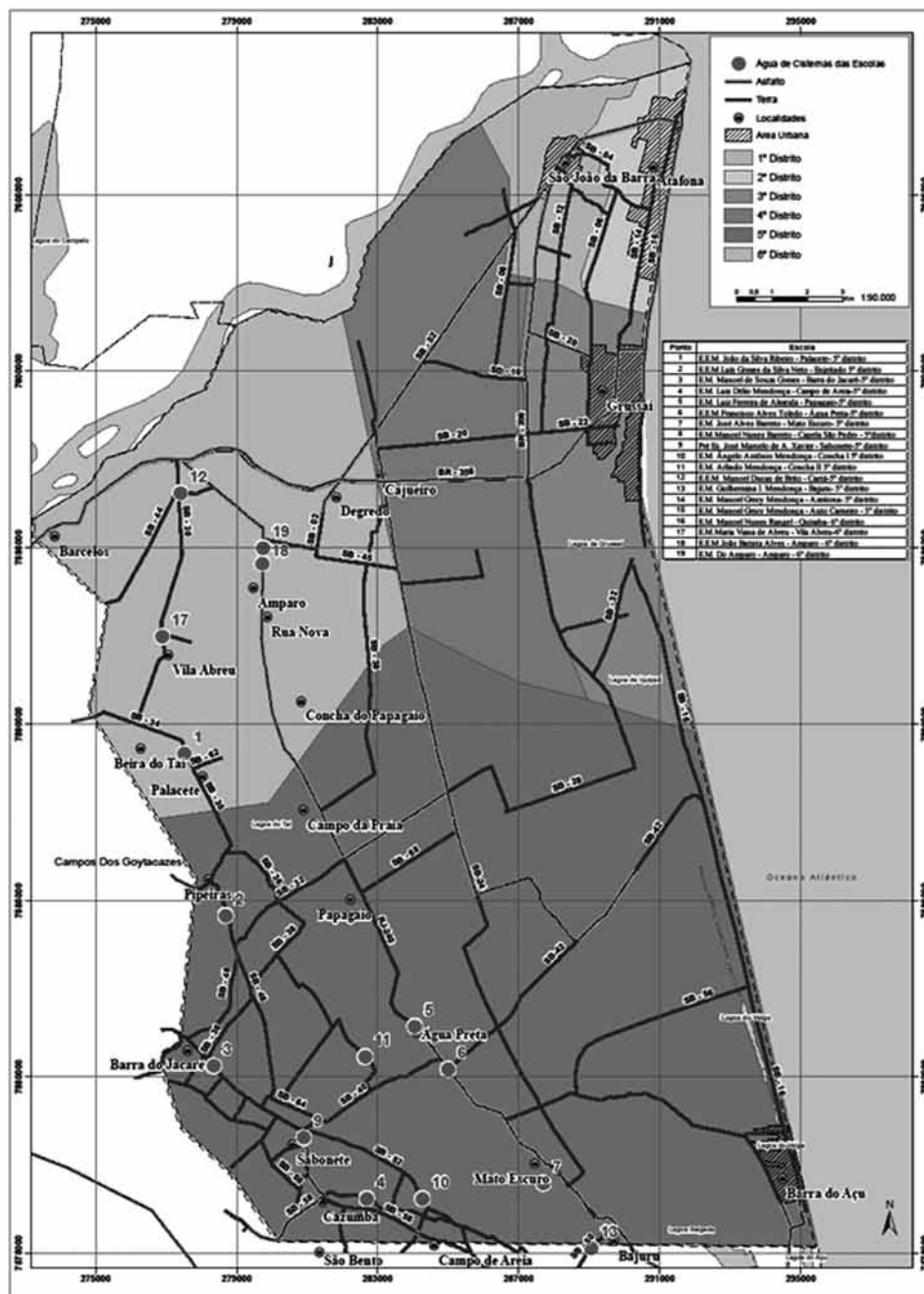
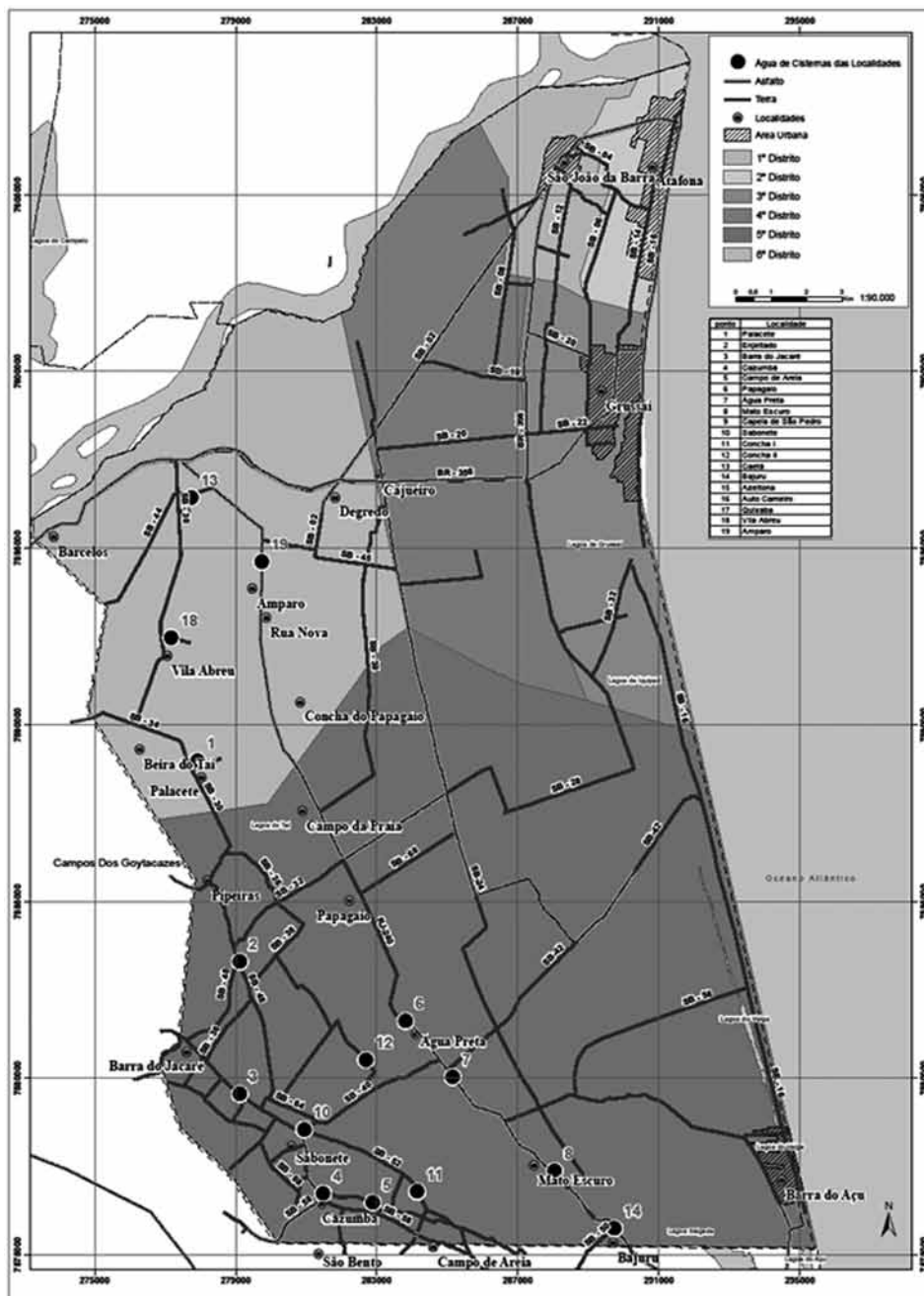


