

Avaliação da Qualidade da Água Subterrânea Utilizada nos Distritos de Campos dos Goytacazes-RJ

Evaluation of Groundwater Quality used in the Districts of Campos dos Goytacazes, RJ

Tammela Cristina Gomes Nunes*
Tayná de Souza Gomes Simões**
Vicente de Paulo Santos de Oliveira***

Resumo

O objetivo deste trabalho foi verificar se a água consumida pelos moradores dos distritos que em suas casas não recebem água tratada pela rede pública está em conformidade com os padrões de potabilidade para água para consumo humano. Foram estudadas dez localidades e analisados os parâmetros físico-químicos (pH, turbidez, cloro total, cloro livre, flúor, ferro e manganês) e microbiológicos. Foi verificada também a ocorrência de doenças de veiculação hídrica que podem estar relacionadas à qualidade da água. Os resultados obtidos indicaram que as localidades apresentaram problemas de acidez, concentrações de ferro, manganês e turbidez acima do VMP nas duas campanhas e valores de cloro total e cloro livre encontrados ficaram praticamente todos abaixo do VMP recomendado pela Portaria 518/2004 MS. As análises de flúor indicam a necessidade de incorporação dessa substância em caso da implementação de tratamento de água nas localidades estudadas.

Palavras-chave: Recursos hídricos. Tratamento de água. Campos dos Goytacazes-RJ.

Abstract

The municipality of Campos dos Goytacazes has good availability in water resources both surface and underground. However, due to the territorial dimension of the city and the sprawl, the locations far from the urban center do not receive water treated by public water supply nor possess waste collection network and treatment plants. The objective was to determine whether the water consumed by residents of districts that do not receive water treated by the public government in their homes

* Licencianda em Ciências da Natureza/Química do Instituto Federal Fluminense – Câmpus Campos-Centro, Campos dos Goytacazes-RJ, Brasil. E-mail: tammela Cristina@hotmail.com.

** Licencianda em Ciências da Natureza/Química do Instituto Federal Fluminense – Câmpus Campos-Centro, Campos dos Goytacazes-RJ, Brasil. E-mail: tayna_simoes@hotmail.com.

*** M&B Assessoria Ambiental – Câmpus Campos-Centro, Diretor do Departamento de Pesquisa e Pós-Graduação do Instituto Federal Fluminense – Câmpus Campos-Centro, Campos dos Goytacazes-RJ, Brasil. E-mail: vsantos@iff.edu.br.

is in compliance with the drinking water standard for drinking water. Ten locations were studied and the following physical and chemical parameters (pH, turbidity, total chlorine, free chlorine, fluorine, iron and manganese) were analyzed as well as the microbiological ones. We also noticed the occurrence of waterborne diseases that may be related to poor water quality. The results indicated that the locations had problems of acidity, iron, manganese and turbidity above the maximum allowable values in the two campaigns and practically all levels of total chlorine and free chlorine were found below the maximum allowable values required by the Ministry of Health Law n. 518, 2004. Fluoride assays indicate the need of incorporation of this substance in case of the implementation of water treatment in the studied location.

Key words: Water resources. Water treatment. Campos dos Goytacazes-RJ.

Introdução

A água é um líquido imprescindível para sobrevivência e desenvolvimento do homem, por isso deve apresentar boas condições de potabilidade para ser utilizada e ingerida, estando livre de micro-organismos patogênicos e de outras substâncias nocivas à saúde.

Porém, essa água tratada e pronta para o consumo muitas vezes não chega, através do poder público, a toda a população, que, assim, lança mão de fontes alternativas de obtenção de água para a sobrevivência. Dentre essas fontes, está a água subterrânea, que é a água que infiltra no subsolo, acumula-se e circula nos vazios existentes nas rochas e nos solos (POPP, 1998).

O Brasil possui grandes reservas subterrâneas (da ordem de 112 mil km³). Estima-se que 51% do suprimento de água potável do Brasil sejam originários dos recursos hídricos subterrâneos (MMA/SRH, 2006).

O município de Campos dos Goytacazes, apesar da sua abundância hídrica, tanto em relação às águas superficiais quanto às subterrâneas, não possui água potável distribuída a toda a sua população. Diversas comunidades afastadas do perímetro urbano e do centro de abastecimento de água do município não recebem água tratada em suas casas, devido aos custos de tratamento, adução e distribuição. Dessa forma, os moradores recorrem a soluções alternativas de abastecimento, utilizam água subterrânea de poços rasos, que captam o lençol freático e possuem geralmente profundidades na ordem de até 20 metros (ABAS, 2010). Constroem fossas (sumidouros) para eliminação de seus dejetos, geralmente construídos sem nenhuma técnica, contribuindo para a contaminação do lençol freático, e conseqüentemente para a contaminação da própria água utilizada e ingerida.

Assim, é de grande valia o constante monitoramento da qualidade da água destinada ao consumo humano para a verificação de alguns parâmetros que, se encontrados fora de certos limites de concentração, podem se tornar nocivos pelo seu uso continuado. Essa é a proposta, objetivo desse estudo, que gera também informações que podem ser utilizadas em ações visando à melhoria da qualidade de vida da população. Além de correlacionar a qualidade da água consumida com doenças de veiculação hídrica encontradas na população.

