



Análise da qualidade da água de uma nascente localizada no bairro do Registro, Taubaté, SP - Brasil.

Analysis of the water quality of a spring located in the neighborhood of Registro, Taubaté, SP - Brazil.

Gimena Picolo Amendola Correa¹, Leonardo do Nascimento Lopes¹, Simone Sano Russi de Rezende¹

¹Departamento de Engenharia Civil, Universidade de Taubaté, Taubaté, SP.

RESUMO

A qualidade da água pode ser representada por parâmetros que traduzem suas características físicas, químicas e biológicas. Dentre os parâmetros físicos, destacam-se cor, turbidez e temperatura. Os parâmetros químicos são importantes indicativos de elementos que reagem com a água, podendo influir nos organismos quando a concentração é excessiva, como sulfato, pH, ferro e alcalinidade. O meio aquático é habitado por muitas formas de vida, dentre as quais encontram-se os microrganismos, entre os quais estão os tipicamente aquáticos ou os que são introduzidos na água a partir de uma contribuição externa, como as bactérias patogênicas que atingem o trato respiratório, pele, mucosas, cérebro e infecções no trato gastrointestinal e urinário. O presente estudo teve como objetivo realizar análises de potabilidade da água de uma nascente utilizada para consumo de moradores de um bairro rural da cidade de Taubaté, com base na Portaria nº 518/2004 e na Portaria nº 2914/2011 do Ministério da Saúde, atualmente revogadas pela Portaria de Consolidação nº 5, de 28 de Setembro de 2017. Foram realizadas três visitas ao local, entre março e agosto 2012, sendo que em cada uma delas, coletou-se uma amostra direto da nascente e amostras das torneiras e dos filtros de barro de três casas que a utilizava para suas necessidades domésticas, como a limpeza dos alimentos e higiene pessoal. As amostras foram encaminhadas ao Laboratório de Análise de Águas e Efluentes no Departamento de Engenharia Civil da Universidade de Taubaté. No laboratório detectaram-se altas concentrações de ferro e presença de coliformes termotolerantes, *Escherichia coli*, bactérias heterotróficas e coliformes totais, fora dos parâmetros exigidos pelas normas para o padrão de potabilidade. Como solução, utilizou-se cloro granulado (hipoclorito de cálcio - 65%, sódio, cálcio e água de hidratação - 35%) como agente de desinfecção da água, para eliminar os microrganismos patogênicos, assim como o filtro de barro que retém a quantidade excessiva de ferro. Depois de uma análise final e a obtenção de resultados satisfatórios do tratamento, realizou-se educação ambiental com os moradores, expondo-lhes a importância da limpeza periódica de seus reservatórios de água e a utilização do cloro granulado, para que desfrutem de uma água de melhor qualidade.

Palavras-chave: Análise de água, Taubaté, Saneamento básico.



ABSTRACT

Water quality can be represented by parameters that reflect its physical, chemical, and biological characteristics. Among the physical parameters, the following stand out: color, turbidity, and temperature. Chemical parameters are important indicative of elements that react with water and may influence living organisms if the concentration is excessive, such as sulfate, pH, iron, and alkalinity. The aquatic environment is inhabited by many living forms. These include microorganisms, among which are those typically aquatic or those introduced into the water from an external contribution, such as bacteria that cause diseases that affect the respiratory tract, skin, mucous membranes, brain and infections in the tract. gastrointestinal and urinary. The present study aimed to carry out analyzes of potability of water from a spring used for consumption by residents of a rural neighborhood in the city of Taubaté, based on Ordinance No. 518/2004 and Ordinance No. 2914/2011 of the Ministry of Health, currently revoked by Consolidation Ordinance No. 5, of September 28, 2017. Three visits were made to the site, from March to August of the year 2012, and in each of them, a direct sample of the spring was collected and samples of faucets and clay filters from three houses that used it for their domestic needs, such as food cleaning and personal hygiene. The samples were sent to the Water and Wastewater Analysis Laboratory at the Department of Civil Engineering at the UNITAU. In the laboratory, high concentrations of iron and the presence of thermotolerant coliforms, *Escherichia coli*, heterotrophic bacteria and total coliforms were detected, which are outside the parameters required by the standards for the potability standard. As a solution, granulated chlorine (calcium hypochlorite - 65%, sodium, calcium and hydration water - 35%) was used as a water disinfecting agent, to eliminate pathogenic microorganisms, as well as the clay filter that retains the amount excessive iron. After a final analysis and satisfactory results of treatment efficiency were obtained, environmental education was carried out with the residents, exposing them to the importance of maintaining the periodic cleaning of their respective water reservoirs and the use of granulated chlorine, so that they enjoy better quality water.

Keywords: Water analysis, Taubaté, Sanitation.