Figura 2: Pontos de coleta de água de cisternas nas localidades dos 5º e 6º distritos em São João da Barra, RJ



Os seguintes ensaios foram realizados no LabFoz/UPEA/IFF: determinação de Potencial Hidrogeniônico – pH; determinação de turbidez, cloro total, cloro livre e flúor. Os ensaios foram realizados de acordo com normas padrões de procedimento descritas no livro *Standard Methods for the Examination of Water & Wastewater* (EATON et al., 2005).

As determinações desses parâmetros foram realizadas em quintuplicata, sendo que cada resultado analítico emitido pelo LabFoz/UPEA/IFF representa uma triplicata de ensaios. Dessa forma, totalizam-se quinze ensaios de cada parâmetro por amostragem, aumentando a confiabilidade dos resultados. Apenas na determinação de cloro livre, os ensaios foram realizados em quintuplicata. Para a determinação do pH, foi utilizado o pHmetro portátil da marca *ThermoScientific*, modelo *Orion 3 Star*. No procedimento de análise da turbidez, inicialmente prepararam-se os padrões necessários (10 NTU, 100NTU e 800NTU) ao Turbidímetro portátil, marca Solar Instrumentação, modelo SL 2K utilizando Formazinar, realizaram-se então, três leituras na mesma cubeta. A determinação Cloro Livre consistiu em analisar a concentração de Ácido Hipocloroso (HClO) e íons Hipoclorito (OCI-) presente em água. Para determinação de Cloro Total procedeu-se de forma idêntica à que foi realizada para Cloro Livre, exceto pelo uso do reagente específico para Cloro Total. Nos ensaios de fluoreto, inicialmente preparou-se a prova em branco: com 10mL de água deionizada no aparelho Colorímetro Digital Kit Pocket para flúor marca Hach, modelo PocketColorimeter II. Em outra cubeta, foi transferido 10 mL de amostra e adicionado 2mL de reagente SPANDS. Em parceria com um laboratório particular, foram realizados os seguintes ensaios: determinação de ferro e manganês; de coliformes termo-tolerantes e de coliformes totais. O laboratório é credenciado e presta serviço para diversas concessionárias de água. Para a determinação de ferro utilizou-se o *Portable Datalogging Spectrophotometer* de bancada da marca HACH DR/2010. O procedimento de análise consistiu-se em transferir às cubetas um pouco da amostra para lavagem química. Para análise de ferro, foi selecionado o programa para ferro (Fe) no aparelho, e em seguida, ajustado o comprimento de onda para 510 nm. Em uma cubeta de 10 ml colocou-se água deionizada para servir de branco. Em outra, foi colocada 10 ml da amostra de água, adicionou-se o conteúdo de um *pillow* do reagente *FerroVer Iron* na amostra. Para o manganês, utilizou-se o mesmo aparelho, ao selecionar o programa para manganês (Mn) e, em seguida, o comprimento de onda para 560 nm. Em uma cubeta de 10 ml, colocou-se água deionizada para servir de branco. Em outra cubeta, colocou-se 10 ml da amostra de água, adicionou-se o conteúdo de um *pillow* do reagente *Ascorbic Acid* na amostra. Em seguida, foram adicionadas 15 gotas de *Alkaline-Cyanide Reagent Solution* para cada cubeta (branco e amostra), homogeneizou-se e adicionaram-se 21 gotas de 0,1% *PAN Indicator Solution* a cada cubeta (branco e amostra). Homogeneizou-se novamente e após 2

minutos a reação se completou. Em seguida, colocou-se a cubeta com o branco no compartimento de análise do espectrofotômetro para leitura da amostra. A técnica utilizada para a determinação do número mais provável (MPN) de coliformes Totais e termotolerante é a da Enzima substrato. Os resultados obtidos nos ensaios físico-químicos foram tratados estatisticamente, empregando-se cálculo de desvio padrão e correlação dos resultados de acordo com Larson&Farber (2007). Após os ensaios, os resultados foram analisados à luz da portaria 518/2004 do Ministério de Saúde do Brasil e a partir dos parâmetros utilizados pela Organização Mundial de Saúde (OMS).