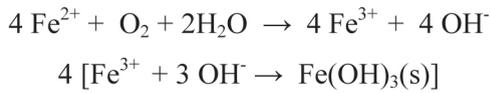
A qualidade da água pode ser representada através de diversos parâmetros que traduzem as suas principais características físicas, químicas e biológicas. Os parâmetros físico-químicos, alguns descritos a seguir, servem para caracterizar tanto águas para abastecimento como águas residuárias, mananciais e corpos receptores (VON SPERLING, 2005). O pH ou potencial hidrogeniônico representa a concentração de íons hidrogênio H^+ – em escala antilogarítmica, dando uma indicação sobre a condição de acidez, neutralidade ou alcalinidade da água. No ambiente natural, não ocorre um número igual de íons H^+ e OH^- , mas suas concentrações são fortemente influenciadas por sais (como carbonato de cálcio), ácidos e bases presentes no meio (ESTEVES, 1998).

A turbidez é uma condição física evidenciada pela presença de partículas em suspensão e em estado coloidal, que podem apresentar ampla faixa de tamanhos. Pode ser causada principalmente por areia, argila e micro-organismos em geral. Logo, podemos observar que esse aspecto tem forte relação com a contaminação biológica da água, ou seja, quanto maior a turbidez, maior a probabilidade de encontrarmos micro-organismos na água (CORDEIRO, 2008).

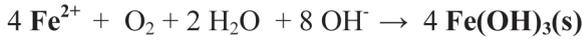
O flúor é um elemento que ocorre naturalmente e em pequenas quantidades nas águas naturais (0,1 a 2,0 mg/L). É produto do intemperismo¹ de minerais no qual é elemento principal ou secundário: fluorita, apatita, flúor-apatita, turmalina, topázio e mica. O flúor liberado pelo intemperismo desses minerais passa para as soluções aquosas supergênicas na forma do íon fluoreto, de alta mobilidade. Diversamente de outros halogênios, ele pode formar complexos estáveis com elementos como Al, Fe, B e Ca. Desta forma no ciclo geoquímico o flúor pode ser removido das águas pela coprecipitação com óxidos secundários de Fe, podendo também ser complexado tanto com o Fe como com o Al na forma de fosfatos (ZIMBRES, 2010).

O ferro no estado ferroso (Fe^{2+}) forma compostos solúveis, principalmente hidróxidos. Em ambientes oxidantes, o Fe^{2+} passa a Fe^{3+} dando origem ao hidróxido férrico, que é insolúvel e se precipita, tingindo fortemente a água (BAIRD, 2002), conforme é mostrado a seguir:

¹ Intemperismo: também conhecido como meteorização, é o conjunto de fenômenos físicos e químicos que levam à degradação e enfraquecimento das rochas. Disponível em: <<http://pt.wikipedia.org/wiki/Intemperismo>>.



Reação Global:



ferro (II)
solúvel

hidróxido de
ferro(III) insolúvel

Desta forma, águas com alto conteúdo de ferro, ao saírem do poço são incolores, mas ao entrarem em contato com o oxigênio do ar formam depósitos marrom-alaranjados tingindo a água.

Em virtude de afinidades geoquímicas, a presença de ferro quase sempre vem acompanhada da presença de manganês. Ocorre em teores abaixo de 0,2 mg/L, quase sempre como óxido de manganês bivalente, que se oxida em presença do ar, dando origem a precipitados negros. A presença de manganês, assim como de ferro pode trazer inconvenientes como manchas em louças sanitárias, azulejos e roupas (ZIMBRES, 2010).

A fim de que se obtenha água de melhor qualidade, com eliminação de micro-organismos patogênicos, entre outros, é usualmente feita a adição de cloro. Segundo SANCHES (2003), na água, o cloro age de duas formas principais: a) como desinfetante, destruindo ou inativando os micro-organismos patogênicos, algas e bactérias de vida livre; e b) como oxidante de compostos orgânicos e inorgânicos presentes.

A quantidade de cloro livre e total presentes nas amostras de água das localidades foram parâmetros analisados no laboratório de monitoramento da unidade de pesquisa.

Foram analisados também os parâmetros microbiológicos Coliformes Totais e Coliformes Termotolerantes. Coliformes incluem muitas espécies de bactérias gram-negativas encontradas no trato intestinal de animais e humanos, no solo, na vegetação e no escoamento da água de superfície (ROGAN, 2009; OMS, 1995 apud BASTOS, 2000). Dentre elas, a *Escherichia coli* é a principal bactéria do grupo coliformes termotolerantes, encontrada abundantemente nas fezes humanas e de animais (VON SPERLING, 2005). A presença dessas bactérias indica que pode haver outros micro-organismos prejudiciais à saúde.

Levando em conta a relação entre a água consumida e o homem, podemos dividir as ocorrentes doenças de veiculação hídrica em quatro grupos, de acordo com o modo de transmissão (ANA, 2006):

- **doenças diretamente veiculadas pela água** – doenças cujos agentes transmissores (vírus, bactérias, protozoários, contaminantes químicos e radioativos) estão diretamente presentes na massa de água. As principais doenças deste grupo são: cólera, febre tifoide, diarreia aguda, hepatite infecciosa, amebíase, giardíase e doenças relacionadas aos contaminantes químicos e radioativos;

- **doenças cujos vetores se relacionam com a água** – doenças transmitidas por vetores e reservatórios, cujo ciclo de desenvolvimento tem pelos menos uma fase no meio aquático. As principais doenças são: malária, dengue, febre amarela e filariose;

- **doenças cuja origem está na água** – doenças causadas por organismos aquáticos que passam parte do ciclo vital na água e cuja transmissão pode ocorrer pelo contato direto com a água. A principal doença observada é a esquistossomose;

- **doenças relacionadas com a falta de água e o mau uso da água** – doenças relacionadas com a pouca oferta de água e com a falta de hábitos higiênicos adequados por parte da população. As principais doenças são: tracoma, escabiose, conjuntivite bacteriana aguda, salmonelose, tricuriase, enterobíase, ancilostomíase e ascaridíase.