INTRODUÇÃO

Somente 30% da população mundial tem garantia de água tratada, sendo que os 70% restantes dependem de poços e outras fontes de abastecimento passíveis de contaminação. Uma série de doenças pode ser associada à água, seja em decorrência de sua contaminação por excretas

humanas ou de outros animais, seja pela presença de substâncias químicas nocivas à saúde humana. Os microrganismos patogênicos atingem a água por meio das excretas de pessoas ou animais infectados, causando problemas principalmente no aparelho intestinal do homem. Essas doenças podem ser causadas por bactérias, fungos, vírus, protozoários e



helmintos. Quando presentes na água esses microrganismos patogênicos representam um sério risco à saúde (CETESB, 2008).

Devido ao lançamento direto ou indireto de resíduos gerados pelas atividades humanas no meio ambiente, as águas naturais ou artificiais, superficiais ou subterrâneas podem ser contaminadas por substâncias químicas, elementos radioativos ou organismos patogênicos. A poluição altera significativamente as características físicas, químicas e biológicas da água, podendo impossibilitar o uso, principalmente para o consumo humano, causando danos aos ecossistemas aquáticos e a possibilidade de transmissão de doenças. Os poluentes são classificados de acordo com a natureza e os impactos causados pelo seu lançamento. As principais fontes de poluição são esgotos domésticos e industriais, águas pluviais (carreando impurezas da superfície do solo), resíduos sólidos, agrotóxicos, fertilizantes, detergentes, sedimentos (oriundos das margens dos cursos d'água), dejetos de animais (provenientes de criadouros) e intrusão salina (BRAGA et al., 2005).

A poluição da água pode ser pontual ou difusa. Uma fonte pontual de poluição é uma fonte única identificável a partir da qual os poluentes são descarregados por meio de tubulações, valas e drenos, o que as torna mais fáceis de identificar e gerenciar. Os tipos mais comuns de fontes pontuais são as cargas brutas ou remanescentes de esgotos domésticos e industriais. As descargas a partir de fontes pontuais podem resultar em poluição hídrica

e inviabilizar o uso da água para consumo (CALIJURI & CUNHA, 2013). As cargas difusas são geradas em áreas extensas e chegam as águas superficiais e subterrâneas de forma intermitente quando associadas as precipitações. Sua composição pode ser complexa, principalmente na zona urbana, variando desde metais e óleos a sólidos, podendo ser resultante da falta de coleta de esgoto ou mesmo de despejos incorretos. Quando em zona rural, a poluição difusa pode ocorrer por meio dos sedimentos carregados em uma erosão do solo causada pela drenagem pluviométrica, pelo excesso de nutrientes (eutrofização), de defensivos agrícolas (agrotóxicos) e de resíduos da pecuária (nutrientes, matéria orgânica e coliformes) (MANSOR et al., 2006).

A região do vale do rio Paraíba do Sul, na porção leste do Estado de São Paulo, entre as Serras do Mar e da Mantiqueira está localizada em grande parte de sua extensão sobre o Aquífero Taubaté. Esse aquífero é constituído por camadas intercaladas de sedimentos arenosos e argilosos da Bacia de Taubaté, ocupando uma área aproximada de 2.340 km² e espessura com valores entre 200 e 400 metros. Possui comportamento predominantemente livre ou pouco confinado, desta forma, é recarregado pela água da chuva (DAEE et al., 2005).

A porção central do aquífero compõem-se por argilas formadas em ambientes lacustres, sendo reconhecida por baixa produtividade e ocorrência



predominante entre as cidades de Taubaté e Pindamonhangaba (IRITANI & EZAKI, 2008).

O relatório de monitoramento ambiental da qualidade das águas subterrâneas conforme de a Portaria nº 2914/2011, realizado pela Companhia Ambiental do Estado de São Paulo (CETESB) de 2010 a 2012, indicam que as águas subterrâneas do Aquífero Taubaté apresentam baixo teor de sais dissolvidos, nitratos, fluoretos, cloretos e sulfatos, e elevada concentração de ferro e manganês, com valores máximos, respectivamente, de 3,88 mg L⁻¹ e 0,118 mg L⁻¹. Destaca-se também que o potencial hidrogeniônico (pH) das águas subterrâneas varia de 5,83 a 7,7, enquanto os valores de sólidos totais dissolvidos (STD) mostram média de 80 mg L⁻¹, com valor mínimo menor que 50 mg L⁻¹ e máximo de 142 mg L⁻¹. Segundo o Diagrama de Piper, que classifica e compara as águas quanto aos cátions e ânions dominantes, o Aquífero Taubaté define-se como bicarbonatado cálcico, quando associado aos sedimentos fluviais, e bicarbonatado sódico, quando associado a sedimentos lacustres (CETESB, 2013).

Ao mesmo tempo em que a região do vale do rio Paraíba do Sul é importante eixo econômico entre São Paulo e Rio de Janeiro, abrangendo cidades de médio e grande porte, com população urbana de aproximadamente 2,2 milhões de habitantes, há também uma extensa área rural, que em sua maioria possui o abastecimento de água realizado por soluções individuais, envolvendo poços rasos ou nascentes (EMPLASA, 2012).