Resultados e Discussão

Análise dos Parâmetros da Água Coletada de Cisterna de Escolas abastecida por Caminhão Pipa

Estação Seca

Os resultados e comparação com o padrão de potabilidade estação seca estão dispostos na Tabela 1.

Tabela 1: Resultado dos Parâmetros Analisados (Turbidez, pH, Cloro Total, Cloro Livre, Flúor, Ferro, Manganês, Coliforme Total e Coliforme Termotolerante) na água das cisternas das unidades escolares nos 5º e 6º distritos do município de São João da Barra, RJ na estação seca

Local	Cisternas Escolas – Estação Seca																																			
	Turbidez (0-5 UT)*		pH (6,0-9,5)*		Cloro Total (0,2-5,0 mg/L)		Cloro Livre (0,2-2,0 mg/L**)		Flúor (0-1,5 mg/L)**		Ferro (0-0,5 mg/L)		Manganês (0-0,1 mg/L)		C. Total		C. Termo.																			
	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2																		
1	0,68	+0,33	0,24	+0,1	7,33	+0,1	7,59	+0,02	0,07	0	0,05	0	0,04	0	0,47	0	0,52	0	0,4	0,53	0,004	0,005														
2	3,28	+0,33	1,84	+0,16	7,12	+0,01	7,5	+0,14	+0,01	0,05	0	0,04	0	0,07	+0,01	0,45	0	0,78	0,83	0,04	0,032															
3	1,16	+0,23	1,03	+0,07	7,19	+0,02	7,44	+0,02	0,04	0	0,04	0	0	0,53	0	-	0	0,46	0,15	0,024	0,026															
4	0,79	+0,03	0,37	+0,21	7,13	+0,07	6,55	+0,02	0,07	+0,01	0,05	+0,01	0	0,59	0	-	0	0,57	0,13	0,039	0,093															
5	1,35	+0,1	1,03	+0,52	6,97	+0,06	7,49	+0,01	0,18	0	0,14	0	0,04	0	0,46	0	0,47	+0,01	0,62	0,58	0,021	0,026														
6	6,12	+0,19	1,42	+0,15	7,06	+0,03	7,42	+0,01	0,5	0	0,47	0	0,13	+0,01	0,55	0	0,49	+0,01	0,98	0,65	0,036	0,004														
7	1,96	+0,21	0,54	+0,17	7,1	+0,01	7,57	+0,02	0,86	0	0,77	0	0,03	+0,01	0,56	0	-	0,71	0,19	0,051	0,127															
8	1,97	+0,34	0,09	+0,02	7,18	+0,01	7,52	+0,03	0,47	0	0,42	0	0,06	+0,01	0,55	+0,01	-	0,92	0,09	0,009	0,179															
9	0,28	+0,13	0,52	+0,4	7,27	+0,02	7,19	+0,02	0,05	0	0,04	0	0,04	0	0,63	0	0,66	0	0,15	0,52	0,017	0,002														
10	1,03	+0,2	1,43	+0,09	6,99	+0,03	7,15	+0,02	0,3	0	0,15	+0,01	0,12	+0,01	0,59	0	-	0,64	0,23	0,029	0,082															
11	0,61	+0,1	25,69	+0,9	7,38	+0,03	6,96	+0,02	0,05	0	0,05	0	0,09	+0,01	0,36	0	0,62	0	0,43	0,35	0,017	0,016														
12	0,76	+0,35	0,52	+0,23	7,01	+0,03	7,45	+0,06	0,05	0	0,04	0	0,04	0	0	0	0,2	0	0,4	0,48	0,033	0,014														
13	0,75	+0,15	0,31	+0,19	7,01	+0,01	7,26	+0,04	0,05	0	0,05	0	0	0,75	0	-	0	0,54	0,44	0,062	0,001															
14	1,62	+0,47	0,26	+0,21	7,1	+0,01	7,59	+0,03	0,05	0	0,04	0	0	0	0,77	+0,01	-	0,64	0,24	0,029	0,062															
15	1,03	+0,43	0,1	+0,05	7,14	+0,01	7,51	+0,01	0,05	0	0,04	0	0	0,5	0	-	-	0,48	0,12	0,048	0,159															
16	0,09	+0,08	0,72	+0,05	7,25	+0,01	7,52	+0,05	0,32	0	0,29	0	0	0	0,55	0	-	0,76	0,15	0,005	0,049															
17	1,36	+0,39	0,71	+0,84	6,93	+0,01	7,28	+0,01	0,05	0	0,05	0	0,04	0	0,71	0	0,49	+0,01	0,53	0,77	0,04	0,018														
18	0,58	+0,22	0,36	+0,42	7,2	+0,03	7,54	+0,02	0,06	0	0,05	0	0	0,69	0	-	-	0,54	0,47	0,042	0,013															
19	1,14	+0,09	0,47	+0,35	6,98	+0,02	7,42	+0,02	0,36	0	0,33	0	0	0,46	+0,01	-	-	0,78	0,57	0,042	0,009															

*Valor para cada parâmetro de acordo com a portaria 518/2004 do Ministério de Saúde e pela OMS.

**A concentração máxima de flúor de acordo com a portaria 518/2004, deve ser 1,5mg/L; não sendo estabelecida a concentração mínima permitida. Porém algumas cidades brasileiras já estabelecem concentração ótima: 0,7mg/L.

**A concentração mínima de cloro livre é 0,2mg/L para qualquer ponto de abastecimento, mas este valor aumenta para 0,5mg/L quando o abastecimento é alternativo.