Metodologia

O Estudo foi realizado em 10 localidades em distritos do município de Campos dos Goytacazes, situado na região Norte Fluminense (Tabela 1).

Tabela 1: Lista das localidades amostradas, data das campanhas e número de amostras

	Localidade	Data da 1ª campanha	Número de amostras	Data da 2ª campanha	Número de amostras
1	Bariri – Travessão	19/02/09	08	09/06/09	06
2	Travessão	12/03/09	08	09/06/09	07
3	Posse do Meio (localidade próxima a Usina Santa Maria)	19/03/09	08	18/06/09	08
4	Conceição do Imbé	02/04/09	10	02/07/09	08
5	Praça São Benedito e Estrada da Lagoa de Cima (Distrito Lagoa de Cima)	12/04/09	09	02/07/09	07
6	Campo Novo e Venda Nova	23/04/09	10	04/08/09	10
7	Baixa Grande	06/05/09	10	04/08/09	07
8	Pernambuca/Ibitioca	15/05/09	10	16/07/09	09
9	Guriri	21/05/09	08	16/07/09	05
10	Ponta da Lama	21/05/09	02	16/07/09	02

No total foram 83 amostras na 1ª campanha de amostragem (realizada no período chuvoso) e 69 na 2ª campanha (período mais seco). A escolha das localidades foi feita tomando como objeto de estudo os distritos que não possuíam água tratada fornecida pela rede de abastecimento pública na ocasião da realização deste trabalho. Sendo assim, os moradores dessas localidades utilizavam predominantemente água subterrânea, e eventualmente outras fontes alternativas.

As amostras de água foram coletadas em frascos plásticos limpos e para análises microbiológicas, em bolsas “Nasco”, e acondicionadas em caixas de material isotérmico contendo cubos de gelo. A pesquisa de campo envolveu a aplicação de questionário socioambiental junto à coleta de água que se dava preferencialmente direto da fonte da água subterrânea, seja poço freático, seja nascente.

Das águas coletadas nas localidades, alguns dos parâmetros físico-químicos foram analisados no laboratório da Unidade de Pesquisa, como turbidez, pH, flúor, cloro livre e total. Estes ensaios realizados foram seguidos de acordo com normas padrões de procedimento descritas no livro *Standard Methods for the Examination of Water & Wastewater*, 21ª Edição (EATON, 2005). Os parâmetros *ferro*, *manganês*, *coliformes fecais* e *termotolerantes* foram analisados em outro laboratório.

As análises físico-químicas foram realizadas em triplicata e as médias realizadas em quintuplicata, totalizando assim 15 determinações por resultado, seguindo recomendações da Resolução CONAMA 396 /2008, sobre água subterrânea.

Na determinação do pH foi utilizado o pHmetro portátil da marca Thermo Scientific, modelo Orion 3.

Nos ensaios de turbidez foi utilizado o Turbidímetro portátil.

Nos ensaios de fluoreto, inicialmente foi utilizado o Colorímetro Digital Kit Pocket para flúor, marca Hach, modelo Pocket Colorimeter II. O uso do reagente SPADNS exige extremo cuidado nesse procedimento devido à sua característica corrosiva pela presença de arsenito de sódio.

Para a determinação de ferro e manganês foi utilizado o Portable Datalogging Spectrophotometer de bancada. Para análise de ferro, foi selecionado o programa para ferro (Fe) no aparelho e em seguida ajustado o comprimento de onda para 510 nm. Para o manganês, no mesmo aparelho, foi selecionado o programa para manganês (Mn) e em seguida selecionado o comprimento de onda para 560 nm. Os resultados são obtidos em mg/L de ferro e manganês.

Para a determinação de Cloro Livre, utilizou-se Colorímetro Digital Kit Pocket para cloro, marca Hach, modelo Pocket Colorimeter II (kit de análise). Primeiramente, foi transferido um pouco da água amostrada para as duas cubetas para lavagem química. Em seguida transferiram-se 10 mL de amostra para as cubetas. Após a adição, tomou-se uma cubeta para o branco e outra para realizar o ensaio. Em seguida o aparelho foi calibrado com o branco previamente selecionado, inserindo-o no aparelho e apertando

a tecla "0". O reagente para cloro livre foi adicionado na segunda cubeta com amostra, e agitado durante o tempo de 1 minuto cronometrado. Ao término da cronometragem, foi feita a leitura da segunda cubeta no aparelho. Este procedimento foi repetido para mais quatro alíquotas da amostra.

Para a determinação de Cloro Total, o procedimento foi basicamente o mesmo, sendo trocado o reagente para o de Cloro Total, e o tempo cronometrado foi de 3 minutos.

Para a determinação do número mais provável (NMP) de coliformes Totais e Termotolerantes, a técnica utilizada foi a da Enzima substrato. A amostra foi introduzida em meio de cultivo (Colillett), aguardando-se por cerca de 20 minutos. Após esse período foi introduzida em cartela com pequenos blocos e colocada em estufa com permanência de 24 horas. Depois se realizou a leitura das possíveis colimetrias e chegou-se ao NMP (número mais provável).

Os dados das análises físico-químicas foram digitalizados em planilhas para análises estatísticas. Foram calculados média total e desvio-padrão combinado (Sc) para cada localidade nas duas campanhas. E os resultados analíticos foram comparados pela Portaria 518/2004 do Ministério da Saúde.

Resultados e discussão

Para as análises de **pH**, a faixa ideal recomendada pela Portaria N° 518/2004 MS para consumo humano é de 6,0 a 9,5. A Figura 1 apresenta os resultados médios do parâmetro pH obtidos nas localidades estudadas.

