

AValiação de parâmetros físico-químicos das águas subterrâneas nos distritos de Campos dos Goytacazes/RJ

Nunes T.C.G.¹, Simões T.S.G.², Oliveira V.P.S.³

¹IFF/ LabFoz - Laboratório de Monitoramento das Águas da Foz do Rio Paraíba do Sul, tammelacristina@hotmail.com

²IFF/ LabFoz - Laboratório de Monitoramento das Águas da Foz do Rio Paraíba do Sul, tayna_simoes@hotmail.com

³IFF/ Departamento de Pesquisa e Pós-Graduação – campus Campos Centro, vsantos@iff.edu.br

Resumo - A água, líquido primordial para manutenção da vida, deve apresentar boas condições de potabilidade para ser ingerida pelo homem, estando livre de microorganismos patogênicos e quaisquer outras substâncias nocivas à saúde humana. Este trabalho teve o objetivo avaliar a qualidade da água, a partir de alguns parâmetros físico-químicos (pH, turbidez, fluoreto, ferro e manganês), consumida em distritos que não dispõem de água tratada da rede pública, no município de Campos dos Goytacazes. Foram aplicados questionários sócio-ambientais e coletadas amostras de água nas casas visitadas para a realização de ensaios físico-químicos. Os resultados analíticos obtidos e comparados com a portaria 518 do Ministério da Saúde e com a resolução CONAMA 396/08, indicam a má qualidade da água consumida nas localidades avaliadas. Este estudo tem grande relevância tendo em vista que ele aponta locais com a necessidade de tratamento de água pelo poder público.

Palavras-chave: monitoramento, qualidade de água, pH, turbidez, fluoreto, ferro, manganês, cloro

Área do Conhecimento: Química

Introdução

De acordo com REBOUÇAS (2006), estima-se que aproximadamente 97,5% da água do planeta é água salgada, constituída pelos oceanos, mares e lagos de água salgada, e apenas os 2,5% restantes são água doce. Dessa parcela de água doce, 68,9% estão sob a forma de calotas polares, geleiras e neves eternas que cobrem o cume das montanhas mais altas do planeta. 0,9% estão sob a forma de umidade dos solos e águas de pântanos, 03% são rios e lagos e os 29,9% da água doce restante está sob a forma de águas subterrâneas doces.

Os depósitos de água subterrânea são constituídos pela infiltração de água no solo, preenchendo os espaços vazios entre os grãos de argila, de areias ou de rochas mais consolidadas. Quando esses depósitos se localizam a pequena profundidade, constituem o chamado lençol freático. A quantidade de água fornecida pelos poços freáticos pode variar ao longo do ano: as águas tendem a aumentar com as chuvas e a diminuir, ou até desaparecer, em épocas de seca prolongada (BRANCO, 1993).

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).

Assim, é de grande valia o constante monitoramento da qualidade da água destinada ao consumo humano para a verificação de alguns parâmetros que, se encontrado fora de certos limites de concentração, podem se tornar nocivos pelo seu uso continuado.

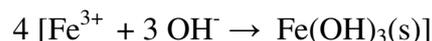
O pH ou potencial hidrogeniônico representa a concentração de íons hidrogênio H^+ – em escala antilogarítmica, dando uma indicação sobre a condição de acidez, neutralidade ou alcalinidade da água. Sua faixa vai de 0 a 14. A água pura contém concentração idêntica de íons (H^+) e (OH^-), por isso ela é considerada neutra. Se contiver uma quantidade maior de íons H^+ é ácida, se for menor, é básica. 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 (ESTEVEZ, 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 microorganismos em geral. Logo, podemos observar que este aspecto tem forte relação com a contaminação biológica da água, ou seja, quanto maior a turbidez, maior a probabilidade de encontrarmos microorganismos na água (CORDEIRO, 2008).

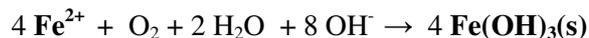
O flúor é um elemento que ocorre naturalmente e em pequenas quantidades nas águas naturais (0,1 a 2,0 mg/L). É produto do intemperismo de minerais no qual é elemento principal ou secundário: fluorita, apatita, flúorapatita, turmalina, topázio e mica. O flúor liberado pelo intemperismo destes minerais 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).