OBJETIVO

Avaliar a qualidade da água de uma nascente e de torneiras e filtros de barro de três casas localizadas no bairro do Registro, Taubaté/SP por meio de parâmetros definidos pela Portaria nº 518/2004, substituída pela Portaria nº 2914/2011 e revogadas pela Portaria de Consolidação nº 5/2017, identificar as falhas na coleta e distribuição da água e fomentar as condições para a proteção da saúde dos usuários da água.

MATERIAL E MÉTODOS

Caracterização da área de estudo

A área de estudo localiza-se no bairro do Registro, sobre as coordenadas do Universal Transversa de Mercator (UTM) de 7.442.723,00 Sul (S) e 457.117,00 Leste (E), na zona rural do município de Taubaté, interior de São Paulo (Figura 1).

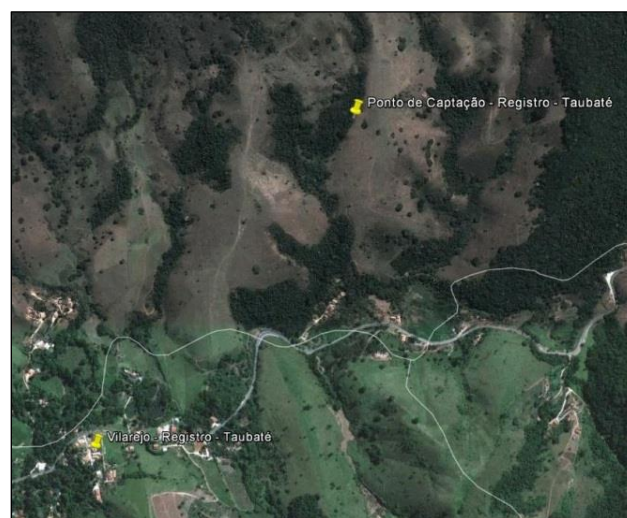


Figura 1 – Localização do ponto de coleta e das casas abastecidas pela água da nascente situadas no bairro do Registro em Taubaté.

(Google Earth - 10/04/2014)



A cidade de Taubaté situa-se sobre Argissolo Vermelho-Amarelo, na porção central e, Latossolo Vermelho-Amarelo, ao sul e ao norte. Os domínios geológicos presentes no município são rochas gnáissicas de origem magmática e/ou sedimentar de médio grau metamórfico e rochas graníticas desenvolvidas durante o tectonismo (PMT, 2012). As unidades hidrogeológicas existentes são os subdomínios Cristalino, Metassedimento / Vulcanica, Bacia de Taubaté e Aluviões (CPRM, 2014).

Coleta de dados

Para a realização deste trabalho foram coletadas amostras de água de uma nascente e de três casas, selecionadas totalmente ao acaso, de um vilarejo que a utilizam como fonte de abastecimento humano (Figura 2).

Todas as amostras foram coletadas entre 9 e 11 horas da manhã, nos meses de abril, maio e agosto, período, portanto, de queda das temperaturas médias e baixa pluviosidade.

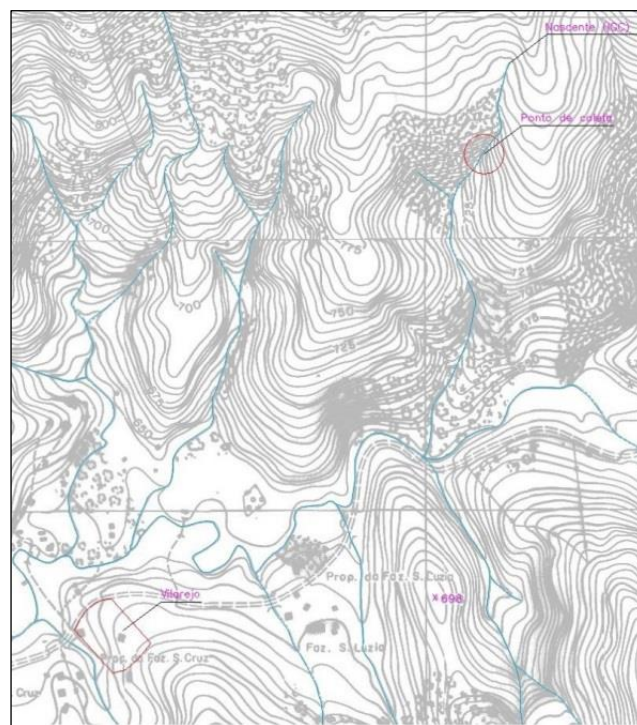


Figura 2 - Localização da nascente e dos pontos de coleta sobre a Cartografia IGC. (Cartografia IGC 1.977)

Os moradores do vilarejo utilizam a água da nascente para suas necessidades domésticas, como a limpeza dos alimentos e higiene pessoal. A água é captada por meio de tubulação em PVC, com diâmetro de 100 milímetros e percorre aproximadamente 1.208,42 metros por meio de uma tubulação de 25 milímetros até as casas do vilarejo, onde é consumida sem nenhum tipo de tratamento sanitário (Figura 3).



Figura 3 – Ponto de captação de água com utilização de um tubo de PVC.