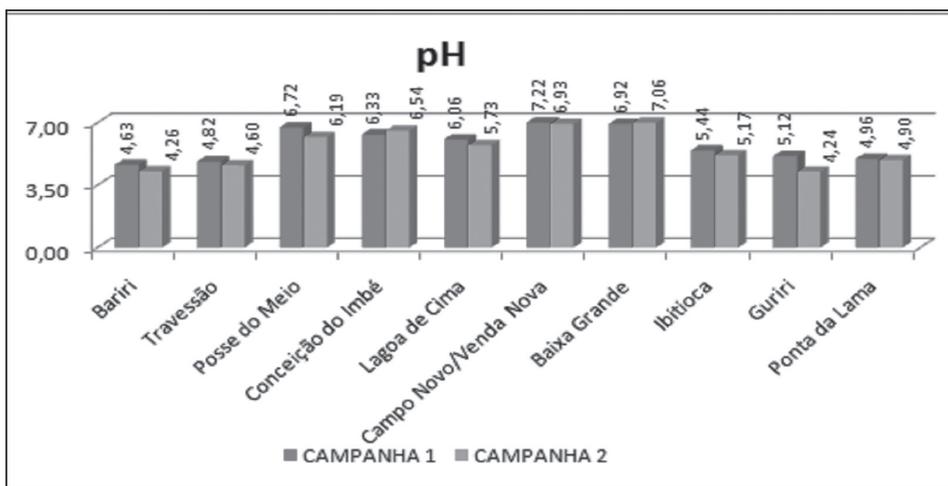


Figura 1: Resultado das médias dos valores de pH por localidade nas 1ª e 2ª campanhas

A maioria das médias observadas nas localidades amostradas apresentou-se abaixo do valor de 6,0, estando, portanto fora da faixa ideal de pH da água para consumo humano, segundo Portaria N° 518, de 25 de março de 2004, do Ministério da Saúde. Com exceção de Baixa Grande e Ponta da Lama, as demais localidades apresentaram problemas de acidez na água consumida, sendo, portanto, necessária uma atenção especial a esse parâmetro quando na implementação de um tratamento de água nessas localidades.

O VMP para **turbidez** recomendado é de 5 NTU (unidade nefelométrica de turbidez). A Figura 2 apresenta os resultados médios do parâmetro turbidez desta pesquisa.

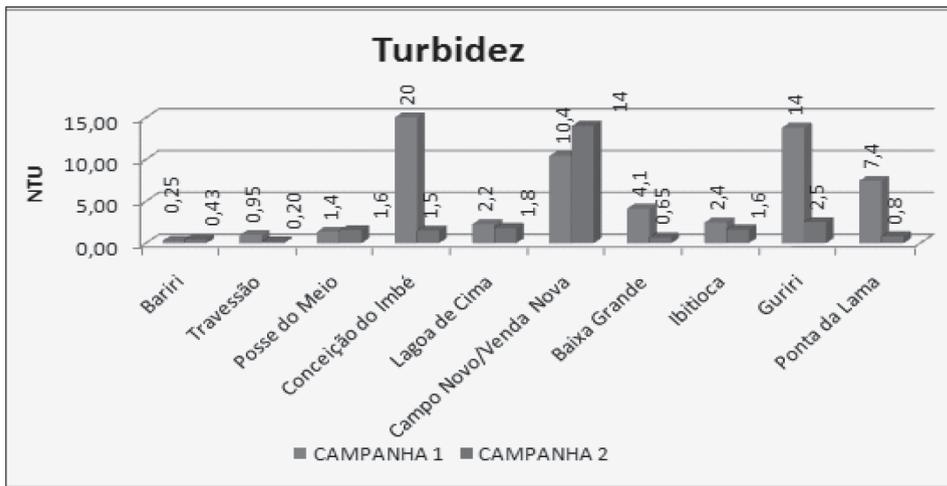


Figura 2: Resultado das médias de turbidez por localidade nas 1ª e 2ª campanhas

A maioria das médias observadas nas localidades amostradas apresentaram-se abaixo do valor de 5 NTU, estando, portanto, dentro do padrão de turbidez para água para consumo humano, segundo Portaria N° 518, de 25 de março de 2004, do Ministério da Saúde. Conceição do Imbé, Campo Novo/Venda Nova, Guriri e Ponta da Lama tiveram os maiores valores de turbidez. Em Conceição do Imbé, essa média alta se deve principalmente ao uso de água de cachoeira em algumas amostras, que apresentou alta turbidez, devido provavelmente a ocorrência de chuvas, fato bastante comum na localidade. Já em Campo Novo, Venda Nova e Guriri, como as amostras eram provenientes de poço, a influência maior pode ter sido da presença do ferro precipitado. Os desvios-padrão obtidos, comparados aos valores das médias, foram pequenos na

maioria das localidades, demonstrando, portanto, a baixa variabilidade das amostras nas localidades amostradas.

Considerando a água para consumo humano, foi adotado como padrão para teor mínimo 0,7 mg/L, e como VMP 1,5 mg/L de **flúor**. A Figura 3 apresenta os resultados médios do parâmetro flúor.