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 microrganismos patogênicos, entre outros, é usualmente feita a adição de cloro. Porém, a cloração de águas contendo matéria orgânica favorece a formação de trihalometanos (THMs), assim denominados por apresentarem em sua

estrutura molecular um átomo de carbono, um de hidrogênio e três de halogênios. Alguns THMs, tais como o clorofórmio, têm sido identificados como substâncias cancerígenas (SANCHES, et al. , 2003)

Metodologia

O monitoramento foi realizado em dez localidades de Campos dos Goytacazes, na região Norte Fluminense, que estão descritas nos resultados. Os moradores dessas comunidades, em sua maioria, utilizam a água subterrânea captada em poços rasos (de lençóis freáticos) ou também nascentes, já que nesses locais não há fornecimento de água tratada pelo município.

Nas saídas de campo foram aplicados questionários sócio-ambientais e, simultaneamente, foram coletadas 83 amostras de água na 1ª amostragem (realizadas de fevereiro à maio de 2009) e 69 amostras durante a 2ª amostragem (realizadas de junho à agosto de 2009). Foi utilizado o sistema GPS para a localização dos pontos de amostragem, além de trena, para a medição da distância entre o poço e a fossa e câmera fotográfica para registro das saídas.

As amostras foram coletadas em frascos plásticos limpos, acondicionados em caixas de material isotérmico contendo gelo para a preservação das características reais da água, e foram levadas para o laboratório.

No LabFoz (Laboratório de Monitoramento das Águas da Foz do Rio Paraíba do Sul) da UPEA/IFF, os ensaios realizados foram seguidos de acordo com normas padrões de procedimento descritas no livro Standard Methods for the Examination of Water & Wastewater (EATON et al, 2005). As amostras coletadas eram submetidas aos seguintes ensaios:

- Determinação de Potencial Hidrogeniônico – pH;
- Determinação de Turbidez;

- Fluoreto;
- Cloro livre e Total.

As análises dos parâmetros ferro e manganês foram realizadas no laboratório da concessionária Águas do Paraíba em regime de parceria.

Os ensaios foram realizados em quintuplicata, seguindo recomendações da Resolução CONAMA 396/2008, sendo que cada resultado analítico emitido pelo LabFoz representa uma triplicata de ensaios. Dessa forma, totalizam-se quinze ensaios de cada parâmetro, aumentando a confiabilidade dos resultados. Apenas na determinação de fluoreto, cloro livre e total, os ensaios foram realizados apenas em quintuplicata devido ao grande gasto de reagentes.

Para a determinação de pH foi utilizado o pHmetro portátil da marca Thermo Scientific, modelo Orion 3 Star. Primeiramente, era realizada a calibração do equipamento utilizando os padrões de pH de acordo com o procedimento descrito no seu manual. A amostra, então, era transferida para uma proveta de 50 mL, sendo feito a lavagem química adequadamente, para depois ser inserido o eletrodo do equipamento e realizada a leitura.

No procedimento de análise da turbidez, inicialmente foram preparados os padrões necessários (10 NTU, 100NTU e 800NTU) utilizando-se a Formazina. Em seguida, foi realizada a calibração no equipamento (Turbidímetro portátil, marca Solar Instrumentação, modelo SL 2K) com estes padrões. Foi feita a lavagem química nas cubetas com a amostra antes da leitura.

Nos ensaios de fluoreto, inicialmente preparou-se a prova em branco: foram transferidos 10 mL de água deionizada para a cubeta; em seguida, usando luvas, foi adicionado cuidadosamente 2 mL de reagente SPANDS na mesma cubeta. Para a calibração, esse branco previamente selecionado foi inserido no aparelho (Colorímetro Digital Kit

Pocket para flúor, marca Hach, modelo Pocket Colorimeter II). Em outra cubeta, foi transferido 10 mL de amostra e adicionado 2 mL de reagente SPANDS e, em seguida, agitado durante 1 minuto. Ao término da cronometragem, foi realizada a leitura da segunda cubeta no aparelho. Ao final do procedimento, foram descartadas as amostras com SPANDS em bombona apropriada, já que este reagente é corrosivo pela presença de arsenito de sódio.