No local da nascente, a coleta foi realizada com a água correndo no sentido do fluxo e na mesma profundidade da tubulação de captação (subsuperfície). Após a coleta, as amostras foram encaminhadas para análise laboratorial. O plano de amostragem ocorreu com uma primeira coleta direto da nascente e de três residências, realizada na data de 16 de abril de 2012. Com isso tornou-se possível determinar e comparar a qualidade da água, podendo-se identificar algum tipo de contaminação na canalização ou nos reservatórios individuais.

A segunda coleta, realizada dia 28 de maio de 2012, foi elaborada em caráter comprobatório dos resultados obtidos na primeira, desta forma, realizou-se a análise nos mesmos pontos anteriormente amostrados.

Por fim, após a execução de um plano de ação de conscientização ambiental com os moradores do vilarejo, uma última amostragem foi realizada no dia

13 de agosto de 2012 com o objetivo de comprovar a eficiência das ações mitigadoras realizadas.

Na coleta de água para a execução das análises físico-químicas, utilizou-se um frasco com capacidade para dois litros. Já as coletas para a realização das análises bacteriológicas, as amostras foram separadas em frascos de 300 ml de polietileno estéreis, contendo tiosulfato de sódio a 10% que neutraliza a ação do Cloro (Cl) e ácido etilenodiaminotracético (E.D.T.A.) a 15%, que anula a ação de metais pesados. Visando a confiabilidade dos resultados, as coletas para as análises bacteriológicas foram realizadas com cuidado de assepsia das mãos utilizando-se algodão e álcool 70%. Assim que coletadas, as amostras foram transportadas para o laboratório de análises em um isopor com gelo, desta forma, preservando suas características.

As análises foram feitas no Laboratório de Análise de Águas e Efluentes no Departamento de Engenharia Civil da Universidade de Taubaté (UNITAU), seguindo os métodos do *Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater*, 20ª edição e, os padrões das normas de vigilância de qualidade da água do Ministério da Saúde.

As análises da nascente abrangeram, em sua totalidade, os principais parâmetros físicos, químicos e bacteriológicos. Já as análises dos domicílios compreenderam apenas parâmetros físicos e bacteriológicos, devido aos valores de maior significância obtidos na nascente.



No laboratório, as análises físicas e organolépticas se iniciaram com a identificação do aspecto da água (turva ou límpida), a condutividade específica a 25°C, a cor, o odor, o pH e a turbidez das amostras.

Já nas análises químicas, foram identificados os parâmetros: alcalinidade em bicarbonatos, cloretos, cloro residual livre, dureza total, ferro, fluoreto, nitrogênio amoniacal, nitrogênio nitrato, nitrogênio nitrito, sólidos totais dissolvidos e por fim sulfatos, sendo todos em unidade de miligramas por litro (mg L⁻¹).

As análises microbiológicas determinaram a presença de coliformes por meio da Técnica da

Membrana Filtrante, a presença de coliformes termotolerantes e *Escherichia coli* utilizando o Meio de Cultura EC Medium, a presença de coliformes totais pelo Meio de Cultura VB (verde brilhante) e a presença de bactérias heterotróficas utilizando o Meio de Cultura PCA (Plate Count Agar).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Na primeira etapa de análises obteve-se os seguintes resultados apresentados na Tabela 1 para a nascente e Tabela 2 para as casas, conforme Portaria nº 518/04 utilizada pelo laboratório.

Tabela 1 – Primeira análise laboratorial da nascente

PARÂMETROS ANALISADOS	UNIDADE DE MEDIDA	PORTARIA Nº518 DE 25/03/2004	NASCENTE
Aspecto	-	Sem Especificação	Turva
Condutividade 25°C	µS (cm) ⁻¹	Sem Especificação	36,4
Cor	mgPt L ⁻¹	15	20
Odor	-	Não Objetável	Inodora
pH	-	6,0 - 9,5	7,2
Turbidez	U.N.T.	5	4,8
Alcalinidade em Bicarbonatos	mg L ⁻¹	Sem Especificação	16,0
Cloretos	mg L ⁻¹	250	16,9
Cloro Residual Livre	mg L ⁻¹	0,2 - 2,0	0
Dureza Total	mg L ⁻¹	500	11,4
Ferro	mg L ⁻¹	0,3	0,9
Fluoreto	mg L ⁻¹	0,6 - 0,8	--
Nitrogênio Amoniacal	mg L ⁻¹	Sem Especificação	--



Nitrogênio Nitrito	mg L ⁻¹	1,0	--
Nitrogênio Nitrato	mg L ⁻¹	10	--
Sólidos Totais Dissolvidos	mg L ⁻¹	1.000	1.268
Sulfato	mg L ⁻¹	250	4,0
Coliformes Termotolerantes	NCMF (100ml) ⁻¹	Ausentes	Presente
Coliformes Totais	NCMF (100ml) ⁻¹	Ausentes	Presente
Contagem Padrão de Bactérias Heterotróficas	U.F.C (ml) ⁻¹	-	59