- Dados não analisados.

Contaminação por Coliforme Total.

Contaminação por Coliforme Termotolerante.

Turbidez

O menor valor encontrado de turbidez na estação seca foi 0,09 UT em Quixaba (6º distrito): E.M. Manoel Nunes Rangel, na 1ª campanha e em Capela São Pedro (5º distrito): E.M. Manoel Nunes Barreto, na 2ª campanha. O maior valor de turbidez foi na 2ª campanha (25,69UT), em Concha II (5º distrito): E.M. Arlindo Mendonça (Tabela 2).

Duas amostras apresentaram valor de turbidez fora do padrão de potabilidade exigida pela Portaria 518 e OMS, na estação seca: E.E.M. Francisco Alves Toledo, Água Preta (6,12 UT), na 1ª campanha e em E.M. Arlindo Mendonça, Concha II (25,69 UT), na 2ª campanha, ambas no 5º distrito. A cisterna da unidade escolar da Água Preta (E.E.M. Francisco Alves Toledo) apresentou vazamento havendo possível contaminação da água. Na unidade escolar localizada em Concha II (E.M. Arlindo Mendonça), a cisterna utilizada tem tampa inadequada de fácil remoção, sendo visto nela animais de pequeno porte mortos, como sapos, rãs e pererecas.

pH

Todas as amostras das escolas que utilizam água do caminhão pipa apresentaram-se dentro do padrão de potabilidade na estação seca.

Cloro Total e Cloro Livre

Cloro é um elemento volátil, por isso, de acordo com a Portaria 518 do Ministério de Saúde, sua concentração mínima deve ser 0,2 mg/L em qualquer ponto de abastecimento, aumentando para 0,5 mg/L no caso de solução alternativa por caminhão pipa. Portanto, houve alteração na concentração desse elemento no transporte e/ou no armazenamento. Na 1ª campanha da estação seca, houve correlação fracamente positiva da concentração de cloro com os valores de turbidez ($r = 0,45$); na 2ª campanha desta estação a correlação diminuiu ($r = 0,37$).

Flúor

A água distribuída pelo caminhão pipa não sofre acréscimo de flúor, por isso na maioria das escolas a concentração de flúor não alcançou a quantidade ótima para a água consumida por humanos. As análises demonstraram concentração de flúor ótima em algumas coletas, provavelmente por causa da água que se utiliza ser da própria região, que é próxima ao mar (UNICEF, 2012).

Ferro

A alta concentração de ferro nas cisternas de várias unidades escolares pode ter sido por causa da fragilidade do armazenamento e/ou do transporte, já que a região é naturalmente rica desse elemento (PEZZARINO, 2010; CORDEIRO, 2008). Por isso, é possível correlacionar sua concentração ao aumento na turbidez na 1º campanha

($r=0,66$), observável na unidade escolar E.E.M. Francisco Alves Toledo - Água Preta (5º distrito). Na segunda campanha, porém não houve correlação de ferro com turbidez ($-0,01$). Isso significa que o aumento da turbidez provavelmente se deu por aumento de microorganismos, exceção pode ter acontecido na unidade escolar localizada em Concha II (E.M. Arlindo Mendonça) onde a presença do ferro pode ter auxiliado a presença de microorganismo e não apenas o aumento de turbidez.

Manganês

O elemento manganês acompanha o padrão do ferro (ZIMBRES, 2010), sendo, pois esperado encontrar alta concentração desse elemento. Porém não houve correlação positiva entre ambos os elementos, na 1ª campanha da estação seca ($r= 0,11$). Sendo observado na 2ª campanha desta estação correlação negativa ($-0,70$), possivelmente por não estar mais em local anóxico.

Análise Microbiológica

Há correlação positiva entre o valor de turbidez com a concentração de ferro e ausência de correlação entre turbidez e cloro. Tudo isso associado ao resultado da análise microbiológica sugere maior resistência dos microorganismos na presença de metal na água (CALOMIRIS et al., 1984). Porém de acordo com estudo realizado por Schembri&Ennes (1997) concluiu-se que outros fatores que não coliformes podem estar associado à baixa concentração de cloro na água tratada.

Estação Chuvosa

Os resultados e comparação com o padrão de potabilidade da estação chuvosa estão dispostos na Tabela 2.

Tabela 2: Resultado dos Parâmetros Analisados (Turbidez, pH, Cloro Livre, Flúor, Ferro, Manganês, Coliforme Total e Coliforme Termotolerante) na água das cisternas das unidades escolares nos 5º e 6º distritos do município de São João da Barra, RJ na estação chuvosa