Para a determinação de ferro e manganês foi utilizado o Portable Datalogging Spectrophotometer de bancada da marca HACH DR/2010. A calibração do equipamento é feita uma vez por ano de acordo com o procedimento descrito em manual. O procedimento de análise consistiu em transferir para as cubetas um pouco da amostra para lavagem química. Para análise de ferro, é 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, colocou-se 10 mL da amostra de água, adicionou-se o conteúdo de um pillow do reagente FerroVer Iron na amostra, com agitação para homogeneizar e esperou-se por 3 minutos para que a reação se completasse. Em seguida, colocou-se a cubeta com o branco no compartimento de análise do espectrofotômetro e, em seguida, fez-se a leitura da amostra.

Para o manganês, no mesmo aparelho, foi selecionado o programa para manganês (Mn) e em seguida selecionado 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

Posteriormente ao tratamento dos resultados, estes foram plotados em gráficos para melhor visualização.

um pillow do reagente Ascorbic Acid na amostra, com agitação para homogeneizar. Em seguida, adicionou-se 15 gotas de Alkaline-Cyanide Reagent Solution para cada cubeta (branco e amostra), homogeneizou e adicionou-se 21 gotas de 0,1% PAN Indicator Solution a cada cubeta (branco e amostra). Homogeneizou-se novamente e esperou por 2 minutos para que a reação se completasse. Em seguida, colocou-se a cubeta com o branco no compartimento de análise do espectrofotômetro e aperta e posteriormente faz-se a leitura da amostra.

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 10 mL da própria amostra em duas cubetas. Após a adição, tomou-se uma cubeta para o branco e outra para realizar o ensaio. Após a calibração com a prova em branco, foi adicionado na segunda cubeta com amostra o reagente para cloro livre 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.

Resultados

Os resultados obtidos nos ensaios físico-químicos foram tratados estatisticamente, empregando-se cálculos como desvio padrão, desvio padrão combinado, média de valores, entre outros cálculos que proporcionam uma coerência e significância aos resultados.

Os resultados das análises de água foram comparados com os valores máximos permitidos reportados na Portaria 518/2004 do Ministério da Saúde (MS), já que na