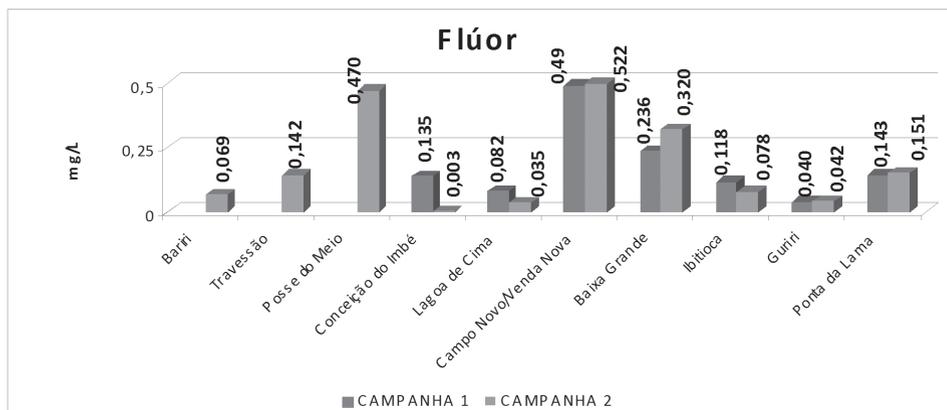


Figura 3: Resultado das médias dos valores de flúor por localidade nas 1ª e 2ª campanhas

Todas as médias observadas nas localidades amostradas apresentaram-se abaixo do valor de mínimo recomendado, entretanto, como o flúor já é encontrado em pequenas proporções e geralmente é adicionado à água tratada para ajudar na prevenção de cáries, a sua baixa concentração não vai influenciar negativamente na qualidade da água.

Na água para consumo humano o VMP para **ferro** é de 0,3 mg/L. A tabela 2 apresenta os resultados médios do parâmetro ferro e seus respectivos desvios-padrão.

Tabela 2: Valores médios do parâmetro ferro e seus respectivos desvios-padrão

Localidade	1ª Campanha	2ª Campanha
	média/desvio-padrão	média/desvio-padrão
Bariri	0,05±0,05	0,08±0,12
Travessão	Não foi feito	0,06±0,06
Posse do Meio	0,01±0,01	0,10±0,16
Conceição do Imbé	0,14±0,16	0,06±0,01
Lagoa de Cima (Praça São Benedito)	0,03±0,05	0,06±0,06
Campo Novo/Venda Nova	1,40±1,50	2,01±1,91
Baixa Grande	1,60±3,90	2,00±4,00
Pernambuca/Ibitioca	0,01±0,02	0,04±0,01
Ponta da Lama	0,00±0,00	0,00±0,00
Guriri	0,21±0,38	0,09±0,12

A maioria das médias observadas nas localidades amostradas apresentou-se abaixo do valor de 0,3 mg/L que é o valor máximo permitido para água para consumo humano, segundo Portaria N° 518, de 25 de março de 2004, do Ministério da Saúde. Campo Novo/Venda Nova e Baixa Grande obtiveram médias altas, excedendo em muito o VMP. Nessas localidades a alta concentração de ferro é uma característica da água subterrânea, o que confirma esse resultado. Além disso, a maior incidência de fluoreto nessas localidades (Figura 3) pode indicar a formação de complexos entre esses dois elementos.

Na maioria das localidades, os desvios-padrão obtidos estavam bem próximos dos valores das médias, sendo que em Baixa Grande o desvio padrão foi altíssimo (3,86 e 4,0 mg/L) se comparado com a média e o VMP. Isso pode ser verificado, nas figuras 4 e 5, onde é possível observar, na figura 4 duas amostras com valores bem maiores das demais, e na figura 5 uma amostra com valor bem discrepante em relação às demais, explicando o alto desvio- padrão observado. Vale ressaltar que os pontos de amostragem dessa localidade não são os mesmos nas duas campanhas.

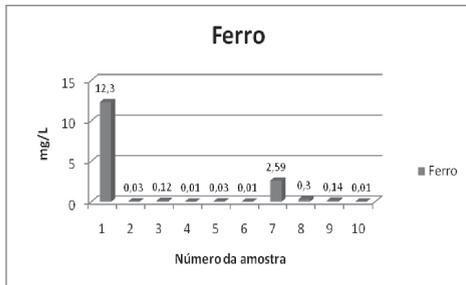


Figura 4: Resultado das médias de ferro em Baixa Grande na 1ª campanha

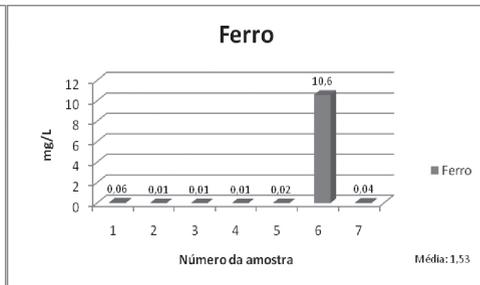


Figura 5: Resultado das médias de ferro em Baixa Grande na 2ª campanha

Para a Portaria 518: 2004 do MS o VMP para **manganês** é de 0,1 mg/L. Assim como para o ferro, as localidades de Campo Novo/Venda Nova e Baixa Grande apresentaram valores acima do exigido como apresentado na Figura 6, o que já era previsível em virtude de afinidades geoquímicas entre esses dois elementos.