Local	Cisternas Escolas – Estação Chuvosa																			
	Turbidez (0 – 5UIT)*		pH (6,0 – 9,9)*		Cloro Livre (0,2 – 2,0mg/L**)		Flúor (0 – 1,5mg/L)**		Ferro (0 – 0,3mg/L)		Manganês (0 – 0,1mg/L)		C. Total		C. Termo.					
	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2				
1	0,88	+0,24	2,72	+0,08	7,84	0,02	7,49	+0,02	0,03	0	0,01	0	0,62	0	0,12	0	0,67	0,19	0,022	0,018
2	0,03	+0,04	2,89	+0,98	8	0,01	7,68	+0,05	0,03	0	0,03	0	0,44	+0,01	0,59	+0,01	0,09	0,08	0,138	0,149
3	0,12	+0,1	5,91	+1,16	7,64	0,05	6,85	+0,04	0,03	+0,01	0	1,01	0	0,29	0	0,08	0,59	0,12	0,04	
4	0,03	+0,18	2,53	+0,16	7,45	0,04	7,47	+0,02	0	0	0,07	+0,01	0,58	0	0,57	0	0,17	0,28	0,077	0,24
5	5,66	+0,19	0,87	+0,12	7,07	0,01	7,11	+0,01	0,03	0	0,01	0	0,2	0	0,49	+0,01	1,31	0,42	0,129	0,03
6	0,73	+0,08	4,01	+0,39	7,74	0,02	7,47	+0,08	0	0	0	0,89	+0,01	0,71	+0,01	0,31	0,43	0,206	0,034	
7	0,53	+0,18	0,74	+0,13	7,43	0,03	8,01	+0,02	0,05	0	0,04	0	0,81	0	0,72	0	0,13	0,21	0,176	0,085
8	1,03	+0,04	2,05	+0,12	7,68	0,01	7,6	+0,01	0	0	0,06	0	0,68	0	0,32	+0,01	0,13	0,19	0,187	0,089
9	0,48	+0,25	0,58	+0,11	7,77	0,05	8,09	+0,02	0	0	0,03	0	0,3	0	0,41	+0,01	0,06	0,04	0,115	0,117
10	0,59	+0,06	1,34	+0,15	7,76	0,01	7,4	+0,01	0,04	0	0,02	0	0,59	0	0,54	+0,01	0,12	0,34	0,19	0,13
11	0,06	+0,03	2,96	+0,16	8,1	0	8	+0,08	0,03	0	0,06	+0,01	0,62	0	0,43	+0,01	0,05	0,11	0,07	0,069
12	0,54	+0,29	2,58	+0,32	7,32	0,04	7,07	+0,01	0,04	0	0,02	0	0,5	0	0,62	+0,01	0,37	0,34	0,015	0,013
13	0,96	+0,16	0,65	+0,31	8,17	0,03	8,42	+0,04	0	0	0,02	0	0,6	0	0,08	+0,01	0,03	0,07	0,105	0,072
14	1,17	+0,12	3,44	+0,18	8,04	0,02	8,04	+0,03	0,02	0	0,01	0	0,43	0	0,02	+0,01	0,16	0,36	0,225	0,021
15	0,61	+0,06	0,79	+0,14	7,65	0,01	7,49	+0,03	0,04	0	0,01	0	0,53	0	0,55	0	0,25	0,2	0,193	0,185
16	0,25	+0,09	2,59	+0,41	7,44	0,01	7,86	+0,05	0	0	0,01	0	0,79	0	0,76	0	0,04	0,08	0,019	0,024
17	3,5	+0,12	1,98	+0,17	7,12	0,16	7,65	+0,05	0,03	0	0,01	0	0,32	0	0,35	0	0,29	0,44	0,021	0,022
18	3,16	+0,45	4,14	+0,28	7,16	0,13	6,97	+0,01	0,01	0	0,04	0	0	0	0,22	+0,01	0,2	0,2	0,012	0,283

*Valor para cada parâmetro de acordo com a portaria 518/2004 do Ministério de Saúde e pela OM.
 **A concentração máxima de flúor de acordo com a portaria 518/2004 deve ser 1,5mg/L; não sendo estabelecida a concentração mínima permitida. Porém algumas cidades brasileiras já estabelecem concentração ótima: 0,7mg/L.
 ***A concentração mínima de cloro livre é 0,2mg/L para qualquer ponto de abastecimento, mas este valor aumenta para 0,5mg/L quando o abastecimento é alternativo.
 -Dados não analisados.

Contaminação por Coliforme Termotolerante.

Contaminação por Coliforme Total.

Turbidez

O valor alto de turbidez aconteceu, provavelmente, por causa da tampa inadequada de fácil remoção, da cisterna, permitindo a entrada de material particulado que aumenta a turbidez, e contaminação da água utilizada, fazendo crescer a deterioração da qualidade do recurso utilizado (SCHEMBRI; ENNES, 1997). Ainda que grande parte das coletas tenha apresentado valor de turbidez dentro do VMP exigido pela Portaria 518 do Ministério de Saúde e pela OMS na estação chuvosa, ele estava maior se comparando com a estação seca. Isso pode ter acontecido por ser característica da estação a proliferação de microorganismos em função do aumento da temperatura (MILLER et al., 1994).

pH

Na estação chuvosa, todas as amostras coletadas nas escolas que utilizam água do caminhão pipa apresentaram valor de pH dentro do padrão de potabilidade.

Cloro Livre

Não houve escola com concentração mínima de acordo com a exigência da Portaria 518 do Ministério de Saúde nesta estação. A concentração desse elemento foi menor na estação chuvosa quando comparado a estação seca. Isso se deu, provavelmente, por aumento de turbidez, como é claramente observável na unidade escolar E.M. Manoel de Souza Gomes - Barra do Jacaré (5º distrito), na 2ª campanha. Na estação chuvosa, não houve correlação da concentração de cloro com os valores de turbidez na 1ª campanha ($r = 0,07$); nem na 2ª campanha ($r = -0,15$), sugerindo redução da concentração deste elemento quando aumenta valores da turbidez.

Flúor

A maioria das escolas apresentou concentração de flúor abaixo do ótimo nessa estação. A maior concentração desse elemento foi encontrada na E.M Manoel de Souza Gomes - Barra de Jacaré, no 5º distrito (1,01mg/L); ambos na 1ª campanha, quando variou muito a concentração deste elemento.

Ferro

Várias unidades escolares apresentaram concentração alta desse elemento. Na estação chuvosa, houve correlação positiva do ferro com a turbidez, na 1ª campanha, (0,74) e na segunda (0,46) a correlação também foi positiva, mesmo que fraca. Isso sugere que o aumento da turbidez pode ter sido causado pela concentração de ferro, como refletido na E.M. Luiz Ferreira de Almeida - Papagaio (5º distrito), na 1ª campanha e na E.M. Manoel de SouzaGomes - Barra do Jacaré (5º distrito), na 2ª campanha.