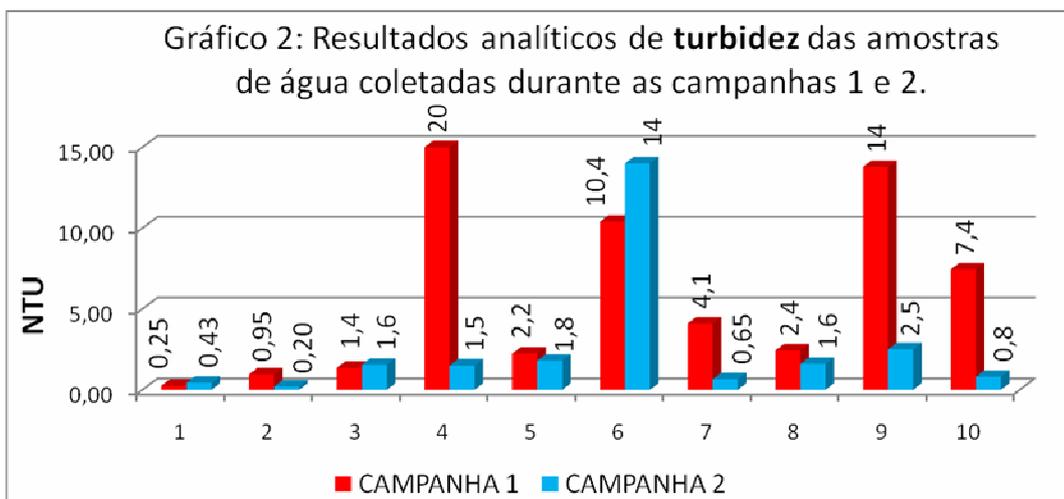
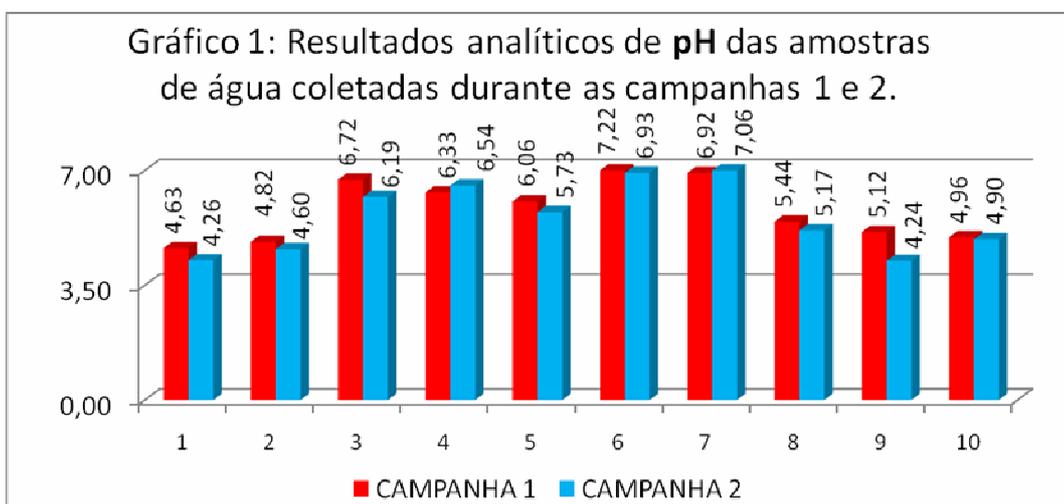
maioria dos casos, a água é destinada ao consumo humano, e comparados também com a Resolução Nº 396 de Abril/2008 do CONAMA (Conselho Nacional do Meio Ambiente).