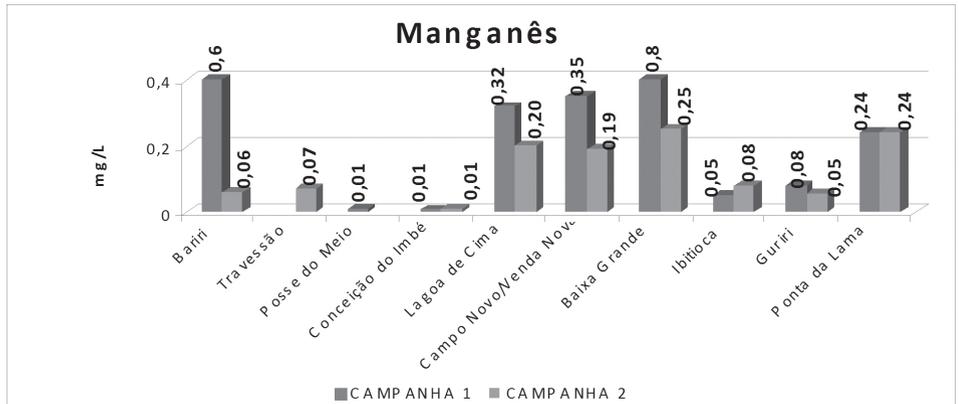


Figura 6: Resultado das médias dos valores de manganês por localidade nas 1ª e 2ª campanhas

As localidades de Lagoa de Cima e Ponta da Lama também apresentaram valores acima do permitido, o que pode ser devido à ocorrência de manganês no solo e sua dissolução no lençol freático. Em Bariri, observa-se um valor médio consideravelmente alto de manganês apenas na 1ª campanha, o que pode ser decorrência do carreamento de compostos contendo esse elemento, lançando-os no lençol freático também.

Para a determinação de **cloro livre**, há valores máximo de 2 mg/L e mínimo de 0,2 mg/L, reportados na Portaria 518/2004 do Ministério da Saúde (Tabela 3 e Figura 7). Nenhuma das amostras de água analisada das localidades atingiu o valor mínimo estipulado já que a água é natural e não é tratada, ou seja, não há adição de hipoclorito para a desinfecção da mesma.

Tabela 3: Valores médios do parâmetro cloro livre e seus respectivos desvios-padrão

Localidade	1ª Campanha	2ª Campanha
	média/desvio-padrão	média/desvio-padrão
1. Bariri	0,01±0,01	0,000±0,000
2. Travessão	0,000±0,000	0,003±0,003
3. Posse do Meio	0,000±0,000	0,000±0,000
4. Conceição do Imbé	0,002±0,014	0,008±0,002
5. Lagoa de Cima	Não foi feito	0,006±0,005
6. Campo Novo/Venda Nova	Não foi feito	0,015±0,003
7. Baixa Grande	0,017±0,009	0,022±0,002
8. Pernambuco/Ibitioca	0,002±0,004	0,004±0,000
9. Guriri	0,003±0,003	0,010±0,003
10. Ponta da Lama	0,001±0,003	0,005±0,000

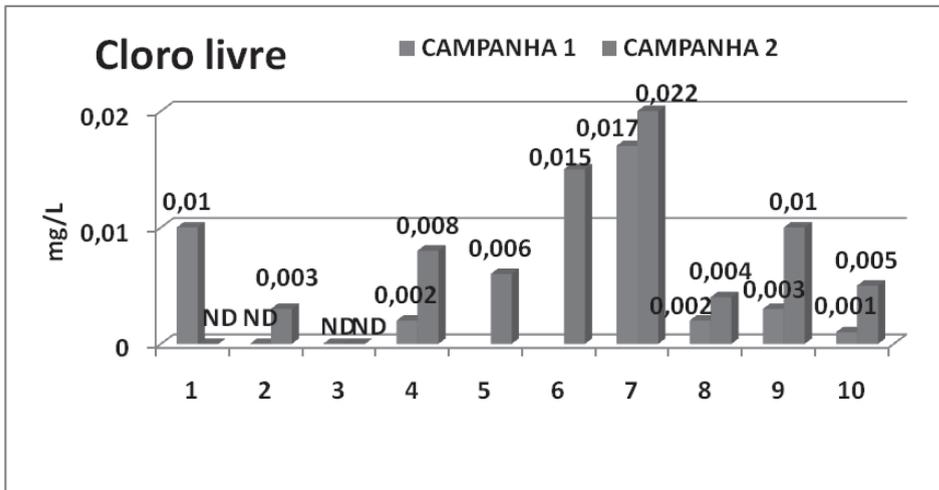


Figura 7: Resultados dos ensaios de cloro livre das amostras de água coletadas nas campanhas 1 e 2

Na determinação de **cloro total**, há valores máximo de 5 mg/L e mínimo de 0,2 mg/L, também reportados na Portaria N° 518/2004 do MS. Todas as amostras de água não atingiram o valor mínimo estipulado pelo mesmo motivo citado no cloro livre, sendo que algumas tiveram valores maiores que as demais (Tabela 4 e Figura 8).

Tabela 4: Valores médios do parâmetro cloro total e seus respectivos desvios-padrão

Localidade	1ª Campanha	2ª Campanha
	média/desvio-padrão	média/desvio-padrão
1. Bariri	0,014±0,008	0,008±0,004
2. Travessão	ND	0,003±0,002
3. Posse do Meio	ND	0,004±0,002
4. Conceição do Imbé	0,01±0,04	0,012±0,002
5. Lagoa de Cima	Não foi feito	0,011±0,004
6. Campo Novo/Venda Nova	Não foi feito	0,026±0,002
7. Baixa Grande	0,02±0,01	0,034±0,002
8. Pernambuco/Ibitioca	0,017±0,011	0,011±0,003
9. Guriri	0,04±0,05	0,015±0,000
10. Ponta da Lama	0,04±0,03	0,005±0,000