Tabela 2 - Primeira análise laboratorial das casas

PARÂMETROS ANALISADOS	UNIDADE DE MEDIDA	PORTARIA Nº518 DE 25/03/2004	CASA 1	CASA 2	CASA 3
Coliformes Termotolerantes	NCMF (100ml) ⁻¹	Ausentes	Presente	Presente	Presente
Coliformes Totais	NCMF (100ml) ⁻¹	Ausentes	Presente	Presente	Presente
Contagem Padrão de Bactérias Heterotróficas	U.F.C (ml) ⁻¹	-	98	132	220

Pode-se observar que alguns dos resultados obtidos estão acima do padrão estabelecido, sendo eles: cor, ferro, sólidos totais dissolvidos, presença de coliformes termotolerantes, presença de coliformes totais e alta presença de bactérias heterotróficas nas amostras. Gasparotto (2011) obteve resultados semelhantes quando analisou nascentes no município de Piracicaba-SP, em que classificou como “péssima” a qualidade das águas, bem como ressaltou a importância de ações de prevenção para evitar a ingestão de água com essas

características. Contudo, foi realizada uma segunda amostragem para comprovar os valores obtidos, conforme mostra a Tabela 3 para a nascente e a Tabela 4 para as residências. Neste caso, com relação aos parâmetros analisados nos domicílios, além dos bacteriológicos, realizou-se também os físicos, devido aos resultados obtidos na nascente. Estas análises seguiram as diretrizes da Portaria nº 2914 de 2011, que substituiu a anteriormente utilizada.



Tabela 3 – Segunda análise laboratorial da nascente

PARÂMETROS ANALISADOS	UNIDADE DE MEDIDA	PORTARIA Nº2914 DE 12/12/2011	NASCENTE
Aspecto	-	Sem Especificação	Turva
Condutividade 25°C	µS (cm) ⁻¹	Sem Especificação	32,2
Cor	mgPt L ⁻¹	15	5
Odor	-	Não Objetável	Inodora
pH	-	6,0 - 9,5	7,2
Turbidez	U.N.T.	5	1,9
Alcalinidade em Bicarbonatos	mg L ⁻¹	Sem Especificação	15,0
Cloretos	mg L ⁻¹	250	11,7
Cloro Residual Livre	mg L ⁻¹	0,2 - 2,0	0
Dureza Total	mg L ⁻¹	500	13,3
Ferro	mg L ⁻¹	0,3	0,4
Fluoreto	mg L ⁻¹	0,6 - 0,8	--
Nitrogênio Amoniacal	mg L ⁻¹	Sem Especificação	--
Nitrogênio Nitrito	mg L ⁻¹	1,0	--
Nitrogênio Nitrato	mg L ⁻¹	10	--
Sólidos Totais Dissolvidos	mg L ⁻¹	1.000	20
Sulfato	mg L ⁻¹	250	2,6
<i>Escherichia coli.</i>	NMP (100ml) ⁻¹	Ausentes	Presente
Coliformes Totais	NCMF (100ml) ⁻¹	Ausentes	460
Contagem Padrão de Bactérias Heterotróficas	U.F.C (ml) ⁻¹	-	20



Tabela 4 – Segunda análise laboratorial das casas

PARÂMETROS ANALISADOS	UNIDADE DE MEDIDA	PORTARIA N°2914 DE 12/12/2011	CASA 1	CASA 2	CASA 3
Cor	mgPt L ⁻¹	15	5	5	5
Turbidez	U.N.T.	5	0,6	0,5	1,0
Ferro	mg L ⁻¹	0,3	0,3	0,3	0,4
Sólidos Totais Dissolvidos	mg L ⁻¹	1.000	2.216	1.065	31
<i>Escherichia coli.</i>	NMP (100ml) ⁻¹	Ausentes	Presente	Presente	Presente
Coliformes Totais	NCMF (100ml) ⁻¹	Ausentes	840	440	640
Contagem Padrão de Bactérias Heterotróficas	U.F.C (ml) ⁻¹	-	98	132	220

Os resultados confirmaram a alteração dos valores de determinados parâmetros (ferro, cor, sólidos totais dissolvidos e coliformes) e atestaram que essa variação está presente na água consumida pelos moradores dos domicílios do vilarejo.

A presença do ferro confere a água um sabor amargo adstringente e coloração amarelada e turva. No corpo humano pode aumentar a incidência de problemas cardíacos e diabetes, além de ocasionar incrustações nos filtros de poços e obstrução nas canalizações e manchas em roupas e em louças (CETESB, 1974). O valor do ferro fora do padrão na análise provavelmente é devido as precipitações, pois observa-se que a coloração do solo ao redor da nascente é avermelhada, caracterizando assim a presença de óxido de ferro que conseqüentemente chegam até a água por lixiviação. Essa situação é comprovada no relatório de monitoramento

ambiental da qualidade da água subterrânea do aquífero Taubaté realizado pela CETESB de 2010 a 2012, que indica elevada concentração de ferro na região e conclui que as erosões podem contribuir com o aumento do teor ferro nos mananciais da região.

O parâmetro cor pode ser de origem mineral ou vegetal, oriundo da presença, por exemplo, de substâncias metálicas como ferro ou manganês (SMA, 1998). Pelo alto teor de ferro e pela influência de precipitações no dia anterior a coleta, pode-se dizer que isto pode ter alterado a coloração da amostra.