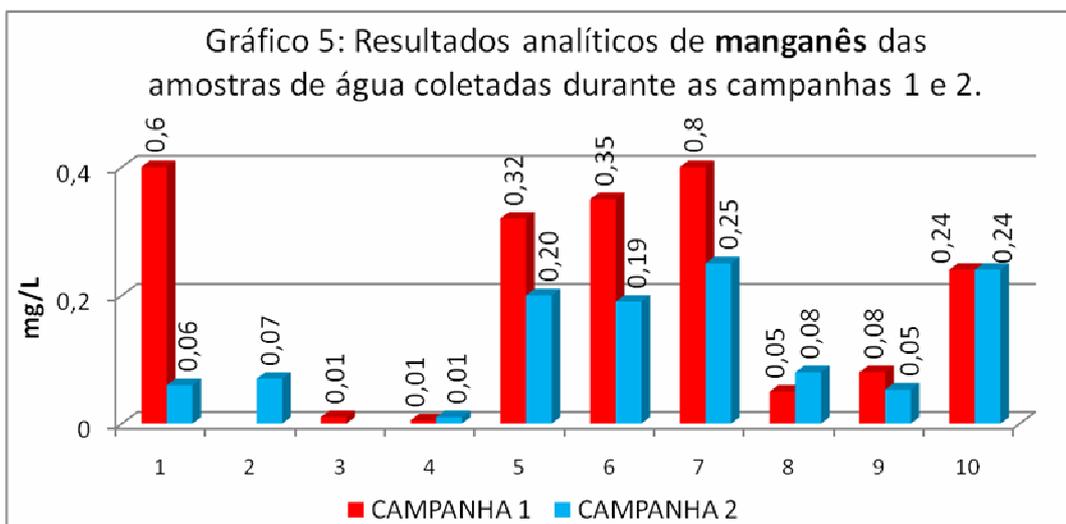
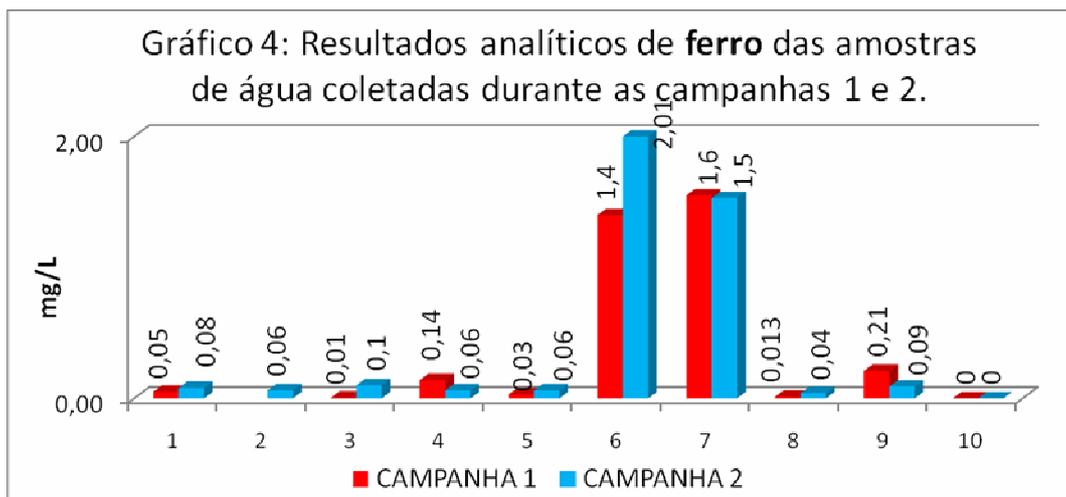
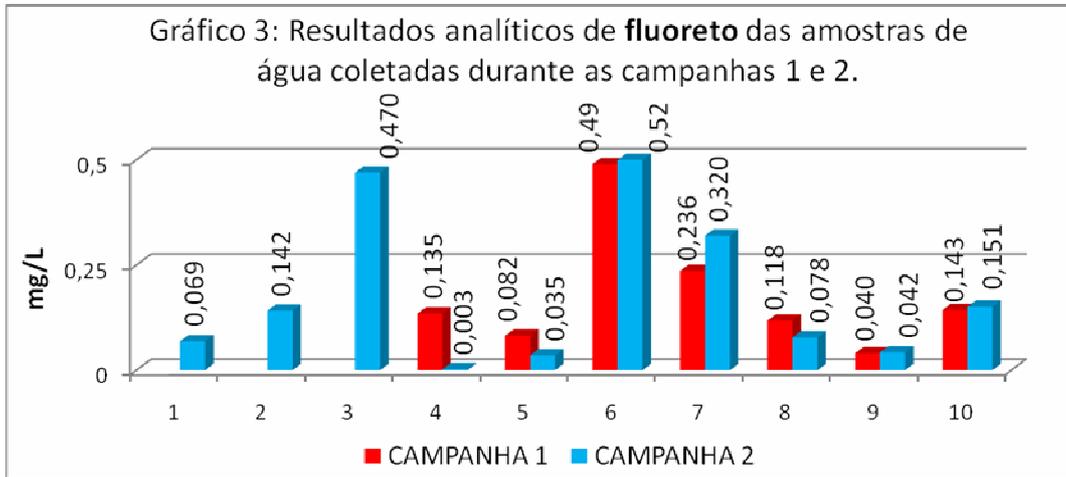
As localidades visitadas foram:

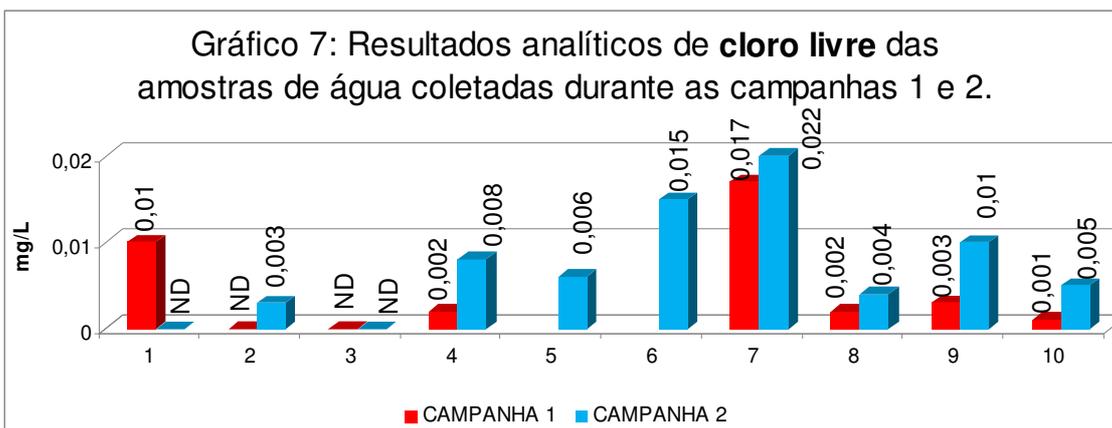
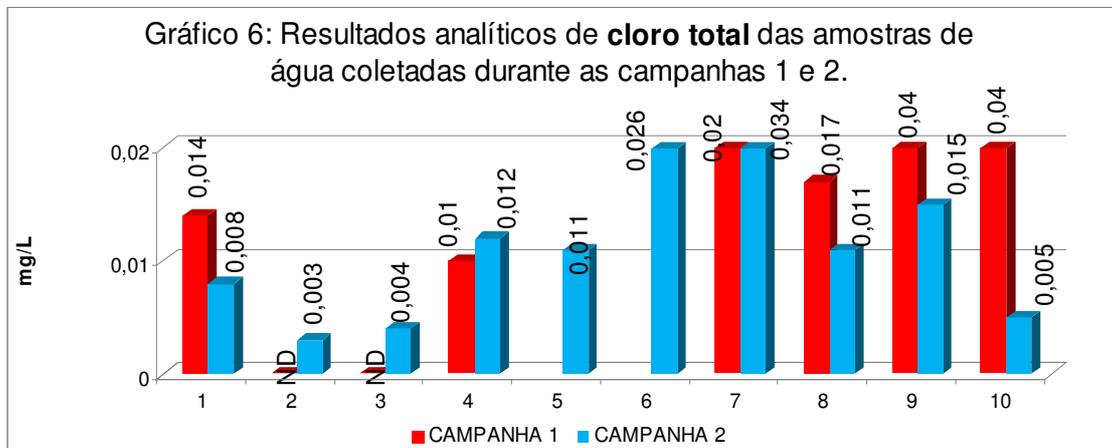
- 1 - Bariri;
- 2 - Travessão;
- 3 - Posse do Meio;

- 4 - Conceição do Imbé;
- 5 - Lagoa de Cima;
- 6 - Campo Novo/Venda Nova;
- 7 - Baixa Grande;
- 8 - Pernambuco/Ibitioca;
- 9 - Guriri;
- 10 - Ponta da Lama.

Os resultados obtidos são apresentados nos gráficos de 1 a 5, a seguir.







Discussão

Dentre os resultados obtidos na determinação de pH, no gráfico 1, observa-se que algumas localidades, como Bariri, Travessão, Pernambuco/Ibitioca, Guriri e Ponta da Lama, nas duas campanhas, apresentaram valores abaixo da faixa estipulada pela portaria do MS, que é entre 6,0 e 9,5. Já Lagoa de Cima, apresentou valor abaixo da faixa ótima apenas na segunda campanha. A acidez da água depende do valor do pH, pois é decorrente do CO₂ e estará presente somente para valores abaixo de 8,3 e superiores a 4,4. Quando o pH está entre 4,4 e 8,3 a alcalinidade decorrente é somente devida à presença de bicarbonatos. Por esse motivo, geralmente as águas subterrâneas possuem pH

mais baixo, pois podem vir a ter contato com rochas calcárias.