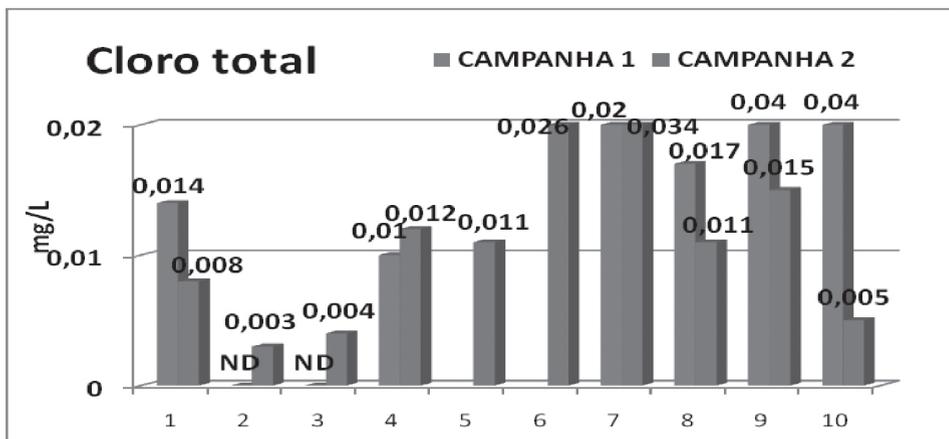


Figura 8: Resultados dos ensaios de cloro total das amostras de água coletadas nas campanhas 1 e 2

Na região de Ponta da Lama foram feitos apenas dois pontos de amostragem, sendo que um deles foi de um poço com reservatório destinado à distribuição de água na região e, por esse motivo, é possível que se tenha adicionado cloro. Além disso, em algumas casas visitadas, há adição de cloro na caixa-d'água, o que pode ter aumentado a concentração de cloro em alguns pontos de amostragem.

Tendo em vista o uso da água para consumo humano, o VMP para **coliformes totais** é a ausência em 100 ml de água. Entretanto, a portaria 518/2004 do MS aceita coliformes totais em água de poços, fontes ou outra forma de abastecimento alternativo individual desde que haja ausência de *Escherichia coli* e, ou, **coliformes termotolerantes**. Para coliformes termotolerantes (indicador de poluição fecal) o VMP é a ausência em 100 ml de água.

Com exceção da localidade 1 (Bariri), na 1ª campanha, todas as amostras das demais regiões foram reprovadas em coliformes totais, em ambas campanhas. Já para coliformes termotolerantes, o índice de reprovação varia um pouco (Figura 9 e 10).

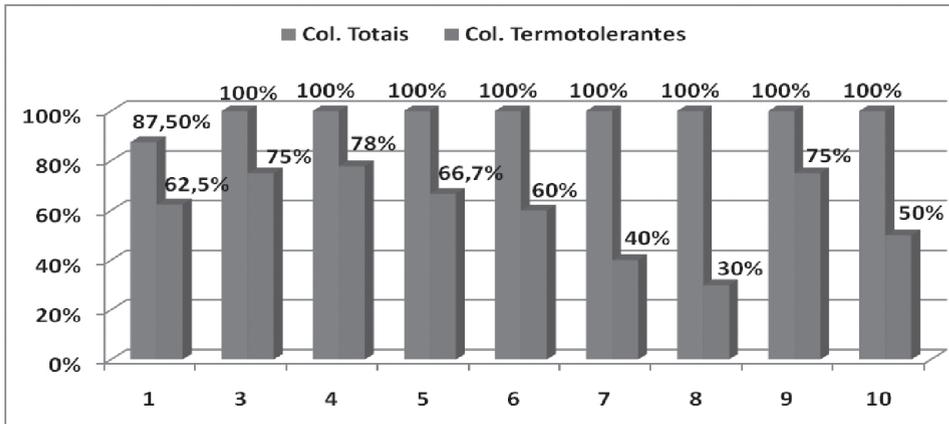


Figura 9: Porcentagem de amostras de água reprovadas por contaminação microbiológica na 1ª campanha

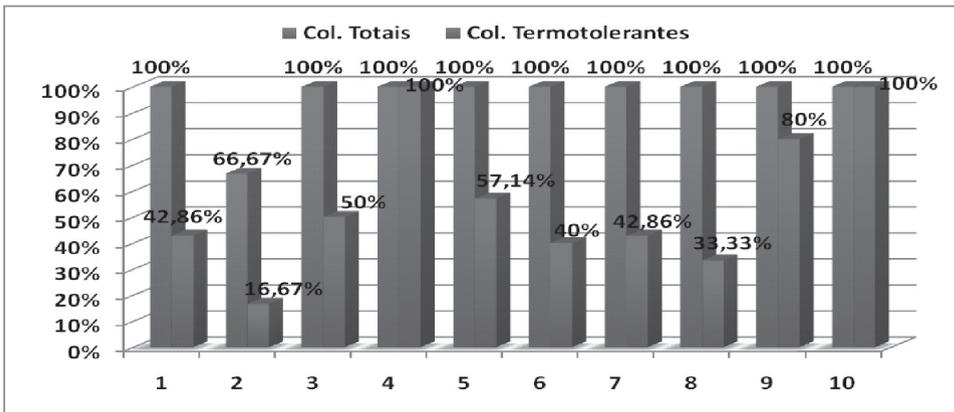


Figura 10: Porcentagem de amostras de água reprovadas por contaminação microbiológica na 2ª campanha

Não foi feita análise na 1ª campanha da localidade de Travessão (2), portanto, não consta no gráfico anterior.

É provável que o nível de contaminação do lençol freático da região seja devido à proximidade do poço à fossa da casa visitada, como próximo à da fossa do vizinho.

Em algumas localidades, como Conceição do Imbé e Guriri, há intensa criação de gado, o que colabora para os altos índices de contaminação.

Foi constatado que em todas as localidades os moradores relataram ter ocorrido algum tipo de doença veiculada pela água. Não é possível afirmar com precisão esses números, pois alguns moradores não relatam a ocorrência das doenças questionadas (Tabela 5).