Os Sólidos Totais Dissolvidos são as concentrações totais dos minerais dissolvidos na água e servem como índices gerais da prestabilidade da água para muitos usos. Seu alto teor pode conferir a água um sabor desagradável e ser



potencialmente corrosivo para filtros e outras partes da estrutura de poços (CETESB, 1974). Devido a amostra ser uma fonte subterrânea, a presença em excesso dos sólidos totais pode ter sido ocasionada pela quantidade de matéria orgânica e minerais abundantes. Ressalta-se que com o aumento da matéria em suspensão ocorre a intensificação do grau de poluição e a diminuição da penetração da luz, o que prejudica a fotossíntese e reduz a reposição de oxigênio (BRANCO, 1983). Constatando-se que valores mais altos de sólidos foram registrados, pode-se associar esses resultados ao processo natural de erosão, ao uso inadequado do solo e a falta de uma vegetação ciliar suficientemente capaz de reter parte dessas cargas.

Ao redor da nascente, foi possível observar que, apesar de haver vegetação, foram abertos caminhos até o ponto de captação da água. Esses caminhos são percorridos por moradores da região e por animais domésticos que habitam a área, como cães e gados.

Os coliformes e bactérias são considerados microrganismos patogênicos e causam problemas principalmente no aparelho intestinal e infecções no trato urinário do homem (CETESB, 2008). Podem estar presentes na água em consequência do contato que esta mantém com os animais que ali habitam ou a utilizam para consumo. Além disso, podem ser encontrados de forma natural no meio ambiente, em águas com altos teores de material orgânicos, solo ou vegetação em decomposição.

A Técnica da Membrana Filtrante identifica a presença de coliformes e pode ser percebida pelo número de colônias que se destacam com a coloração metálico-brilhante na placa contendo o meio de cultura *M-Endo*.

Quanto a presença de bactérias heterotróficas, pode ser percebida devido a formação de colônias, caracterizadas pela cor branca, na placa com o meio de cultura. Conforme Domingues et al (2007), das quatro amostras de água de procedência natural (vertente) analisadas, metade apresentou valores de bactérias heterotróficas acima dos limites permitidos pela portaria do Ministério da Saúde, o que, segundo o autor, é preocupante e contribui para o surgimento de doenças que atingem, de forma significativa, as crianças e os idosos. Comparando com o presente estudo, observa-se que as bactérias heterotróficas estavam presentes em todas as amostras, porém o mais alarmante foi o alto número de coliformes totais. Isso também foi constatado na pesquisa de Tourinho e Beretta (2010), que verificaram que a avaliação das amostras para indicadores biológicos mostrou que as fontes de água subterrâneas da cidade de Salvador são inapropriadas para consumo humano devido a presença de bactérias patogênicas de origem fecais de humanos e animais acima dos valores estabelecidos pela portaria do Ministério da Saúde, consequência da ocupação populacional que tem atingido os recursos naturais.

A qualidade das águas muda ao longo do ano, em função de fatores meteorológicos e da eventual



sazonalidade de lançamentos de poluentes. Com isso, é necessário que se proceda a coleta de amostras de água periodicamente, pois, através dos processos de escoamento e infiltração a precipitação pluviométrica pode favorecer a contaminação fecal dos mananciais (MACARI & AMARAL, 1997).

Conforme Queiroz et al. (2012), a articulação entre diferentes áreas como educação, meio ambiente, saúde e recursos hídricos, possibilita o aprimoramento e o fortalecimento de ações voltadas para a vigilância da qualidade da água para consumo humano de forma efetiva na geração de mudanças e de ampliação do conhecimento no assunto trabalhado. Seguindo este conceito, foi realizado um trabalho de educação ambiental baseado na metodologia de capacitação. Para isso, foram realizadas explicações com uso de fotos do local de captação da água dos possíveis malefícios a saúde devido ao contato constante com alguns tipos de bactérias, a importância de se preservar ao redor da nascente, de manter uma regularidade na vigilância e manutenção da tubulação utilizada no

transporte da água, da limpeza regular dos reservatórios e das caixas d'água e do uso do filtro de barro. Com a intenção de verificar e auxiliar na efetivação da melhora da qualidade da água, foi feita a doação de cloro granulado e efetuadas as devidas orientações de uso e manipulação desse produto químico. O cloro é um importante agente de desinfecção, que desenvolve a destruição ou inativação de organismos patogênicos em um tempo razoável, não sendo tóxico para o homem e para os animais quando em baixas concentrações. Tem como benefícios o baixo custo e a facilidade no manuseio e aplicação (MEYER, 1994).

Após o trabalho de educação ambiental com os moradores locais, duas casas (casa 1 e casa 3) realizaram a limpeza das caixas d'água e depositaram, regularmente, o cloro. Com isso, foi realizada uma terceira análise da água da nascente e das casas, tanto as que participaram da desinfecção, quanto a que se recusou a participar (casa 2). Os resultados obtidos encontram-se nas tabelas seguintes 5 e 6.