Manganês

Em relação a estação seca, na estação chuvosa a situação não mudou muito, na 1ª campanha não houve correlação do manganês com o ferro (-0,09) o que se repetiu na 2ª campanha (-0,31). Isso pode ter acontecido por não estarem em ambiente anóxico (ZIMBRES, 2010).

Análise Microbiológica

A maioria das unidades escolares apresentou contaminação por coliforme total e muitas com concentração de ferro alta. Isto indica maior resistência dos microorganismos na presença de metal na água (CALOMIRIS et al., 1984).

Para água tratada e encanada, a Portaria 518 do Ministério de Saúde não permite contaminação por coliforme total, porém para solução alternativa de abastecimento, só não é permitido contaminação por coliforme termotolerante, já que coliformes acontecem naturalmente no ambiente, sendo previsível contaminação em vários momentos do transporte e do armazenamento, em função da fragilidade da solução alternativa para distribuição da água potável. A cisterna da escola E.M. Arlindo Mendonça, em Concha II, apresentou contaminação em todas as campanhas de ambas as estações. Nessa unidade escolar, a tampa da cisterna é inadequada, de fácil remoção, permitindo entrada de partículas suspensas no ar, uma vez que a cisterna localiza-se no chão do pátio da escola. Na primeira campanha a cisterna de E.M. Luis Ferreira de Almeida, em Papagaio, apresentou alto valor de turbidez, baixa concentração de cloro, e alta concentração de ferro; todos estes fatores podem estar facilitar a sobrevivência de microorganismos. O mesmo padrão poderia ser esperado na segunda campanha em E.M. Manoel de Souza Gomes, na localidade de Barra do Jacaré. Como isso não aconteceu provavelmente o aumento de turbidez foi causado por ferro.

Análise dos Parâmetros da Água Coletada de Cisternas de Comunidades abastecidas por Caminhão Pipa

Foram analisadas cisternas colocadas em locais estratégicos para abastecimento das comunidades na estação chuvosa. A Tabela 3 apresenta os resultados e comparações de cada parâmetro analisado.

Tabela 3: Resultado dos Parâmetros Analisados (Turbidez, pH, Cloro Livre, Flúor, Ferro, Manganês, Coliforme Total e Coliforme Termotolerante) na água das cisternas em locais públicos nos 5º e 6º distritos do município de São João da Barra, RJ na estação chuvosa

Local	Cisternas Comunidades																			
	Turbidez (0-5 UT)*		pH (6,0-9,5)*		Cloro Livre (0,2-2,0 mg/L**)		Flúor (0-1,5 mg/L)**		Ferro (0-0,3 mg/L)		Manganês (0-0,1 mg/L)		C. Total		C. Termo.		Potável			
	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2		
1Palacete	4,71	+0,19	6,67	+0,29	7,33	+0,05	7,21	+0,08	0,03	0	0	0,06	0	0,26	0	0,38	0,59	0,023	1,021	
2Enfeitado	4,73	+0,08	5,27	+0,49	7,4	+0,11	7,75	+0,15	0,03	0	0,02	+0,01	0,12	+0,01	0	0,58	0,37	0,038	0,019	
3Barra do Jacaré	1,4	+0,15	1,06	+0,18	7,72	+0,07	7,56	+0,02	0,03	0	0,02	+0,01	0,99	0	0,55	0	0,16	0,22	0,162	0,081
4Cazumbá	0,46	+0,12	1,3	+0,13	7,69	+0,03	7,2	+0,13	0,03	0	0,03	0	0,57	0	0,34	0	0,23	0,37	0,119	0,11
5Campo de Areia	0,34	+0,13	0,29	+0,06	7,72	+0,01	7,36	+0,02	0	0	0,01	0	0,23	0	0,56	0	0,07	0,24	0,108	0,117
6Pagaio	0,78	+0,48	0,98	+0,1	7,84	+0,02	7,09	+0,02	0,04	0	0	0	0,83	+0,01	0,3	0,21	5,01	0,086	0,024	
7Água Preta	0,74	+0,28	3,4	+0,34	7,75	+0,08	7,18	+0,02	0,03	0	0,02	0	0,54	0	0,7	0	0,25	0,42	0,092	0,028
8Mato Escuro	0,66	+0,25	3,02	+0,19	7,92	+0,02	7,44	+0,03	0,01	0	0,03	0	0,62	+0,01	0,68	0	0,18	0,39	0,177	0,202
9Capela de São Pedro	0,91	+0,09	5,2	+2,18	6,65	+0,04	7,7	+0,02	0	0	0,03	0	0,92	0	0,27	0	0,07	0,5	0,181	0,028
10Sabonete	0,25	+0,16	1,2	+0,19	7,93	+0,03	8,07	+0,03	0,01	+0,01	0,06	+0,01	0,82	+0,01	0	0,11	0,19	0,202	0,09	
11Concha I	7,76	+0,24	0,59	+0,12	7,77	+0,04	7,62	+0,13	0,01	0	0,02	0	0,82	0	0,68	0	0,24	0,53	0,192	0,141
12Concha II	0,32	+0,04	1,13	+0,12	7,77	+0,28	8,23	+0,03	0,04	+0,01	0,02	0,53	0	0,54	0	0,19	0,13	0,141	0,106	
13Caetá	1,35	+0,08	3,46	+0,58	7,38	+0,01	7,4	+0,02	0,03	0	0,02	0	0,33	0	0,5	0	0,47	0,38	0,013	0
14Bajuru	0,44	+0,06	0,82	+0,04	8,06	+0,02	7,37	+0,12	0	0	0,02	0	0,53	0	0,51	0	0,08	0,39	0,13	0,08
15Azeitona	0,94	+0,03	1,59	+0,09	7,28	+0,02	7,21	+0,05	0,03	0	0,03	0	0,37	0	0,4	0	0,16	0,14	0,087	0,176
16Auro Cordêto	0,28	+0,05	1,16	+0,14	7,88	+0,03	7,95	+0,05	0,01	0	0,02	0	0,55	0	0,6	0	0,09	0,13	0,153	0,115
17Quixaba	0,39	+0,07	18,65	+1,15	7,49	+0,03	6,86	+0,02	0	0	0,01	0	0,79	0	0,52	0	0,11	0,33	0,142	0,045
18Vila Abreu	3,22	+0,36	1,96	+0,09	8,3	+0,16	7,23	+0,01	0,02	0	0,45	0	0,02	+0,01	0,3	0	0,49	0,71	0,025	0,018
19Amparo	3,71	+0,15	5,06	+0,67	7,28	+0,13	6,94	+0,01	0	0	0	0	0	0	0,5	0	0,35	0,43	0,03	0,033