Tabela 5: Percentual de doenças de veiculação hídrica relatadas pelos entrevistados

Localidade	1ª Campanha	2ª Campanha
1. Bariri	87,5%	83%
2. Travessão	44,4%	80%
3. Posse do Meio	37,5%	12,5%
4. Conceição do Imbé	60%	65%
5. Lagoa de Cima	0%	28,6%
6. Campo Novo/Venda Nova	40%	40%
7. Baixa Grande	50%	57,2%
8. Pernambuco/Ibitioca	70%	66,7%
9. Guriri	62,5%	80%
10. Ponta da Lama	*	*

Na região de Bariri, desses 87,5 e 83% relatados, a doença com maior índice de aparecimento entre a população foi diarreia, a qual é uma doença diretamente veiculada pela água.

Na localidade de Lagoa de Cima, na 1ª campanha, nenhum morador relatou ter alguma doença de veiculação hídrica.

Em Ponta da Lama, foram feitos apenas dois pontos de amostragem, um de uma casa e outro do poço que abastece a região, e foram utilizados os dados do posto de saúde. De acordo com a enfermeira-chefe do posto de saúde, as verminoses, doenças diarreicas e problemas de pele podem estar ligados à contaminação da água pelo esgoto. Do total atendido, ela estima que 10% sejam verminose, 30-40% problemas de pele e o restante, problemas respiratórios.

Percebeu-se que, em todas as localidades, as casas visitadas não continham o valor mínimo de cloro que garante o seu poder desinfectante, visto que foram analisadas apenas amostras de águas naturais. Essa deficiência de cloro na água consumida, pode colaborar para o aparecimento de micro-organismos na fonte de abastecimento, causando as doenças de veiculação hídrica relatadas pela população.

Conclusão

Identificou-se ao longo do trabalho que, possivelmente, a ocorrência de doenças como diarreia e verminose nas localidades está relacionada à má qualidade da água. A maioria das localidades sofre bastante com essas moléstias e nem sempre isso é refletido nas estatísticas dos serviços públicos.

Além disso, por falta de conhecimento, os moradores não tomam providências para a proteção das suas fontes de água subterrânea, e constroem suas fossas em locais

inadequados, sem os devidos critérios técnicos e próximas aos poços, o que leva à contaminação da água. Uma alternativa seria a construção de fossas distantes dos poços, ou caso o solo já se encontre contaminado, a construção dos poços em outros locais.

Foi de extrema importância a realização de duas campanhas (da repetição) em cada comunidade, em diferentes meses do ano, o que também possibilitou uma avaliação sobre o efeito dos períodos chuvoso e seco nos resultados das análises.

Diante dos resultados analíticos obtidos, pode-se concluir que, nos parâmetros físico-químicos escolhidos e microbiológicos, as localidades em estudo não possuem água de qualidade para o consumo.

A partir desse fato, é de grande relevância que o poder público viabilize a distribuição de água tratada para as comunidades afastadas, a partir do próprio potencial hídrico das localidades, podendo adotar inclusive como solução a instalação de pequenas Estações de Tratamento de Água, como propõe Cordeiro (2008), para que haja a desinfecção da mesma, destruindo micro-organismos patogênicos e colaborando para a diminuição dos índices de doenças de veiculação hídrica na população estudada. Essas miniestações de tratamento convencionais podem atender perfeitamente as pequenas localidades, com baixo custo de instalação e operação.

Referências

ABAS. Associação Brasileira de Águas Subterrâneas. Poços para captação de água. Disponível em: <http://www.abas.org/educacao_pocos.php>.

ANA. Panorama dos Recursos hídricos por Regiões Hidrográficas. 2006. Disponível em: <http://www.ana.gov.br/pnrh/DOCUMENTOS/5Textos/5PanoramaporRH4_04_03.pdf> Acesso em: set. 2010.

BAIRD, Colin. Química Ambiental. Porto Alegre: Bookman, 2002.

BRASIL. Ministério da Saúde. Portaria nº 518, de 25 de março de 2004. Estabelece os procedimentos e responsabilidades relativos ao controle e vigilância da qualidade da água para consumo humano e seu padrão de potabilidade, e dá outras providências. 2004. Disponível em: <<http://www.saude.gov.br>> Acesso em: ago. 2010.

CORDEIRO, W. S. Alternativas de Tratamento de Água para comunidades Rurais. Dissertação (Mestrado em Engenharia Ambiental) - CEFET/ Campos, Campos dos Goytacazes, RJ, 2008.

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.

ESTEVES, F. A. Fundamentos de Limnologia. 2. ed. Rio de Janeiro: Interciência, 1998.

MMA. Ministério do Meio Ambiente. SRH. Secretaria de Recursos Hídricos. Água: manual de uso. Vamos cuidar de nossas águas. Implementando o plano nacional de recursos hídricos. Síntese Executiva. Brasília: 2006

POPP, J. H. Geologia Geral. 5. ed. Rio de Janeiro: LCT, 1998

ROGAN, W.J.; BRADY, M. T. The Committee on Environmental Health, and the Committee on Infectious Diseases. Drinking Water From Private Wells and Risks to Children. Pediatrics, v. 123, n. 6, p. e1123–e1137, june 2009.

SANCHES, Sérgio M.; DA SILVA, Carlos Henrique Tomich de Paula; VIEIRA, Eny Maria. Agentes desinfetantes alternativos para o tratamento de água. Química Nova na Escola, n. 17, 2003.

VON SPERLING, M. Introdução à Qualidade das Águas e Tratamento de Esgotos. 3. ed. Belo Horizonte: Departamento de Engenharia Sanitária e Ambiental; Universidade Federal de Minas Gerais; 2005.

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