Em relação à turbidez, a maioria das localidades apresenta valores dentro do exigido pelo Ministério da Saúde que é abaixo de 5 NTU. Como observado no gráfico 2, a localidade Campo Novo/Venda Nova possui valores fora do estipulado pelo MS. Este fato pode ser devido à grande presença de ferro na região (gráfico 4), pois quando a água entra em contato com o oxigênio do ar, há formação do precipitado avermelhado de ferro, o que ocasiona uma elevação de sua turbidez. Já as regiões de Conceição do Imbé, Guriri e Ponta da Lama possuem valores também acima do permitido apenas na 1ª amostragem, este fato pode ser devido ao período de chuva, em que se deu a 1ª campanha, que pode levar ao

carreamento de sólidos e suspensões, elevando a turbidez da água.

No gráfico 3, os resultados analíticos de fluoreto estão dentro do VMP (Valor Máximo Permitido) pelo MS e da resolução CONAMA 396/08 (para o consumo humano) que é 1,5 mg/L. Estes valores baixos, podem ser decorrentes do fato de não ser adicionado flúor à água, pois a mesma não recebe tratamento. Assim, o flúor presente na água, seria apenas o que ocorre naturalmente. As localidades de Campo Novo/Venda Nova e Baixa Grande possuem valores um tanto altos assim como para o ferro, no gráfico 4. Os padrões de potabilidade exigem que uma água de abastecimento público não ultrapasse a concentração de 0,3mg/L de ferro e, portanto, estas localidades apresentaram valores acima do exigido. Como previsto, há maior incidência desses dois elementos devido à formação de complexos.

Para a resolução CONAMA 396/08 e para o 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 no gráfico 5, o que já era previsível em virtude de afinidades geoquímicas entre esses dois elementos. 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 uma média significativamente alta de manganês apenas na 1ª campanha, o que pode ser em decorrência do carreamento de compostos contendo este elemento, lançando-os no lençol freático também.

Na determinação de cloro total (gráfico 6), há valores máximo de 5 mg/L e mínimo de 0,2 mg/L, também reportados na Portaria 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.

Para a determinação de cloro livre (gráfico 7), há valores máximo de 2 mg/L e mínimo de 0,2 mg/L, reportados na Portaria 518/2004 do Ministério da Saúde. 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.

Na região de Ponta da Lama foram feitos apenas dois pontos de amostragem, sendo que um deles foi de um poço com reservatório destinado a distribuição de água na região e, por esse motivo, é possível que tenha se 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.

Conclusão

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, as localidades em estudo não possuem água de qualidade para o consumo.

A partir desse fato, é de grande relevância que políticas públicas possam intervir e fornecer um tratamento adequado da água subterrânea utilizada, seja poço freático, seja nascente, para as comunidades locais.

Referências

BAIRD, Colin; GRASSI, Marco Tadeu. **Química ambiental**. Tradução de Maria

Angeles Lobo Recio, Luiz Carlos Marques Carrera. 2.ed Porto Alegre: Bookman, 2002.

BRANCO, Samuel Murgel. **Água**: origem, uso e preservação. 7. ed. São Paulo: Moderna, 1996. (Polemica).

BRASIL. CONAMA. **Resolução nº 396, de 03 de Abril de 2008**. Dispõe sobre a classificação e diretrizes ambientais para o enquadramento das águas subterrâneas e dá outras providências. 2008. Disponível em: <<http://www.mma.gov.br>>

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>>

CORDEIRO, W. S. **Alternativas de Tratamento de Água para comunidades Rurais**. Dissertação apresentada (Mestrado em Engenharia Ambiental) IFF Campus Campos-Centro, 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.

REBOUÇAS, A. C. Água doce no mundo e no Brasil. *In* REBOUÇAS, A.C.; BRAGA, B.; TUNDISI, J. G. Águas Doces no Brasil: Capital Ecológico, Uso e Conservação. 3. Ed. São Paulo: Escrituras Editora, 2006.

SANCHES, Sérgio M.; (...) **Química Nova na Escola. Agentes desinfetantes alternativos para o tratamento de água**. Nº 17. 2003

ZIMBRES, EURICO. **Química da água subterrânea**. Disponível em: <<http://www.meioambiente.pro.br/agua/guia/quimica.htm>> Acessado em abril de 2010.