*Valor para cada parâmetro de acordo com a portaria 518/2004 do Ministério de Saúde e pela OMS.

**A concentração máxima de flúor de acordo com a portaria 518/2004 deve ser 1,5mg/L, não sendo estabelecida a concentração mínima permitida. Porém algumas cidades brasileiras já estabelecem concentração ótima. 0,7mg/L.

***A concentração mínima de cloro livre é 0,2mg/L para qualquer ponto de abastecimento, mas este valor aumenta para 0,5mg/L quando o abastecimento é alternativo.

Contaminação por Coliforme Total.

Contaminação por Coliforme Termotolerante.

Turbidez

Muitas das cisternas da comunidade possuem tampa frágil, de fácil remoção e localizam-se no chão próximo à estrada, podendo receber poeira causada por suspensão de sólidos no ar (SCHEMBRI; ENNES, 1997). Há mais possibilidade, portanto, de haver maior turbidez nestas cisternas que nas localizadas nas unidades escolares, o que de fato ocorreu. Já era esperado alto valor de turbidez na localidade Quixaba em função da fragilidade da cisterna que se localiza no chão, sem asfalto nem calçamento, deixando a cisterna exposta especialmente por estar com a torneira quebrada. Portanto, para coletar água era necessário abrir a tampa, contaminando a água por contato.

pH

Não houve localidade com pH fora do padrão de potabilidade.

Cloro Livre

Nas cisternas das comunidades analisadas houve menor concentração de cloro livre que nas cisternas localizadas nas unidades escolares, provavelmente por haver maior quantidade de partículas na água, já que tem maior proximidade com a estrada, onde há quantidade de partícula em suspensão. A localidade Vila Abreu apresentou concentração de cloro livre bem maior que as demais localidades, provavelmente porque a cisterna fica localizada em uma rua com calçamento, transversal à estrada, portanto a quantidade de partículas em suspensão no ar é menor, visto que a tampa da cisterna é frágil e de fácil manuseio, permitindo a contaminação da água.

Flúor

Já é sabido que a água fornecida pela prefeitura através do caminhão pipa não é fluoretada. Isso explica porque a maioria das amostras apresentou baixa concentração desse elemento. Mas a água coletada pela concessionária para tratamento e distribuição de local é próximo ao mar (fonte subterrânea esuperficial), isso sugere a presença de flúor na água analisada (UNICEF, 2012).

Ferro

A correlação positiva deste elemento com o valor de turbidez (0,59 UT) é um indicativo que há possibilidade de a concentração de ferro estar relacionada à localização das cisternas, das partículas de poeira das estradas da região que circulam e da possível fragilidade da tampa da cisterna que armazena a água consumida pela população (SCHEMBRI; ENNES, 1997).

Manganês

As coletas das localidades apresentaram concentração alta de manganês, mas

com correlação negativa com a quantidade de ferro na água na 1ª campanha ($r = -0,79$) e sem correlação na 2ª campanha ($r = -0,08$), provavelmente por já não estar em ambiente anóxico (ZIMBRES, 2010).

Análise Microbiológica

A maioria das localidades analisadas apresentou contaminação quanto a coliforme total.

Diferente da contaminação por coliforme total, a maioria das localidades analisadas não apresentou contaminação por coliforme termotolerante. Em função do abastecimento de água acontecer por caminhão pipa, a Portaria 518/2004 aceita a presença de coliforme total, já que os reais causadores de doenças são microorganismos classificados como termotolerantes. A maioria das localidades analisadas que apresentou contaminação por coliforme teve reduzida concentração de cloro livre enquanto a concentração de ferro foi maior que o VMP permitido pela OMS e pela Portaria 518 do Ministério de Saúde. Quão menor a concentração de cloro livre, maior a turbidez, aumentando a probabilidade de haver contaminação (HESPANHOL, 1999; LOPES, 2008; KOWATA et. al., 2000). Nem sempre água com valor de turbidez alto apresenta contaminação (BRITO, 1998), como a localidade Concha I, na 1ª campanha, que pode ter tido matéria inorgânica como material particulado em suspensão. A localidade de Papagaio apresentou a maior concentração de ferro e ausência de cloro livre. Mas não houve detecção de coliforme termotolerante na análise dessa localidade; mas havia coliforme total presente, por isso é possível que haja vários fatores influenciando a baixa concentração do cloro nas amostras. Como observaram Schembri & Ennes (1997), os coliformes não necessariamente apresentam influência na concentração de cloro livre.