Tabela 5 – Terceira análise laboratorial da nascente

PARÂMETROS ANALISADOS	UNIDADE DE MEDIDA	PORTARIA Nº2914 DE 12/12/2011	NASCENTE
Aspecto	-	Sem Especificação	Límpida
Condutividade 25°C	µS (cm) ⁻¹	Sem Especificação	32,2
Cor	mgPt L ⁻¹	15	< 5
Odor	-	Não Objetável	Inodora
pH	-	6,0 - 9,5	7,3
Turbidez	U.N.T.	5	1,2
Alcalinidade em Bicarbonatos	mg L ⁻¹	Sem Especificação	16,0
Cloretos	mg L ⁻¹	250	15,0
Cloro Residual Livre	mg L ⁻¹	0,2 - 2,0	0
Dureza Total	mg L ⁻¹	500	9,8
Ferro	mg L ⁻¹	0,3	5,7
Fluoreto	mg L ⁻¹	0,6 - 0,8	--
Nitrogênio Amoniacal	mg L ⁻¹	Sem Especificação	--
Nitrogênio Nitrito	mg L ⁻¹	1,0	--
Nitrogênio Nitrato	mg L ⁻¹	10	--
Sólidos Totais Dissolvidos	mg L ⁻¹	1.000	46
Sulfato	mg L ⁻¹	250	2,2
<i>Escherichia coli.</i>	NMP (100ml) ⁻¹	Ausentes	Presente
Coliformes Totais	NCMF (100ml) ⁻¹	Ausentes	13
Contagem Padrão de Bactérias Heterotróficas	U.F.C/ml	-	31



Tabela 6 – Terceira análise laboratorial das casas.

PARÂMETROS ANALISADOS	UNIDADE DE MEDIDA	PORTARIA N°2914 DE 12/12/2011	CASA 1	CASA 2	CASA 3
Cor	mgPt L ⁻¹	15	< 5	< 5	< 5
Turbidez	U.N.T.	5	0,3	0,8	1,1
Ferro	mg L ⁻¹	0,3	0,2	0,2	0,2
Sólidos Totais Dissolvidos	mg L ⁻¹	1.000	41	34	41
<i>Escherichia coli.</i>	NMP (100ml) ⁻¹	Ausentes	Ausente	Ausente	Ausente
Coliformes Totais	NCMF (100ml) ⁻¹	Ausentes	Ausente	33	Ausente
Contagem Padrão de Bactérias Heterotróficas	U.F.C/ml	-	00	09	00

Comparando-se os resultados da terceira análise com as análises anteriores é possível observar a regularidade dos valores encontrados na nascente (Tabela 5) e, que após o uso do cloro, a qualidade da água das casas melhorou tornando-se condizente com os parâmetros exigidos pela portaria. De acordo com Meyer (1994), o uso de técnicas de cloração para a destruição de microrganismos patogênicos comprovadamente alcançou a diminuição da propagação de doenças transmissíveis pela água ao longo dos anos. Desta forma, conforme pode ser visto na Tabela 6 as casas que utilizaram o cloro obtiveram como resultado ausência de microrganismos patogênicos, o que mostra a eficiência na desinfecção e uma maior proteção contra o risco de contaminações.

CONCLUSÕES

A partir dos resultados obtidos e discutidos pode-se concluir que a água analisada estava fora dos padrões de potabilidade exigidos pelas Portarias n° 518 e n° 2914, ambas do Ministério da Saúde.

Com a utilização de Cloro Granulado (Hipoclorito de Cálcio - 65%, Sódio, Cálcio e Água de Hidratação - 35%) como tratamento para desinfecção da água consumida e com a educação ambiental realizada com os moradores do bairro rural que praticaram a manutenção e limpeza de seus respectivos reservatórios de água, pode-se estabelecer os padrões de potabilidade microbiológica exigidos para as águas de consumo humano.



REFERÊNCIAS

BRAGA, B.; HESPANHOL, I.; CONEJO, J. G. L.; MIERZWA, J. C.; BARROS, M. T. L.; SPENCER, M.; PORTO, M.; NUCCI, N.; JULIANO, N.; EIGER, S. **Introdução a engenharia ambiental: O desafio do desenvolvimento sustentável**. 2ª ed. São Paulo, Person Prentice Hall. 336 p. 2005.

BRANCO, S.M. **Hidrobiologia Aplicada à Engenharia Sanitária**. 2ª ed. São Paulo: Editora CETESB. 620 p. 1983.

BRASIL. MINISTÉRIO DA SAÚDE. Portaria n. 518, de 25 de março de 2004. Disponível em: http://bvms.saude.gov.br/bvs/publicacoes/portaria_518_2004.pdf. Acesso em: 17 de abr. 2012.

BRASIL. MINISTÉRIO DA SAÚDE. Portaria n. 2914, de 12 de dezembro de 2011. Disponível em: https://bvms.saude.gov.br/bvs/saudelegis/gm/2011/prt2914_12_12_2011.html. Acesso em: 29 de mai. 2012.