Conclusão

A água é potável quando apresenta parâmetros dentro do padrão estabelecido pela Portaria 518/2004. Os únicos parâmetros que mesmo sem estar dentro do padrão não invalidam a potabilidade da água são o cloro e o flúor. O primeiro elemento pode não estar presente se for utilizado outro desinfetante, o que não acontece nas amostras analisadas. Quanto ao flúor, já é estabelecido o padrão ótimo, mas se não for acrescentado, não impede o consumo da água. Por isso, de todas as análises feitas, não houve amostra que pode ser classificada como potável. Tal resultado pode ser causado por transporte ou por armazenamento, uma vez que a água sai da concessionária sem tais alterações. Portanto, este trabalho é relevante para que as autoridades públicas possam intervir sobretudo na distribuição de água, de modo a atender toda a população dos distritos estudados com água de qualidade, segundo a legislação. Com essas medidas é possível

reduzir os impactos negativos do aumento populacional esperado na região, além de melhorar a qualidade de vida dos habitantes. Como solução alternativa de tratamento de água em algumas comunidades, pode-se utilizar uma mini-ETA que apresenta custos de instalação e de operação baixos, para atender a pequenas localidades, como foi desenvolvida na dissertação de Cordeiro (2008).

Referências

BRASIL. Portaria do Ministério de Saúde nº 518, de 25 de março de 2004.

BRITO, S.A. Influência da velocidade de sedimentação na determinação dos coeficientes de agregação e ruptura durante a floculação. São Carlos. Dissertação (Mestrado) - Escola de Engenharia de São Carlos, USP, 1998. p. 189.

CALOMIRIS, J.J.; ARMSTRONG, J.L.; SEIDLER, R.J. Association of Metal Tolerance with Multiple Antibiotic Resistance of Bacteria Isolated from Drinking Watert. *Aplied and Environmental Microbiology*, v.47, p. 1238-1242, 1984.

CORDEIRO, W.S. Alternativas de tratamento de água para comunidades rurais. Dissertação (Mestrado em Engenharia Ambiental) - CEFET, 2008. 95p.

DARÉ, F. Diagnóstico da Concentração de Flúor nos Sistemas Públicos de Água da Região de Araçatuba. Especialização (Pós Graduação em Engenharia Civil Área de Concentração: Recursos Hídricos e Tecnologias Ambientais) - Universidade Estadual Paulista “Júlio Mesquita Filho” Faculdade de Engenharia Ilha Solteira, 2006. 129 p.

EATON, Andrew D.; CLESCERI, Lenore S.; RICE Eugene W.; GREENBERG Arnold E. Standard Methods for the Examination of water & wastewater. 21 ed. [S.l.]: Apha, 2005.p

EGMONT. A importância social, econômica e ambiental das águas subterrâneas para abastecimento aos Distritos da Baixada Campista e São Joanense. Rio de Janeiro. Cedae. 2009. Disponível em: <http://www.abasrj.org/atuuacao_tecnica/texEgmont.pdf>. Acesso em: 15 set. 2011.

KOWATA, E.A.; RIBEIRO, J.T.; TELLES, D. D'A. Estudo da Influência da Turbidez e Cor Declinantes sobre a Coagulação de Água de Abastecimento no Mecanismo de Adsorção Neutralização de Cargas, 2000

LAMEGO, A. R. O homem e o brejo. Rio de Janeiro: Editora Lidados, 1974.

LARSON; FARBER. Estatística Aplicada. São Paulo: Editora Pearson, 2007. 476 p.

LOPES, G.S.R. Avaliação da Turbidez e do Tamanho das Partículas como Parâmetros Indicadores da Remoção de Oocistos de *Cryptosporidium*spp. nas Etapas de Clarificação no Tratamento da Água em Ciclo Completo. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) – UFV, 2008. 143p.

MEYER. O uso de cloro na desinfecção de águas, a formação de trihalometanos e os riscos potenciais à saúde pública. Cad. Saúde Pública, Rio de Janeiro, v.10, n.1, 1994.

MILLER, C. J.; DRASAR, B. S.; FEACHEM, R. G. Response of toxigenic *V.cholerae*O1 to physico-chemical stresses in aquatic environments. Jornal of Hygiene, v.93, p.475-495, 1984.

OMS. Organização Mundial de Saúde. Disponível em: <<http://www.oms.org>>. Acesso em :10 set. 2011.

PIRES, L.D.; MACÊDO, J.A.B. de; ROCHA, H.V.A.; LIMA, D.C.; VAZ, U.P.; OLIVEIRA, R.F. Determinação do Índice de Fluoreto em Água de Abastecimento Público na Cidade de Juiz de Fora. Revista de Engenharia Sanitária e Ambiental, v. 7, n. p. 21-29, 2002.

PEZZARINO, R. da S. Avaliação da Qualidade da Água Utilidade nos Distritos de Campos dos Goytacazes, RJ. 2010. Dissertação (Mestrado Engenharia Ambiental) - Instituto Federal Fluminense, 2010. 129 p.

REBOUÇAS, A. C.; BRAGA, B.; TUNDISI, J. G. Águas doces no Brasil capital ecológico, uso e conservação. São Paulo: Escrituras Editora.

SCHEMBRI, M.C.A.C.; ENNES, Y.M. Deterioração da Qualidade da Água Distribuída: O Caso de Belo Horizonte. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA SANITÁRIA E AMBIENTAL, 19., 1997. Anais... São Paulo: ABES. Associação Brasileira de Engenharia Sanitária e Ambiental, 1997. 16p.

TRATA BRASIL. Instituto Trata Brasil. Disponível em: <<http://www.tratabrasil.org.br>>. Acesso em: 15 set. 2011.

UNICEF. UNICEF's position on water fluoridation. Disponível em: <http://www.nofluoride.com/Unicef_fluor> . Acesso em: 10 set. 2011.

WHO. World Health Organization. Disponível em <<http://www.who.int/en>>. Acesso em: 9 set. 2010.

ZIMBRES; ZIMBRES, Eurico. Química da água subterrânea. Disponível em: <<http://www.meioambiente.pro.br/agua/guia/quimica.htm>> Acesso em: abr. 2010.