CALIJURI, M. C.; CUNHA, D. D. F. **Engenharia Ambiental: conceitos, tecnologia e gestão**. Rio de Janeiro, Elsevier. 789 p. 2013.

COMPANHIA AMBIENTAL DO ESTADO DE SÃO PAULO (CETESB). Análises microbiológicas da água. São Paulo, CETESB, 2008.

DOMINGUES, V. A.; TAVARES, G. D.; STUKER, F.; MICHELOT, T. M.; REETZ, L. G. B.; BERTONCHELI, C. M.; HORNER, R. Contagem de bactérias heterotróficas na água para consumo humano: Comparação entre duas metodologias. *Saúde. Santa Maria*, 33 (1): 15-19, 2007.

GASPAROTTO, F. A. Avaliação ecotoxicológica e microbiológica da água de nascentes urbanas no

município de Piracicaba-SP. 89 f. Dissertação (Mestrado em Ciências) – Centro de Energia Nuclear na Agricultura Piracicaba, Universidade de São Paulo, São Paulo. 2011.

GOVERNO DO ESTADO DE SÃO PAULO. SECRETARIA DE ESTADO DO MEIO AMBIENTE. Educação Ambiental: A Qualidade das Águas. São Paulo, SMA, 1998.

GOVERNO DO ESTADO DE SÃO PAULO. SECRETARIA DO MEIO AMBIENTE. DEPARTAMENTO DE ÁGUAS E ENERGIA ELÉTRICA (DAEE), INSTITUTO GEOLÓGICO (IG), INSTITUTO DE PESQUISAS TECNOLÓGICAS DO ESTADO DE SÃO PAULO (IPT), SERVIÇO GEOLÓGICO DO BRASIL (CPRM). Mapa de Águas Subterrâneas do Estado de São Paulo: escala 1:1.000.000. São Paulo, CPRM, 2005.

GOVERNO DO ESTADO DE SÃO PAULO. SECRETARIA DO MEIO AMBIENTE. EMPRESA PAULISTA DE PLANEJAMENTO METROPOLITANO (EMPLASA). Região Metropolitana do Vale do Paraíba e Litoral Norte. Disponível em: <https://emplasa.sp.gov.br/RMVPLN>. Acesso em: 25 de abr. 2012.

GOVERNO DO ESTADO DE SÃO PAULO. SECRETARIA DO MEIO AMBIENTE. COMPANHIA AMBIENTAL DO ESTADO DE SÃO PAULO (CETESB). Qualidade das águas subterrâneas do estado de São Paulo. Disponível em: <https://cetesb.sp.gov.br/aguas-subterraneas.pdf>. Acesso em: 20 de abr. 2013.

IRITANI, M. A.; EZAKI, S. **As águas subterrâneas do Estado de São Paulo**. 3ª ed. São Paulo, Secretaria de Estado do Meio Ambiente – SMA/ Instituto Geológico - IG. 104 p. 2008.

JOHNSON, E. E. **Água Subterrânea e Poços Tubulares**. 2ª ed. São Paulo: Editora CETESB. 403 p. 1974.



MACARI, M. & AMARAL, L.A. Importância da qualidade da água e tipos de bebedouros para frangos de corte. Conferência Apinco'97 de Ciência e Tecnologia Avícolas, Campinas: Facta. p. 121-143, 1997.

MANSOR, M. T. C.; FILHO, J. T.; ROSTON, D. M. Avaliação preliminar das cargas difusas de origem rural, em uma sub-bacia do rio Jaguari, SP. R. **Bras. Eng. Agríc. Ambiental**, Campina Grande, 10 (3): 715-723, 2006.

MEYER, S. T. O uso de cloro na desinfecção de águas, a formação de trihalometanos e os riscos potenciais à saúde pública. **Caderno de Saúde Pública**, Rio de Janeiro, 10 (1): 99-110, 1994.

PREFEITURA MUNICIPAL DE TAUBATÉ (PMT). Plano municipal de saneamento básico. Disponível em: <https://www.taubate.sp.gov.br/wp-content/uploads/2015/12/PLANO-MUNICIPAL-DE-SANEAMENTO-BÁSICO-FINAL.pdf>. Acesso em: 21 de mai. 2013.

QUEIROZ, A. C. L.; CARDOSO, L. S. M.; HELLER, L.; CAIRNCROSS, S. O uso da pesquisa-ação para a avaliação e o aprimoramento de práticas integradas para a vigilância da qualidade da água para consumo humano: potencialidades e desafios. **Eng. Sanit. Ambient.**, Belo Horizonte, 17 (3): 277-286, 2012.

SERVIÇO GEOLÓGICO DO BRASIL (CPRM). SIAGAS – Sistema de informações de águas subterrâneas. Disponível em <http://siagasweb.cprm.gov.br/layout/apresentacao.php> >. Acesso em: 05/05/2014.

TOURINHO, A. O.; BERETTA, M. Investigação da qualidade da água das fontes naturais da cidade de Salvador. **Águas Subterrâneas**. Salvador, 24 (1): 59-68, 2010.